

EVALUACION ECOLÓGICA DEL ÁREA DE LA REPRESA DEL ACUEDUCTO
REGIONAL NÚMERO 1 DEL PÁRAMO EL RABANAL MUNICIPIO DE
GUACHETÁ, CUNDINAMARCA (RÁQUIRA Y SAMACÁ, BOYACÁ)

AUTOR

JUAN PABLO LÓPEZ ALBA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

INGENIERÍA AMBIENTAL

BOGOTÁ D.C.

2018

EVALUACION ECOLÓGICA DEL ÁREA DE LA REPRESA ACUEDUCTO
NÚMERO 1 DEL PÁRAMO EL RABANAL MUNICIPIO DE GUACHETÁ,
CUNDINAMARCA (RÁQUIRA Y SAMACÁ, BOYACÁ)

AUTOR

JUAN PABLO LÓPEZ ALBA
INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO DE GRADO

DIRECTOR
LILIANA SALAZAR LÓPEZ
BIÓLOGA Msc

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2018

DEDICATORIA

A Dios quién es el eje fundamental de mi vida, gracias a él encuentro el refugio necesario para superar cada prueba y para encontrar el camino correcto ante cualquier situación.

A mis padres Julio Enrique López Navarrete y Maribel Alba Ortega, que con tanto esfuerzo y sacrificio han logrado darme las cosas más importantes que una persona pueda tener; su amor, unión y lealtad ante cada meta son la fuente vital para seguir adelante.

A mi hermano Luis Javier López Alba, él que es la persona que mueve mi vida y la de familia, todo lo que hacemos es por él y para él. Sin importar si un ser humano posee una condición especial siempre logrará transmitir su inocencia y pureza como ejemplo a seguir.

A mis abuelos que son un ejemplo de emprendimiento y ganas de vivir; y a mi familia especialmente a Luz Azucena Alba Ortega quien ha sido mi segunda madre.

A la música que me da tantas alegrías y el remedio necesario para sostener mi vida, la música es el lenguaje universal del alma y sin ella mi vida sencillamente no sería lo mismo. "Pachamama"

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Adriana Rodríguez, quien acompañó incondicionalmente el proceso definitivo de mi trabajo de grado. Gracias por tanta felicidad

A mis amigos y compañeros que han forjado con el tiempo una huella imborrable, gracias a ellos (Chicas Show F.C, Edwin Fabian Cristancho Moscoso, Jhon Alba y familia, David Andrés Gómez Medina)

A mi directora de tesis Liliana Salazar López que con su empeño y dedicación contribuyó con mi crecimiento profesional.

Contenido

2. INTRODUCCIÓN: en ella se presenta una síntesis del trabajo realizado incluyendo: el objetivo, metodología y los resultados	11
3. OBJETIVOS	12
3.1. Objetivo general	12
3.2. Objetivos específicos.....	12
4. Marco Teórico:	13
4.1. Bases conceptuales	13
4.2. Aspectos generales del área de estudio	16
4.2.1. Clima.....	16
4.2.2. Suelos.....	19
4.2.3. Flora	19
4.2.4. Fauna	20
4.2.5. Características Socioeconómicas	21
5. Metodología	23
5.1. Revisión y análisis de información	23
5.2. Análisis de la información cartográfica	23
5.3. Evaluación Ecológica Rápida	24
5.4. Fase de diseño experimental	25
5.5. Fase de Campo:	25
5.5.1. Evaluación de especies:.....	25
5.6. Generación de mapas:	26
5.7. Priorización de zonas.....	27
5.7.1. Clasificación de los ecosistemas del área correspondiente a la zona de estudio: .	28
5.7.2. Clasificación de especies:	28
5.8. Identificación de servicios ecosistémicos:	28
5.9. Identificación de aspectos susceptibles a producir impacto:	30
5.10. Fase de diagnóstico:	31
5.11. Fase de definición de lineamientos de manejo	31
6. Resultados:	31
6.1. Análisis de la revisión de información preliminar al estudio	31

6.2.	Evaluación Ecológica Rápida del área del acueducto regional número 1...	33
6.2.1.	Delimitación del área de estudio.....	33
6.2.2.	Puntos de muestreo:	35
6.2.3.	Ecosistemas presentes en el área de estudio:.....	37
6.2.4.	Evaluación de la biodiversidad:	42
6.3.	Identificación de servicios ecosistémicos	54
6.3.1.	Servicios ecosistémicos proporcionados por el bosque alto andino:	59
6.3.2.	Servicios ecosistémicos proporcionados por el páramo Rabanal:.....	59
6.4.	Aspectos susceptibles a producir impacto:	61
6.4.1.	Minería:.....	61
6.4.2.	Infraestructura.....	64
6.4.3.	Agricultura:	65
6.5.	Diagnóstico del estado actual del área del acueducto regional Número 1 ..	67
6.6.	Lineamientos de manejo para la conservación de los servicios ecosistémicos y áreas protegidas	70
6.6.1.	Gestión social de los cuerpos de agua:	70
6.6.2.	Conservación:	71
6.6.3.	Manejo del paisaje y restauración ecológica:	71
6.6.4.	Participación, educación y comunicación:	71
6.6.5.	Sistemas agropecuarios sostenibles:	72
6.6.6.	Minería responsable y sostenible:	72
6.6.7.	Fortalecimiento de la gestión ambiental:.....	72
6.6.8.	Instrumentos y mecanismos económicos: ¡Error! Marcador no definido.	
6.6.9.	Conocimiento e investigación:	¡Error! Marcador no definido.
7.	Conclusiones:	73
8.	Recomendaciones:.....	74
9.	Bibliografía.....	76

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de Servicios Ecosistémicos.....	15
Tabla 2 Ocupación del Páramo Rabanal por Municipio	16
Tabla 3 Variabilidad Climática a partir de la altitud, relieve, temperatura y precipitación...	17
Tabla 4 Estaciones Meteorológicas del Páramo	18
Tabla 5: Población del Páramo Rabanal	22
Tabla 6 Descripción de los criterios de identificación:	29
Tabla 7: Servicios Ecosistémicos	29
Tabla 8: Esquema general de la matriz de Servicios Ecosistémicos.....	30
Tabla 9 Puntos de muestreo.....	35
Tabla 10 Especies ornamentales.....	44
Tabla 11 <i>Paepalanthus columbiensis</i> , Quiche típico del área de estudio.	45
Tabla 12 Usos de especies arbóreas.....	45
Tabla 13 Especies artesanales y sus usos	46
Tabla 14 Especies económicamente importantes.....	47
Tabla 15 Especies de aves encontradas en el área de estudio.	50
Tabla 16 Inventario de Mamíferos correspondientes al área de estudio.....	51
Tabla 17 Inventario de peces, anfibios y reptiles encontrados en el área de estudio.....	54
Tabla 18 Ecosistemas y biotopos en los puntos de muestreo.	55
Tabla 19 Síntesis de la Matriz de los servicios ambientales de los ecosistemas objeto de evaluación del área de estudio (Tomo de la matriz original)	56
Tabla 20 Servicios ambientales de los ecosistemas objeto de evaluación del área de estudio.....	58
Tabla 21 Aspectos y sus respectivos impactos producto de la agricultura.....	66

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2 Área de estudio en relación al Paramo Rabanal	16
Ilustración 3 Presa del acueducto regional N°1.....	19
Ilustración 4: Suelos Paramo Rabanal.....	19
Ilustración 5 Frailejón Páramo Rabanal.....	20
Ilustración 6 Zorro (<i>Vulpini sp</i>) Páramo Rabanal	21
Ilustración 7 Esquema general de los mapas que se obtendrán a partir de la cartografía base	27
Ilustración 8 Uso del Suelo Municipio de Guachetá	32
Ilustración 9 Mapa Hidrológico Guachetá.....	33
Ilustración 10 Área de estudio con respecto al Acueducto Regional N°1	34
Ilustración 11 División municipal del área de estudio	35
Ilustración 12 Ubicación de los puntos de muestreo en el área del acueducto regional N°1	37
Ilustración 13 Clasificación ecosistémica del área de estudio	38
Ilustración 14 Bosque Alto andino. Vereda San Antonio, municipio de Guachetá Cundinamarca.....	39
Ilustración 15 Acueducto regional N°1	40
Ilustración 16 Agroecosistema	41
Ilustración 17 Bosques secundario intervenido	41
Ilustración 18 Páramo Rabanal.....	42
Ilustración 19 <i>Espeletia conglomerata</i> , Frailejón característico del área de estudio	43
Ilustración 20 Robles	46
Ilustración 21 <i>Chusquea Scandens</i> , Chusque característico del área de estudio	47
Ilustración 22 <i>Vaccinium meridionale</i> , Agraz característico del área de estudio.	47
Ilustración 23 Artemisia vulgaris. Altamisa.....	48
Ilustración 24 Chirlobirlo (<i>Sturnella magma Meriadionalis</i>), especie característica del área de estudio.	51
Ilustración 25 Normando (<i>Bos taurus</i>)	52
Ilustración 26 Criadero de Ovejas merina (<i>Ovis aries</i>).....	53
Ilustración 27 Cabras y chivos (<i>Capra aegagrus hircus</i>)	53
Ilustración 28 Ganado equino, páramo Rabanal	54
Ilustración 29 Servicios ecosistémicos ofrecidos por el área de la represa del acueducto regional N°1.....	57
Ilustración 30 Mina el roble, vereda peñas, municipio de Guachetá.....	62
Ilustración 31 Conexión aguas residuales con la quebrada aguas abajo	62
Ilustración 32 Aguas residuales provenientes de la mina.....	63
Ilustración 33 Horno de coquización	63
Ilustración 34 Roble empleado para el fortalecimiento de la minería.	64
Ilustración 35 Cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>), Páramo Rabanal.....	65

RESUMEN

Las áreas protegidas en Colombia son el mecanismo mas importante con el fin de definir parametros que dan cumplimiento a la normatividad y preservacion de especies de flora y fauna y de ecosistemas estrategucos. Este estudio realizó una evaluación ecológica rápida, la cual identificó las características de la biodiversidad del páramo Rabanal, ubicado en los municipios de Guachetá Cundinamarca y Samacá y Ráquira del departamento de Boyacá. esta metodología permitió posteriormente analizar los servicios ecosistemicos y las actividades que generan impactos negativos y significativos dentro del área de estudio. Sin embargo se propusieron diferentes medidas de conservacion y uso adecuado de los recursos naturales con el fin de mitigar y reducir estos impactos.

Se encontró que las coberturas de vegetación nativa se encuentran altamente fragmentadas y están constituidas principalmente por mosaicos de cultivos con áreas de rastrojos empobrecidos en su composición florística.

Dentro de las potencialidades que ofrece el área de estudio se encuentran principalmente los servicios ecosistémicos como por ejemplo la regulación y oferta de recurso hídrico y biodiversidad, que son proporcionados por los componentes por el ecosistema de páramo.

Son notorias las afectaciones y repercusiones negativas que las actividades económicas llevadas a cabo en el área generan para los ecosistemas de páramo y bosque alto andino. La minería es una fuente importante de presión pero se debe ver también como una oportunidad para poner en marcha un proceso de desarrollo sostenible en la región.

Palabras clave:

Evaluación ecológica rápida, servicios ecosistémicos, biodiversidad, aspectos susceptibles a producir impacto, ecosistemas estratégicos.

Abstract

Nowadays protected areas in Colombia are being intervened because of economic activities which benefit of ecosystems that make it up. The number 1 regional aqueduct is a water source that is born in the high part of the Páramo of Rabanal, benefiting the municipalities Guachetá in Cundinamarca and Ráquira and Samaca in Boyacá. This birth is a major source for the delivery of the activities that take place there are farming, livestock and mining. The purpose of this project was "environmentally assess the area of the dam aqueduct number 1 of the Páramo of rabanal municipality of Guachetá, Cundinamarca."

We found that native vegetation coverage are highly fragmented and are mainly mosaics of cultures with areas of stubble impoverished in their floristic composition. The potential offered by the study area mainly include ecosystem services such as the regulation and supply of water resources and biodiversity, which are provided by the components of the Páramo ecosystem.

The Affectations and negative repercussions generated by economic activities carried out in the area of páramo and high Andean forest ecosystems are notorious. Mining is a major source of pressure but should also be seen as an opportunity to set in motion a process of sustainable development in the region.

Key words:

Rapid ecological assessment, services ecosystem, biodiversity, aspects likely to produce impact, strategic ecosystems

INTRODUCCIÓN

La evaluación ecológica del ecosistema del Páramo de Rabanal, permitió identificar y formular propuesta de un manejo adecuado a aquellas áreas protegidas que a su vez presentan un potencial biofísico con relación a la climatología y a la biodiversidad de especies presentes en un área. Adicionalmente, el páramo actualmente está sufriendo modificaciones y alteraciones en su ciclo natural producto de la interacción con el hombre; lo anterior tiene que ver con el uso excesivo de los recursos naturales y con la el aprovechamiento inadecuado de los servicios ecosistémicos que este ecosistema suministra.

El páramo Rabanal junto con los demás ecosistemas que componen el área de estudio posee una población que desarrolla actividades económicas utilizando los beneficios ecosistémicos que el área ofrece. La metodología de este proyecto tiene como objetivo recopilar e identificar las problemáticas y el estado actual del área que compone la cuenca del acueducto regional número 1, ya que esta zona es rica en biodiversidad de especies de flora y fauna, fue necesario desarrollar este proyecto de investigación que permite conocer las potencialidades y aquellos aspectos y actividades antrópicas y naturales que son susceptibles a generar un impacto significativo que modifique las características propias de los ecosistemas y biotopos que allí existen.

Para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos del proyecto fue necesario realizar un trabajo de campo extenso con el fin de seguir cada una de las fases que la metodología y los documentos guía estipulan. De igual forma fue necesario entablar diálogos con la población y con algunas de las entidades que rigen y mantienen un seguimiento ante las posibles afectaciones que puedan sufrir las áreas protegidas de la región.

En el desarrollo del proyecto se encontraron diferentes variables que tienen una incidencia significativa que afectan las características propias de los ecosistemas presentes, entre ellas sobre sale un conflicto de uso del suelo por actividades agronómicas las cuales son la principal fuente de ingresos económicos para los habitantes del sector, adicionalmente se encontró una mina de extracción de carbón que se relaciona directamente con los componentes bióticos y abióticos del área de estudio.

En cuanto a las potencialidades que posee el área de estudio se encontró que los servicios que son proporcionados por los ecosistemas son de vital importancia en cuanto a la regulación y al uso apropiado de recursos naturales gracias al nivel altísimo de biodiversidad presente en el área del acueducto regional número 1.

1. OBJETIVOS

Objetivo general.

Evaluar ecológicamente el área de la represa acueducto número 1 del páramo el rabanal municipio de Guachetá, Cundinamarca.

Objetivos específicos

- Identificar los servicios ecosistémicos que ofrece el páramo y la represa del acueducto número 1 en la zona de estudio.
- Determinar los aspectos susceptibles a producir impacto dentro del ecosistema a estudiar.
- Realizar un diagnóstico ecosistémico del Páramo de Rabanal
- Proponer lineamientos de manejo para la conservación de los servicios ecosistémicos.

2. Marco Teórico:

2.1. Bases conceptuales

Evaluación ecológica rápida (EER):

La EER es una metodología que dentro de sus objetivos se plantea como identificar y priorizar especies de flora y fauna utilizando herramientas de campo y herramientas de laboratorio que a su vez permiten evaluar el estado actual del ecosistema analizando que especies están siendo amenazadas por actividades naturales o antrópicas.

El desarrollo conceptual de la evaluación ecológica rápida requiere de una caracterización inicial del terreno mediante los resultados de estudios previos referentes a la zona de estudio, en este caso las corporaciones autónomas regionales de la zona han puesto en marcha a lo largo del tiempo proyectos de preservación y conservación del páramo Rabanal; sin embargo es necesario una visita al área de estudio con el fin de identificar y categorizar las diferentes especies de flora y fauna presentes y posteriormente realizar mapas cartográficos de clasificación y priorización de especies.

Para la evaluación ecológica del área del acueducto, se realizó mediante la metodología de evaluación ecológica rápida propuesta para los planes de manejo y ordenamiento de cuencas hidrográficas (POMCAS), la cual un proceso de análisis rápido de las condiciones ecológicas de un ambiente específico, diseñado para el manejo y monitoreo de áreas protegidas dando como resultado la obtención de datos acerca del potencial biológico de la zona de estudio.

Esta metodología se basa principalmente en producir la información biofísica básica necesaria para el desarrollo de los planes de manejo, evaluaciones de impacto ambiental y estudios de ordenamiento territorial, de esta manera se incorporan ciertos mecanismos que a su vez permiten identificar las potencialidades y amenazas a las cuales está expuesta el área de estudio. Es importante aclarar que las EER no incluyen evaluaciones de impacto ambiental, porque las EER no describen los efectos en el medio ambiente de los proyectos propuestos. Sin embargo, las EER pueden proporcionar información ecológica de base para evaluaciones de impacto, y a su vez logra identificar mediante los trabajos de campo aquellos aspectos susceptibles a producir un impacto dentro de una población o ecosistema[1].

Páramo:

Los páramos son ecosistemas de alta montaña que se encuentran entre los 3000 y 5000 msnm, se caracterizan por ser lugares húmedos, la mayoría de los meses del año con humedad continua en forma de lluvia, nubes y neblina debida al levantamiento orográfico causado por la cordillera de Los Andes

Existen 3 tipos de páramo:

- Subpáramo: Temperatura promedio de 10°C. Se define como un área de transición entre el bosque de altitud y el páramo.
- Páramo propiamente dicho: Temperatura promedio de 5°C. Se trata de la franja con un área más extensa. Va desde los 2900 a los 3900 msnm.

- Superpáramo: Temperatura promedio de 2°C. El límite inferior de esta zona está entre los 4100 y los 4300 msnm.

En este ecosistema, la existencia de las especies de flora está ligada principalmente a las grandes variaciones climáticas a las que están sometidos, principalmente dadas por intensas transiciones ultravioletas, bajas temperaturas, fuertes vientos, efecto secante de los vientos entre otros aspectos ambientales[2]. En relación a lo anterior se calcula que en un ecosistema paramuno se pueden albergar cerca de 4000 especies de plantas con un 60% de especies endémicas [2]. Los páramos son considerados como unidades ecológicas de gran importancia puesto que tienen la capacidad de regulación del flujo de agua pues debido a su constitución es capaz de retener en sus suelos grandes volúmenes de agua y controlar su flujo a través de las cuencas hidrográficas.

Bosque Alto Andino:

Los bosques andinos se extienden desde los 0 hasta los 3.500 msnm, se encuentran en las tres cordilleras, dependiendo de la altura que exhiben se pueden clasificar en subandinos, andinos y alto andinos, cada uno de los cuales se caracterizan por las plantas, animales y otros seres vivos.

Bosques subandinos y andinos, los árboles son de mayor tamaño y altura como la ceiba y los aguacates, y habita una gran diversidad de animales como venados, tigrillos, borugas, dantas, tortugas. Serpientes y muchas especies de aves [3].

Los bosques andinos tienen funciones ecológicas; por ejemplo, las raíces de la plantas ayudan a prevenir la erosión del suelo.

El bosque alto andino del área de estudio está ubicado en el municipio de Guachetá y tiene una relación bastante amplia en cuanto a las actividades económicas, sociales, políticas y culturales de la comunidad, sin embargo las variaciones que éste ecosistema ha venido presentando no han sido del todo buenas puesto que el incremento de actividades agrícolas y ganaderas hacen que la calidad ambiental y ecosistémica de estas áreas decrezca paulatinamente, debido a factores como la fragmentación ecológica, el cambio en el uso del suelo, que traen como consecuencia la pérdida de la biodiversidad y la desestabilización de los procesos ecológicos y los servicios ecosistémicos.

Agroecosistemas

Los Ecosistemas Agrícolas o Agroecosistemas son aquellos “ecosistemas que son usados para la agricultura” en condiciones similares, con componentes similares y funciones e interacciones similares [4].

Los Agroecosistemas presentes en el páramo de Rabanal comprenden:

- Monocultivos,
- Sistemas mixtos:
- policultivos,
- agroforestería,
- Sistemas integrados de animales y cultivos,
- Sistemas agro-silvo-pastorales,
- acuacultura

- pasturas,
- Tierras en barbechos, etc.

Servicios ecosistémicos en relación a los páramos:

Los ecosistemas paramunos tienen funciones culturales y económicas directamente ligadas a las ecológicas y, a su vez, la conservación de las funciones ecológicas depende de las lógicas propias de las culturas de los grupos humanos que los habitan, sean campesinos, indígenas o colonos [2].

El páramo es un ecosistema donde elementos como la vegetación, el suelo y subsuelo, han desarrollado un gran potencial para producir interceptar, almacenar y regular el agua; la importancia de este ecosistema radica fundamentalmente en su capacidad para interceptar y almacenar agua, y regular los flujos hídricos superficiales y subterráneos; además, los páramos albergan una rica flora endémica y prestan servicios ambientales principalmente como cuencas abastecedoras de agua para consumo, actividades productivas e hidroenergéticas, así como áreas de influencia de los principales embalses, represas y estrellas hidrográficas.

Es importante mencionar la importancia de los servicios ecosistémicos ofrecidos por los páramos, debido a que una de las principales causas que han deteriorado y desbalanceado los ecosistemas paramunos es la falta de conocimiento sobre la oferta y la demanda de estos servicios.

A continuación se relaciona la clasificación y descripción de los diferentes tipos de servicios ecosistémicos potenciales del Páramo de Rabanal, teniendo en cuenta lo propuesto por la Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos [3]

Tabla 1 Clasificación de Servicios Ecosistémicos

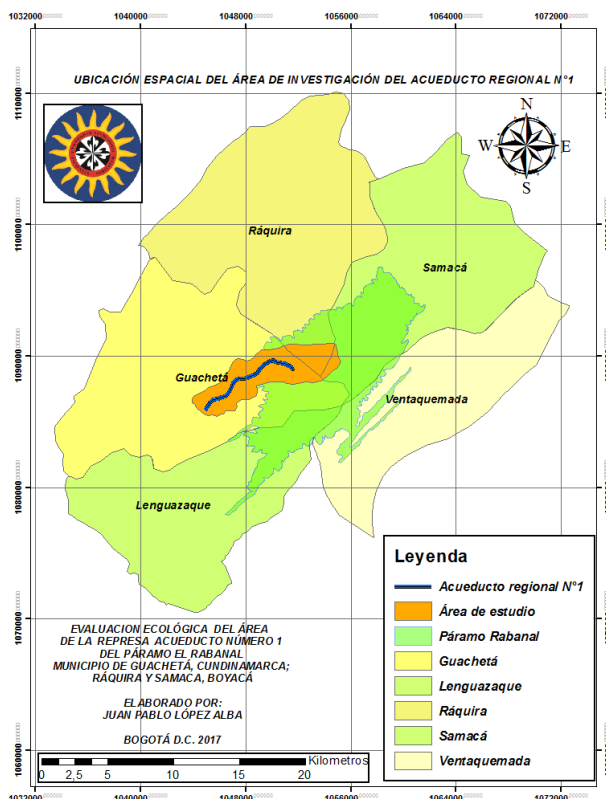
Servicios de soporte	Servicios de provisión	Servicios de regulación	Servicios culturales
Biodiversidad	Alimento	Regulación de gas	Belleza escénica
Ciclo de nutrientes	Materias primas	Regulación del clima	Recreación
Formación del suelo	Recursos genéticos	Prevención de disturbios	Información cultural y artística
Producción primaria	Recursos medicinales	Regulación del agua	Información espiritual e histórica
Polinización	Recursos ornamentales	Provisión de agua	Ciencia y educación
Control biológico		Tratamiento de desechos	

Fuente: El autor

2.2. Aspectos generales del área de estudio

Área de la represa acueducto número 1 del páramo El Rabanal Municipio de Guachetá, se encuentra ubicado en un sector central de la cordillera Oriental, entre los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. En jurisdicción de los municipios Guachetá, del departamento de Cundinamarca, Samacá y Ráquira, del departamento de Boyacá. (Ilustración2 y tabla 1)

Ilustración1 Área de estudio en relación al Paramo Rabanal



Fuente: el autor.

Tabla 2 Ocupación del Páramo Rabanal por Municipio

Municipio	Total hectáreas	% área por municipio
Guachetá	2236	9.073
Ráquira	601	2.438
Samacá	4172	16.927

Fuente: el autor

2.2.1. Clima

El sistema de Holdridge clasifica la climatología de un área teniendo en cuenta parámetros de altitud, relieve, temperatura y precipitación, reflejados mejor el comportamiento del clima en los ecosistemas, de tal manera que el área de estudio se caracteriza por tener una temperatura que oscila entre los 0°C y los

12°C. los meses que registran incremento en la temperatura son: febrero, marzo y abril, octubre y noviembre; mientras que los meses que registran bajas temperaturas son mayo, junio, agosto, septiembre y diciembre.

Para el caso del área de estudio concerniente al Páramo de Rabanal la humedad relativa presente es del 85%; sin embargo las variaciones de altitud y longitud generan variaciones hasta de 90% como valor máximo y 75% como valor mínimo. En cuanto a los vientos, es una condición determinante puesto que algunos de los agentes contaminantes presentes en el ecosistema pueden ser dispersados gracias a la fuerza de los vientos que en este caso la velocidad del viento alcanza un tope máximo 16 Km/hora y una velocidad mínima de 5 Km/h. Esto se debe en gran parte a la altitud de la zona que provoca fuertes vientos que pueden desplazar y dispersar contaminantes que en este caso son generados principalmente por el uso de pesticidas.

Una condición de este páramo es que presenta condiciones de variabilidad climática, posiblemente dada por la topografía del terreno y la acción antrópica, la siguiente tabla que relaciona dichos parámetros con la variabilidad climática no solo del área de estudio si no del páramo en general.

Tabla 3 Variabilidad Climática a partir de la altitud, relieve, temperatura y precipitación.

Tipo de Clima	Altitud	Temp. (centígrados)	Precipitación (milímetros)
Muy frío húmedos estacional dos meses secos, heladas muy fuertes	2800 – 3500msnm.	0– 5	1000-1200
Muy frío estacional dos meses secos	2800 – 3500msnm	5-10	1000-1400
Frío húmedo o nublado	2500 – 3000msnm.	10–15	800-1000
Frío Húmedo estacional cuatro meses secos	2500 – 3000msnm	10-14	800-1200
Medio sub-húmedo con estacionalidad marcada, acción moderada de vientos. Tres a seis meses secos	2200 – 2600msnm.	14-18	700-1000
Cálido sub-húmedo con estacionalidad marcada, acción moderada de vientos, cuatro meses a ocho meses seco	2100 – 2800msnm.	14-18	600-850
Cálido frío seco, fuerte acción de los vientos, ocho meses secos.	2100 – 2900msnm.	18-22	600-700

Fuente: tomado y adaptado de

Teniendo en cuenta el sistema de Holdridge y las variaciones climáticas que se han venido presentando actualmente en el mundo se puede hablar para esta área de estudio de 3 regiones diferentes en cuanto a su climatología, estas regiones serán denominadas como secas, sub húmedas y húmedas.

En cuanto a los datos de precipitación, de acuerdo con los reportes del IDEAM, año 2011 las diferentes estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio se encuentran en los municipios de Guachetá, Lenguaque, Raquira y Samacá con su respectivo código y el tipo de estación.

Tabla 4 Estaciones Meteorológicas del Páramo

Municipio	Nombre estación	Código	Tipo de estación	Corriente	Precipitación anual (mm)	Altitud (msnm)
Guachetá	El puente	2401038	PG	Río Lenguazaque	766.6	2810
Lenguazaque	Tapias	2401028	PM	Río Lenguazaque	690.5	2805
Lenguazaque	El espino	2401033	PG	Río Lenguazaque	680.9	2805
Ráquira	Ráquira	2403019	PM	Río Ráquira	972.6	2970
Samacá	Villa del carmen	4-831	PM		623	2850

Fuente: IDEAM Instituto hidrología meteorología y estudios ambientales.

Categorización de las Estaciones: PM: Pluviométrica. CO: Climatológica Ordinaria. De esta manera se pueden clasificar como regiones secas del páramo a los municipios de Ráquira y Samacá con una precipitación multianual para Samacá de 623 mm. Zona Semi húmedas Ráquira, Guachetá a Lenguazaque con 720 mm Zonas húmedas Parte de Samacá. En general, la precipitación que recibe el páramo oscila entre 700 a 1243 mm.

En cuanto a las condiciones Hidrográficas a e hidrológicas, el área de estudio está fuertemente influenciada por la Microcuenca del Río Quebrada Honda, de la cual se surten los acueductos de la población rural de los municipios de Guachetá, Ráquira y Samacá, ésta Nace en el Páramo de Rabanal, a 3430 msnm, está localizada en los alrededores de las veredas de Peñas, San Antonio, Ranchería, Gachetá El Carmen y Gachetá alto. Esta micro cuenca tiene un área total de 5.186,18 Ha. A su vez, está quebrada tiene como afluentes las quebradas Salitre, quebrada Agrosal, quebrada Bolívar quebrada Guacanal y quebrada Farfán. El río quebrada Honda desemboca directamente en la laguna de Fúquene y es considerada como una reserva hídrica importante para el municipio de Guachetá[4].

En la parte alta a 3.100 msnm, existe una fuente hídrica la cual es la base fundamental de este estudio, el acueducto regional número 1 cuenta con una presa de 2.5 metros de alta, en donde se captan sus aguas para uso doméstico de dos acueductos importantes, uno el Regional N° 1 para las veredas de Frontera, Falda de Molino, Peñas, Pueblo viejo, Rabanal, Santuario y San Antonio en el municipio de Guachetá y otro para el acueducto de la vereda Firita Peña arriba del municipio de Ráquira. Aguas abajo se captan sus aguas excedentes para el acueducto urbano del municipio de Guachetá. Este río quebrada Honda presenta una longitud total de la corriente de 11.6kms

Ilustración 2 Presa del acueducto regional N°1



Fuente: el autor

2.2.2. Suelos

Las condiciones de los suelos encontrados en el Páramo de Rabanal están determinadas por una alta susceptibilidad al deterioro, bajos niveles de fertilidad, fuerte acidez, temperatura edáfica baja, pedregosidad, muy alta retención de humedad, escaso desarrollo genético, evolución lenta, así como las limitantes que establece el ambiente exterior caracterizado por: un relieve muy quebrado a escarpado en amplios sectores, procesos erosivos activos, vientos fuertes, temperaturas inferiores a 10° C, días muy fríos, heladas frecuentes, lloviznas periódicas, alta nubosidad, niebla densa y poca luminosidad[5].

Ilustración3: Suelos Paramo Rabanal



Fuente: el autor

2.2.3. Flora

Teniendo en cuenta el estudio de evaluación de estado actual del páramo el rabanal realizado por la CAR, la gobernación de Cundinamarca, CORPOBOYACA y el ministerio de medio ambiente (año), se han identificado diferentes especies de flora dentro de este ecosistema, de las cuales sobresalen frailejones, representados por unas 17 especies entre ellos *Espeletiagrandiflora*, *E. congestiflora*, *E. corymbosa*, *E. garciae*, *E. argentea*, *E. boyacensis*, y otras especies como cardones *Puya sp*, Cucharos *Myrsine dependens* y chite *Hypericum*

brathis, *H. goyanensii*, *H. prostratum*, *H. Laricifolium*, *H. mexicanum*, propios del páramo. Igualmente en los ambientes constituídos por pequeñas colinas, con laderas y terrazas, se observan superficies cubiertas de gran diversidad de gramíneas como Pajonal. (*Calamagrostis efusa*), brizna de paja (*Festuca sp*), grama dulce (*Paspalum notatum*), horqueta (*Paspalum notatum*), yerba vasey, (*Paspalum sp*), y arbustos de chusque (*Chusquea spp*). Chilco(*Baccharis sp*). [4].

Ilustración4 Frailejón Páramo Rabanal



Fuente: el autor.

2.2.4. Fauna

En el área de estudio existe una gran distribución de especies de fauna que contribuyen al funcionamiento natural del ecosistema, sin embargo especies bovinas y equinas que han sido introducidas con fines económicos como la ganadería han de alguna u otra manera contribuido al deterioro del ecosistema. Por otra parte existe una gran diversidad de aves, reptiles e insectos que a simple vista son difíciles de diferenciar pero que de acuerdo a estudios realizados en la zona por otras entidades se encuentran dispersos en el área de estudio y se clasifican de la siguiente manera:

Los mamíferos que se destacan en la región están fara(*Didelphis marsupialis*), comadreja(*Mustela nivalis*), ardilla(*Sciurus aureogaster*), tinajo(*Cuniculus taczanowskii*), curí(*Cavia porcellus*), Guache(*Nasua*), Zorro(*Vulpini sp*), conejo silvestre(*Oryctolagus cuniculus*), armadillo(*Dasypodidae*); sin embargo, algunas especies endémicas han desaparecido como el venado de cola blanca y puma a causa de la caza indiscriminada que datan de la época colonial, además de asentamientos humanos e industria minera en estos ecosistemas, que poco a poco ha estado afectando su hábitat y por ende desplazándolos.

Ilustración5 Zorro (*Vulpini sp*) Páramo Rabanal



Fuente: el autor

En cuanto a las aves se encuentran principalmente Azulejo (Picaflor de Antifaz) - *Diglossa Cyanea*, Mirla Negra- *Turdus Fuscater*, Torcaza Nagüiblanca - *Zenaida Auriculata*, Mirla Blanca, Sinsonte Común - *Mimus Gilvus*.

Los anfibios que se encuentran con mayor frecuencia son especies de ranas de las familias Hylidae y LECTODACTYLIDAE en las rondas de los ríos, lagunas y humedales, en cuanto a los peces se ha reducido considerablemente su población y algunas especies han estado desapareciendo, debido a la contaminación hídrica por actividades mineras, especialmente en la cuenca del río quebrada honda. Por otro lado, en el municipio se encuentran reptiles como Lagarto Verde (*Phenacosaurus heterodermus*), Lagarto Común (*Anolis andinus*), Lagartija (*Proctoporus gtriatus*) y la Salamandra (*Bolitoglossa adspersa*). En cuanto a las serpientes las más comunes son: La Bejuquilla (*Lepthopis depressiorostris*), La Cazadora (*Dryadophis corais*).

2.2.5. Características Socioeconómicas

El área de estudio conformada por los municipios de Guachetá Cundinamarca, Ráquira y Samacá correspondientes al departamento de Boyacá, estaba habitada antes de la llegada de los españoles por los Muisca, pertenecientes a la familia lingüística chibcha. El surgimiento de la sociedad Muisca data del I milenio d.C, el cual ha sido acompañado de cambios climáticos que permitieron la expansión territorial. El macizo del páramo de Rabanal está habitado por campesinos cundiboyacenses, de origen mestizo. Los campesinos pobladores del páramo se caracterizan por ser personas muy trabajadoras dedicadas a actividades agrícolas, especialmente al cultivo de papa que se distribuye en la mayoría de la región, la minería que predomina y ocupa el primer lugar en el páramo y por la ganadería en un tercer reglón [5].

Se presentan básicamente tres grupos de productores de papá, a grande, mediana y pequeña escala, los grandes arriendan y siembran en ocasiones en asociación con los dueños de las tierras, los medianos y pequeños lo hacen con asociaciones temporales y los pequeños tienden a realizar sus cultivos de manera individual.

Otra actividad productiva es el pastoreo de ganado vacuno en potreros temporales que se establecen en un ciclo de rotación y descanso de terrenos agrícolas es usual en la región

Es importante aclarar que se desarrollan actividades relativas a la minería del carbón, principalmente extracción y coquización, que vinculan en esta actividad económica a un núcleo poblacional cada vez más creciente.

En cuanto al sistema sociocultural y económico, se observa que hoy en día la desigualdad social y económica es bastante marcada y ello se refleja en diferencias entre los grupos de paperos y de mineros, especialmente. En materia de expresiones religiosas católicas, se siguen conservando en fiestas y romerías regionales. En los centros urbanos se hacen festejos en honor de los patronos y en las veredas se celebran misas y romerías con los santos de su fervor.

A continuación se presenta una tabla del tamaño de la población que habita en el área del páramo con relación a los municipios que los componen.

Tabla 5: Población del Páramo Rabanal

<i>Nombre de Municipio</i>	<i>Viviendas</i>	<i>Personas</i>
Guachetá	21	69
Ráquira	26	81
Ventaquemada	20	97
Samacá	47	170
Lenguazaque	15	65
TOTAL	129	482

Fuente: instituto Humboldt, 2014

3. Metodología

El proceso metodológico a seguir desarrolla las siguientes etapas:

3.1. Revisión y análisis de información

Se realizó la revisión y el análisis de la información secundaria existente, tanto de documentos como de la información cartográfica existente para el área de influencia del acueducto regional No 1 del Páramo de Rabanal, esto con el fin de conocer las condiciones fisicobióticas y socioeconómicas actuales del mismo, con el fin de poder conocer las condiciones actuales que este ecosistema presente y así seleccionar los puntos potenciales de muestreo.

Para seleccionar, identificar y ubicar espacialmente los puntos de muestreo, se tuvo en cuenta además la representatividad para uno de los biotopos del ecosistema, y su uso actual y potencial.

Para poder tener un conocimiento integral de estos aspectos, a parte de la realización de una visita preliminar de campo se analizaron entre otros los siguientes documentos:

- *Procesos locales en la Globalización: afectación de la minería de carbón en el Páramo el Rabanal*[6].
- *Estudio Sobre el Estado Actual del Macizo del Páramo Rabanal* [5].
- *Diseño de una Metodología para Evaluar el Estado de los Servicios Ecosistémicos* [7].

3.2. Análisis de la información cartográfica

La cartografía utilizada para entender e identificar el área de estudio fue proporcionada por la Oficina Municipal de Asistencia Técnica Ambiental y Agropecuaria (OMATAA) de Guachetá, la cual se desarrolló teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Selección de Puntos de muestreo
- Diseño de la encuesta
- Selección de población a encuestar
- Diseño de formato de evaluación ecológica rápida
- Diseño de la matriz de servicios ecosistémicos

Es importante tener en cuenta que los 28 puntos de muestreo han sido empleados para cumplir todas las fases y objetivos del proyecto; Partiendo de esto, se escogió un punto inicial el cual es la escuela de la vereda San Antonio en donde se empezó el recorrido para delimitar el área de estudio y posteriormente cumplir con las siguientes fases del proyecto. Para este caso se han tomado 28 puntos que fueron georreferenciados con un GPS que fue obtenido en calidad de préstamo por la alcaldía del municipio de Guachetá

La intensidad del muestreo depende de la cantidad de información que se desea y de los recursos que apoyan el trabajo de campo; para este caso el área de

estudio tiene una alta cobertura por ende es necesario realizar diferentes visitas para realizar los muestreos.

Durante el trabajo de campo se llevaron a cabo dos tipos de muestreos de vegetación y fauna:

- Muestreo de localidades en ciertos puntos con el fin de verificar el tipo de vegetación e identificar los grupos florísticos dominantes
- Muestreo de parcelas en un subconjunto de estas localidades, con el fin de obtener información para estimación de la diversidad de plantas y animales.

3.3. Evaluación Ecológica Rápida

Como se ha mencionado a lo largo del trabajo el objetivo principal se centra en el desarrollo de una evaluación ecológica rápida que vale la pena aclarar es un proceso complejo que requiere de un trabajo de campo íntegro y con una alta capacidad de esfuerzo; la EER requiere el análisis de las problemáticas que el área de estudio ha venido sufriendo a lo largo del tiempo como producto de fenómenos naturales o por la intervención del hombre dentro de estos ecosistemas, de tal forma que se puedan identificar aquellas especies amenazadas y las degradaciones que los cuerpos de agua y los suelos puedan llegar a sufrir.

El desarrollo de la EER consistió en subdividir el área de estudio en distintos “puntos” de muestreo basadas en la definición de unidades ecológicas y de cobertura del suelo, que cumplen con las siguientes características:

- Es fácil delinearlas en un mapa
- Son unidades de manejo perceptibles que sirven también para propósitos distintos a la conservación (ej., producción agrícola y abastecimiento de agua) y
- Son fáciles de reconocer en el terreno por los humanos.

Es importante tener en cuenta la opinión de la comunidad que reside dentro del área de estudio en cuanto al estado actual del páramo, esto con el fin de entender el manejo que los habitantes le están dando a esta zona y a su vez determinar el sentido de pertenencia que sienten por los lugares donde residen o llevan a cabo sus labores cotidianas.

El objetivo de tener en cuenta la percepción de la comunidad es la caracterización socioeconómica y cultural la cual permite analizar y comprender como los habitantes de esta zona se han visto influenciados en la transformación de su territorio. De esta manera es necesario conocer las condiciones de vida, las dinámicas sociales, culturales, ambientales políticas, que determinan a su vez la ocupación del territorio, las actividades económicas que se desarrollan y los aspectos culturales.

Para llevar a cabo esto es necesario diseñar un formato de campo el cual es llenado y completado a la hora de realizar las visitas al área de estudio; este formato tendrá en cuenta la siguiente información.

- Descripción inicial del sitio, número de estación, vereda, tipo de ecosistema y las coordenadas geográficas tomadas de un GPS.
- Aspectos físico bióticos y socioeconómicos.
- Uso actual del suelo, oferta y demanda.
- Bienes y servicios ambientales.

En el anexo 1 y 2 relaciona los formatos de evaluación ecológica rápida y la encuesta de percepción de servicios ecosistémicos.

3.4. Fase de diseño experimental

Una vez realizado el análisis de la información y la salida preliminar de campo, se procedió a la formulación del diseño experimental que abarcó, el análisis espacial con desarrollo cartográfico, la selección de estaciones muestrales, el diseño de encuesta de percepción ecosistémica, la definición de la población a encuestar, y el diseño del formato de campo para la evaluación ecológica rápida.

Teniendo en cuenta recorrido de campo, el análisis del mapa de uso del suelo rural del municipio de Guachetá suministrado por la OMATAA, se diseñó el muestreo de campo identificando 3 tipos de ecosistemas: bosque alto-andino, agro-ecosistemas y el páramo siendo este último el que mayor área abarca en cuanto al área de estudio; sobre los cuales se seleccionaron los 28 puntos de muestreo, teniendo en cuenta especialización, la posición geográfica, cobertura, la distribución y estructura ecosistémico, representatividad ecosistémico, los cuales todos son ampliamente representativos para el municipio de Guacheta

3.5. Fase de Campo:

Una vez analizada la información recolectada y suministrada por diferentes entidades dentro de las cuales se encuentran estudios realizados por las corporaciones autónomas del departamento de Cundinamarca y Boyacá; a su vez el POT, y estudios realizados por el municipio en relación al área donde se lleva a cabo este proyecto; se procedió a delimitar el área tomando como punto inicial la escuela de la vereda San Antonio haciendo un recorrido en donde se tomaron 28 puntos diferentes que relacionan los 3 ecosistemas allí encontrados.

Posteriormente se procede a realizar las siguientes evaluaciones para cumplir con la EER del área de estudio y con los demás objetivos del proyecto.

3.5.1. Evaluación de especies:

Los tipos de vegetación constituyen el esquema de muestreo de una EER. El inventario de especies se realiza dentro de tipos de vegetación definidos. Los tipos de vegetación se organizan y describen con base a sistemas de clasificación vegetal.

Debido a que las EER son rápidas, preliminares y no exhaustivas, queda fuera del alcance de una EER el predecir dónde deben existir las comunidades vegetales con base en el conocimiento de los factores abióticos que controlan su distribución.

El muestreo de campo es llevado a cabo en diferentes puntos que son ubicados dentro espacios preseleccionados para cada tipo de vegetación. La selección de la unidades de vegetación que de hecho se van a muestrear se deriva de un estudio de los diferentes mapas que se han obtenido como resultado de la revisión y análisis preliminar.

En cuanto a los muestreos de fauna se realizan en los mismos terrenos en donde se ha llevado a cabo el muestreo de vegetación, pero con menos localidades debido a la complejidad de los métodos para inventario de animales (ej., trampas y redes de niebla).

Además, es común que a la hora de identificar la fauna presente se identifiquen localidades de muestreo adicionales que no necesariamente corresponden con las localidades determinadas por el equipo de vegetación para la verificación de campo.

Para este caso se han tomado diferentes coordenadas en donde se evalúan los diferentes tipos de flora y fauna dentro del área de estudio.

En cuanto a la selección de las áreas de muestreo se ha tomado un área que abarque las potencialidades biológicas del acueducto regional número 1, teniendo en cuenta que esta fuente hídrica abarca 3 municipios pero que todos tienen en común la ubicación del páramo en donde al ser un ecosistema de alta montaña la biodiversidad de esta zona será alta.

3.6. Generación de mapas:

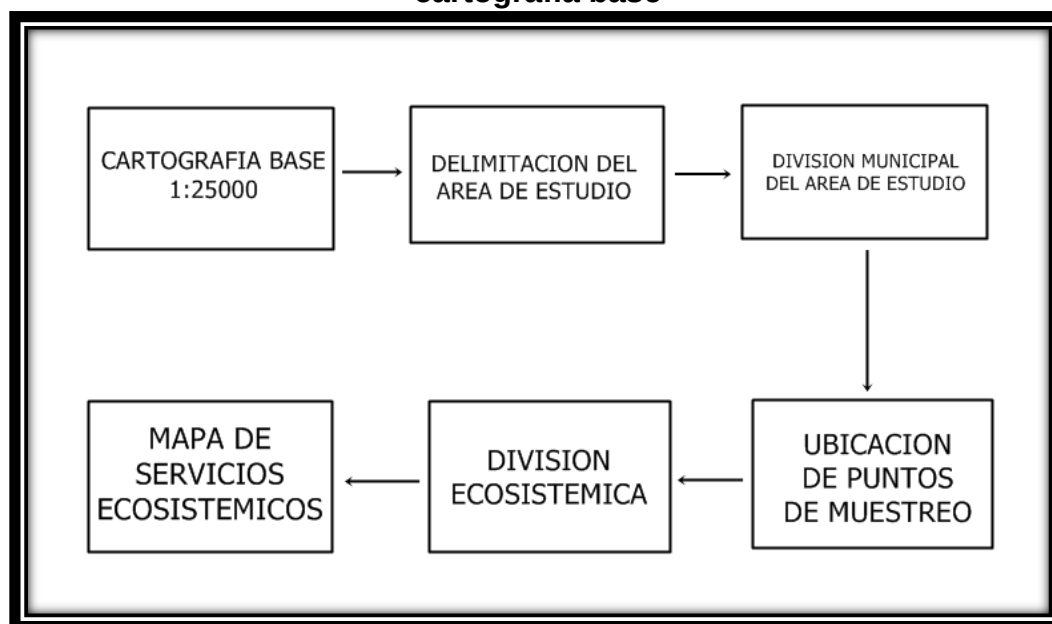
Para cada EER se construyó una base de datos de capas múltiples, condición que permitió la realización de un análisis espacial y la respectiva elaboración de los mapas temáticos. La base de datos del SIG es la base maestra para la realización de la EER ya que contiene todos los datos geográficos y atributos necesarios para el despliegue y análisis espacial de cada unidad temática.

Para seleccionar los diferentes puntos de muestreo fue necesario entender y analizar de manera detallada los mapas cartográficos de la región, en este caso el mapa hidrológico suministrado por la OMATAA evidenció diferentes variables que están presentes dentro del área de estudio, principalmente la hidrología, carreteras, escuelas entre otros componentes.

El número y la localización de los puntos a muestrear se determinó mediante el análisis de los mapas de uso del suelo y el hidrológico. La decisión sobre cuáles polígonos se van a muestrear se basó primordialmente en los objetivos, restricción de recursos y accesibilidad.

A continuación se presenta el esquema general de los mapas que se obtendrán a partir de la cartografía base y los estudios de campo.

Ilustración 6 Esquema general de los mapas que se obtendrán a partir de la cartografía base



Fuente: el autor

3.7. Priorización de zonas

Para la priorización de las zonas de muestreo es indispensable para la realización diagnóstica de la EER, y se basó en las siguientes actividades:

- Establecer prioridades de conservación para los distintos tipos de vegetación mediante un proceso de jerarquización que puede incluir consideraciones de diversidad, endemismo, representatividad, índice de fragmentación, etc.
- Elegir por lo menos un polígono relativamente grande y accesible para cada tipo de vegetación, sin tomar en cuenta las prioridades de conservación.
- Seleccionar réplicas de polígonos en tipos de vegetación prioritarios según lo permitan los recursos.

La distancia de los puntos de muestreo debe tener en cuenta el área de estudio, por ejemplo un punto de muestreo con un alcance de 20 metros a la redonda

equivale a un área de muestreo de 1,256 metros cuadrados y es adecuado para caracterizar un bosque de 50 hectáreas.

3.7.1. Clasificación de los ecosistemas del área correspondiente a la zona de estudio:

Para priorizar y clasificar los ecosistemas objeto de evaluación acorde a su valor de uso, de acuerdo con los resultados de la salida de campo, se caracterizaron ecológicamente los 28 puntos de muestreo.

Para calificar los ecosistemas estratégicos se seleccionaron los indicadores ecológicos y ambientales, objeto de calificación de acuerdo con las siguientes categorías de importancia ecosistémica:

- Importancia por biodiversidad
- Importancia por oferta de recursos que es igual a la capacidad de uso del suelo o su potencialidad
- Importancia por demanda de recursos que es igual a la cobertura vegetal o uso actual del suelo
- Importancia por susceptibilidad de riesgos, amenazas y vulnerabilidades

3.7.2. Clasificación de especies:

La clasificación de especies de flora y fauna se realizó partiendo de los resultados obtenidos en las visitas de campo y en los análisis de los sistemas de información geográfica, la clasificación cumpliendo con los siguientes requisitos:

- Reunir todos los formularios de campo que contengan información sobre vegetación.
- Organizar los formularios por localidad de muestreo dentro de regiones de muestreo.
- Desarrollar listados de plantas y animales para las localidades de muestreo.
- Considerar los criterios y parámetros para la clasificación de la vegetación y fauna para aplicarlos a cada una de las localidades

3.8. Identificación de servicios ecosistémicos:

En este caso la identificación de los servicios ecosistémicos se trabajó con base en la metodología establecida por la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos que clasifica y define los criterios necesarios para identificar los servicios ecosistémicos en determinadas zonas geográficas.

Esta es una de las fases más importantes del proyecto puesto que permite recolectar toda la información concerniente a la identificación de los servicios ecosistémicos y la definición de las potencialidades ecológicas del páramo.

Para complementar esta información se tuvo en cuenta el Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades de Jorge Arboleda, que sirvió de apoyo para definir y adaptar parte de los criterios de evaluación en

términos de cobertura, permanencia y periodicidad; otros como la dimensión, oferta y nivel de satisfacción resultan de la revisión de diversas fuentes secundarias [8]. Es decir se realizara una matriz que contenga la siguiente información:

Tabla 6 Descripción de los criterios de identificación:

Criterio	Descripción	Medición
Dimensión	Medio en el que sobresale la potencialidad de un ecosistema dependiendo del bienestar humano que brinda, se atañe el hecho de que son vitales para la mantener el beneficio	- Económicas - Sociales - Ambientales
Cobertura	Se refiere al área hasta donde se puede extender el beneficio humano obtenido por el servicio que suministra un ecosistema específico.	- Puntual - Local - Regional
Oferta	Cantidad de elementos benéficos para el hombre provenientes de un ecosistema, y que son empleados conforme a la función que cumple y el servicio que provee.	- Baja - Media - Alta.
Permanencia	Corresponde al tiempo en el que permanecerá el efecto del beneficio obtenido por un eco-servicio.	- Corto plazo (menos de 1 año) - Mediano plazo (1 a 5 años) - Largo plazo (más de 10 años)
Periodicidad	Es la regularidad con la que se manifiesta el beneficio percibido por el servicio que proporciona un ecosistema	- Periódico - Discontinuo - Continuo
Nivel de satisfacción:	es el grado en que se suple una necesidad humana a través del bienestar propiciado por el servicio ecosistémico	- Nulo - Parcial - Total

Fuente: El autor

Una vez analizados los criterios de identificación se realizó otra matriz que relacionara el formato anterior con la siguiente tabla que abarca los servicios ecosistémicos para cualquier área de estudio.

Tabla 7: Servicios Ecosistémicos

Servicios de soporte	Servicios de provisión	Servicios de regulación	Servicios culturales
Biodiversidad	Alimento	Regulación de gas	Belleza escénica
Ciclo de nutrientes	Materias primas	Regulación del clima	Recreación
Formación del suelo	Recursos genéticos	Prevención de disturbios	Información cultural y artística
Producción	Recursos	Regulación del	Información

primaria	medicinales	agua	espiritual histórica	e
Polinización	Recursos ornamentales	Provisión de agua	Ciencia educación	y
Control biológico		Tratamiento de desechos		

Fuente: el autor

Teniendo en cuenta la tabla de servicios ecosistémicos y la matriz de criterios de identificación se realizó una matriz que relacione los ecosistemas presentes en el área de estudio y los tipos de servicios que éstos ofrecen. Posteriormente, se evaluaron dentro de la misma matriz las variables ya mencionadas de tal forma que se puedan definir las potencialidades en cuanto a servicios ecosistémicos de la zona en donde se está realizando el proyecto. A continuación se presenta el esquema de la matriz para evaluar los S.E.

Tabla 8: Esquema general de la matriz de Servicios Ecosistémicos

Ecosistema	ECOSISTEMA 1								
	E1			E2			E3		
Nombre del Lugar	Punto 1			Punto 2			Punto 3		
Tipo de servicio Ecosistemico	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
1.Provision									
2.Regulacion.									
3. Culturales									
4. Soporte									

Fuente: el autor

3.9. Identificación de aspectos susceptibles a producir impacto:

Para evaluar las amenazas a las cuales están expuestas las especies y demás componente ecosistémicos del área de estudio en general, se realizó una matriz cualitativa que identifica los riesgos a los cuales pueden llegar a estar expuestos, las presiones ejercidas dentro del ecosistema, magnitud, aspecto susceptible a producir impacto; a cada una de estas variables se le asignó un valor que represente el nivel de susceptibilidad de cada variable.

Es necesario determinar las actividades económicas que se están llevando a cabo dentro del área de estudio y como éstas afectan directa o indirectamente la biodiversidad encontrada en el páramo; sin embargo la identificación de aspectos susceptibles a producir impacto dentro del ecosistema permite hacer una relación y un análisis de si se está llevando a cabo un uso adecuado de los servicios ecosistémicos y del tratamiento y la disposición final del uso de recursos naturales para las actividades económicas.

Es necesario realizar entrevistas y entablar diálogos entre algunos líderes comunitarios y entre empresarios de la zona de tal forma que la información obtenida allí sea coherente y acorde al estado actual del páramo.

3.10. Fase de diagnóstico:

Para realizar un diagnóstico adecuado y coherente es necesario analizar detalladamente la información recolectada hasta el momento de tal forma que se puedan empezar a definir, caracterizar y clasificar cada una de las problemáticas encontradas en el páramo y la represa.

Posteriormente, se evaluaron cuantos de los servicios ecosistémicos se están implementando y si se están haciendo de manera apropiada.

Para llevar a cabo esto se utilizó la metodología de Análisis de Vacío, en la cual se identifican y examinan la presencia de la biodiversidad en un sistema de áreas protegidas para determinar cuáles elementos no están representados, o lo están de manera insuficiente y en qué áreas se encuentran. Luego esta información es utilizada para identificar áreas prioritarias o designar nuevas áreas que requieren acciones de conservación.

3.11. Fase de definición de lineamientos de manejo

Los servicios ecosistémicos constituyen en gran parte la fuente de abastecimiento de recursos naturales a muchas comunidades, es por eso que de los servicios que se obtengan en este estudio se tendrán que proponer prácticas de uso adecuado del ecosistema páramo, y esto se realizará según las necesidades de la comunidad y según las problemáticas medio ambientales que la zona esté sufriendo, es decir, se darán soluciones que permitan reducir los usos innecesarios de los recursos naturales para extender más el periodo de vida de la biodiversidad presente en el páramo el Rabanal, mediante el desarrollo de fichas de manejo ambiental.

Las fichas de manejo ambiental se enfocaron principalmente en las problemáticas y necesidades encontradas en el desarrollo del proyecto, ya sea en su fase de campo como en los análisis de resultados.

4. Resultados

4.1. Análisis de la revisión de información preliminar al estudio

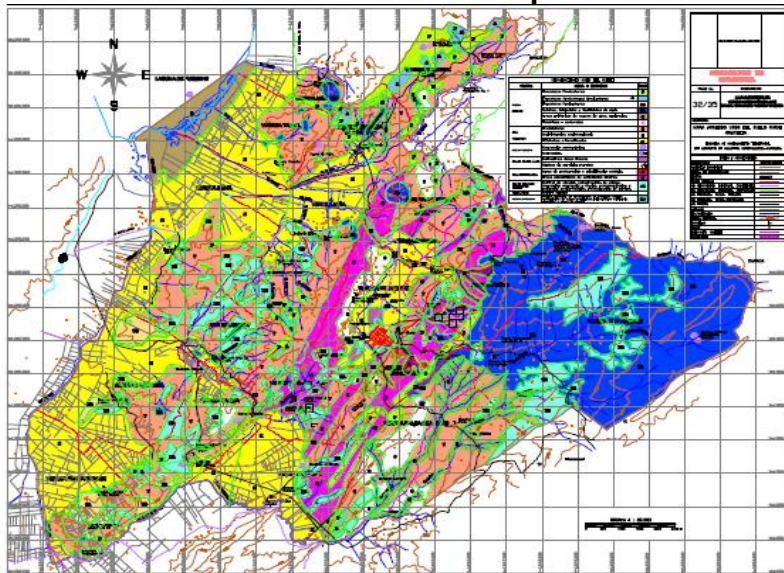
Para empezar es importante tener en cuenta que el área del páramo de Rabanal carece de estudios que facilitan información concerniente a los ecosistemas presentes en esta zona. Sin embargo, las corporaciones autónomas regionales que se encargan de llevar un seguimiento y control a estas áreas que en este caso son CORPOBOPYACA y la CAR han abordado ciertos temas de vital importancia

que proporcionan una base conceptual referente a las problemáticas del área de estudio. Del mismo modo, entidades territoriales como la OMATAA del municipio de Guachetá suministró una cartografía que contiene variables como la hidrología y uso actual del suelo. Esta cartografía ha servido como referencia para identificar algunas de las potencialidades ecológicas del área del acueducto regional número 1 que se encuentra ubicado en el páramo del Rabanal.

En la Ilustración 7 se observa el mapa de uso del suelo, que se encuentra a una escala de 1:25.000, que clasifica el territorio en diferentes ecosistemas y cobertura de uso, en este caso el área de interés corresponde al polígono cuyo color representativo es el azul de acuerdo a la tabla de convenciones que acompaña el mapa, este color identifica el territorio como páramo, sin embargo existe dentro del polígono un área en color agua marina que clasifica esta área como área de reserva y conservación natural.

Esto permitió tener una mejor claridad a la hora de identificar los ecosistemas presentes dentro del área de estudio. Vale la pena aclarar que cerca al polígono azul existe una región en color rosado que identifica áreas susceptibles a explotaciones mineras.

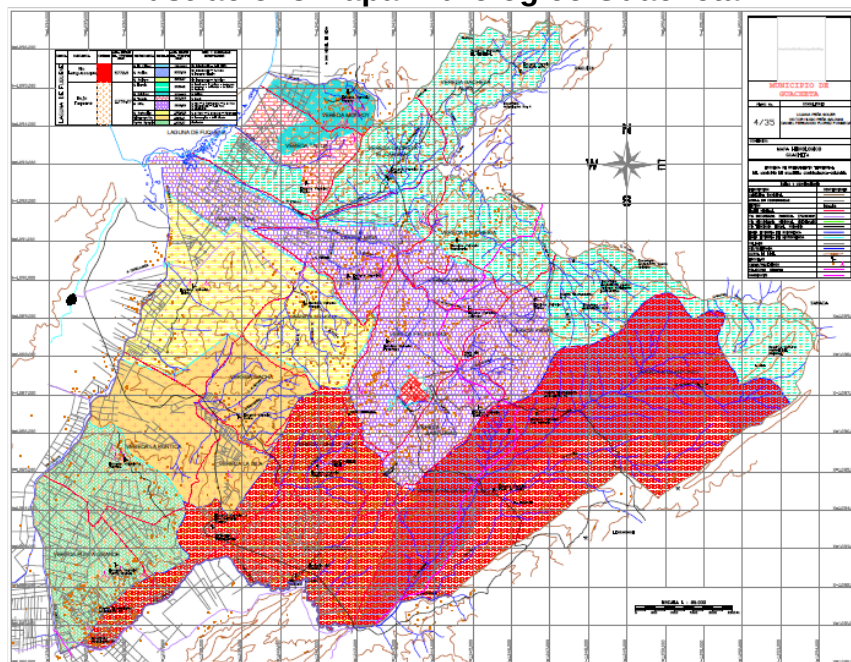
Ilustración7 Uso del Suelo Municipio de Guachetá



Fuente: Oficina Municipal de Asistencia Técnica Ambiental y Agropecuaria (OMATAA).

Del mismo modo se obtuvo en el análisis de información preliminar el mapa hidrológico el cual se muestra en la Ilustración 8, el mapa hidrológico se relaciona a una escala de 1:25000 y esquematiza diferentes variables, entre las que se destacan las hidrológicas (Ilustración 8), la presencia de proyectos de desarrollo económico correspondiente a un poliducto y gasoducto, las viviendas, las plantas de tratamiento, denotando los requerimientos de la comunidad y la afectación que éstos le dan al páramo, ya que contribuyen con la fragmentación ecológica, y la consecuente alteración de los procesos ecológicos esenciales.

Ilustración8 Mapa Hidrológico Guachetá



Fuente: Oficina Municipal de Asistencia Técnica Ambiental y Agropecuaria (OMATAA).

El documento con mayores aportes a este estudio fue realizado por el Instituto Humboldt, CAR, CORPOBOYACA, CORPOCHIVOR y lleva como título *Estudio Sobre el Estado Actual del Macizo del Páramo Rabanal* [8]. Este estudio ha proporcionado información concerniente a las especies más representativas en los municipios que abarca el páramo en general pero para este caso se obtuvo información de variables climatológicas y físico químicas para los municipios de Guachetá Cundinamarca, Ráquira y Samacá Boyacá. Los datos obtenidos están basados en problemáticas reales que el área de estudio ha venido sufriendo principalmente como causa de actividades antrópicas, siendo las problemáticas más relevantes, el mal uso del suelo, la fragmentación ecológica, la alteración a la calidad del paisaje, la pérdida de la biodiversidad, la migración de especies y la erosión entre otros.

4.2. Evaluación Ecológica Rápida del área del acueducto regional número 1.

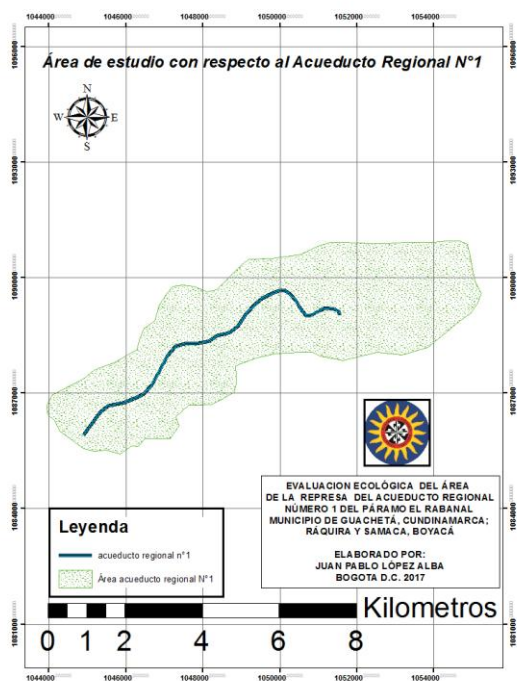
Para la determinación del área de estudio se realizó una evaluación ecológica rápida que relaciona los siguientes aspectos:

4.2.1. Delimitación del área de estudio

Teniendo en cuenta los puntos de muestreo que fueron tomados con la ayuda de un GPS se ha diseñado un polígono que abarque un área de influencia no solo con respecto a la represa del acueducto regional número 1, que es el eje central de este estudio, sino a su área de influencia directa, teniendo en cuenta las

demás variables que se han evaluado en esta investigación, es decir que a partir del siguiente polígono se ubicarán más adelante la clasificación servicios ecosistémicos, especies significativas y aspectos susceptibles a producir impacto.

Ilustración 9 Área de estudio con respecto al Acueducto Regional N°1

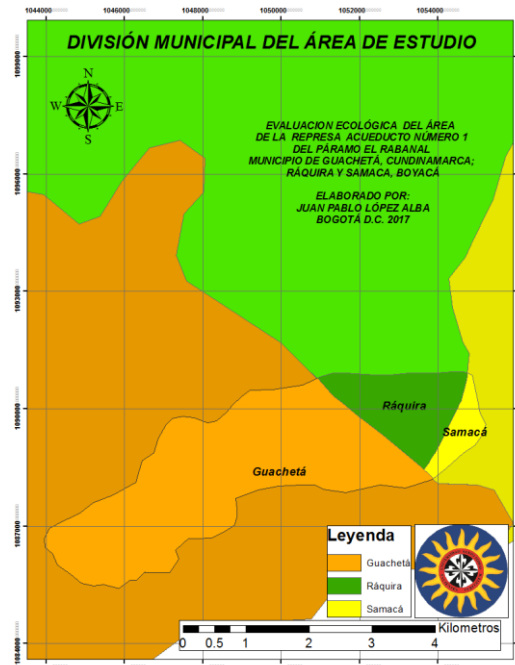


Fuente: el autor

El área de estudio se encuentra ubicada en los municipios de Guachetá, Cundinamarca; Ráquira y Samacá Boyacá con un promedio de altitud sobre el nivel del mar de 3368.31 msnm. Las veredas que corresponden al área de estudio son:

- San Antonio (Guachetá)
- Firita Peña Arriba (Ráquira)
- La chorrera (Samacá)
- Loma Redonda (Samacá)

Ilustración 10 División municipal del área de estudio



Fuente: el autor

4.2.2. Puntos de muestreo:

Se tomaron 28 puntos de muestreo teniendo en cuenta las franjas altitudinales y la variación del paisaje, partiendo de la escuela primaria de la vereda San Antonio correspondiente al municipio de Guachetá a los 3088 msnm y de esta manera se inició el recorrido hasta llegar al punto más alto dentro del área de estudio que se encuentra a una altura de 3423 msnm ubicado en el municipio de Samacá, Boyacá

A continuación se presenta la tabla de puntos de muestreo con su respectivo nombre y coordenadas correspondientes.

Tabla 9 Puntos de muestreo

Punto de muestreo	Nombre del Punto	Altura (metros sobre el nivel del mar)	X	Y
1	Escuela san Antonio	3088	1086664	1046516
2	Vivienda 1	3166	1087188	1047139
3	Cultivo 1	3310	1088137	1047455
4	Salitre	3296	1088310	1048092
5	Planta de tratamiento el Salitre	3390	1089504	1049899
6	Aljibe 1	3366	1089092	1049213
7	Ganadería 1	3346	1088900	1049260
8	Cultivo 2	3380	1089534	1050414

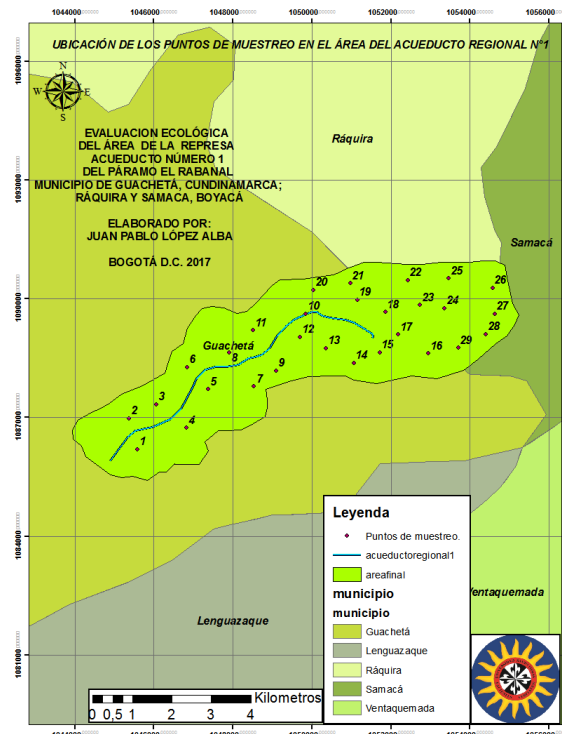
9	Entrada acueducto	3377	1089516	1050789
10	Acueducto regional No 1	3387	1089461	1050856
11	Cascada acueducto	3380	1089585	1050950
12	Quebrada Honda	3389	1089614	1051009
13	Quebrada Boquerón	3397	1089652	1051061
14	Ráquira	3400	1089739	1051108
15	Pinos	3406	1089763	1051129
16	Samacá	3385	1089572	1050862
17	Aljibe 2	3391	1089494	1050820
18	Frailejones	3423	1090050	1051264
19	Quebrada Firita	3419	1090229	1051744
20	Cultivo 3	3402	1089757	1051072
21	Vivienda 2	3404	1089779	1051031
22	Ganadería 2	3402	1089816	1050996
23	Vivienda 3	3405	1089824	1050935
24	Aljibe 3	3404	1089827	1050905
25	Cultivo 4	3404	1089858	1050888
26	Vivienda 4	3404	1089860	1050853
27	Cultivo 5	3399	1089820	1050797
28	Aljibe 4	3379	1089390	1050919

Fuente: el autor.

Para la toma de puntos de muestreo se realizó en una jornada de 6 horas de trabajo en la primer visita de campo, el tiempo se debe a la complejidad de acceso a estos territorios puesto que el ingreso de vehículos es impedido desde el punto 4, desde este punto el recorrido fue completamente realizado a pie.

A partir del mapa de que muestra el área de estudio se sobreponen los puntos de muestreo para entender la distribución y la ubicación de cada punto con respecto al área de estudio como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 11 Ubicación de los puntos de muestreo en el área del acueducto regional N°1

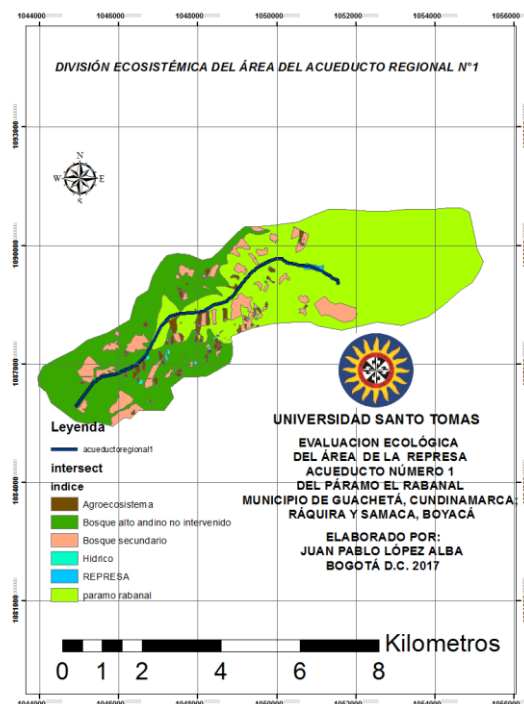


Fuente: el autor

4.2.3. Ecosistemas presentes en el área de estudio

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas en las visitas de campo y los estudios previos, se procedió a realizar un mapa de clasificación ecosistémica del área de estudio, en este caso se registran los ecosistemas de bosque alto andino, agroecosistemas, ecosistemas hídricos y el páramo Rabanal. Para esto se presenta la siguiente ilustración.

Ilustración 12 Clasificación ecosistémica del área de estudio



Fuente: el autor

- Bosque alto andino:

Está ubicado entre los 2.800 y 3.200 metros de altitud, para el caso de estudio el punto 1 de muestreo está ubicado a los 3008 msnm; este ecosistema en el área de estudio comprende únicamente el municipio de Guachetá, ocupando un área de 28.739026 Km², se caracteriza por su amplia diversidad biológica. Árboles como el raque, mortiño, canelo, romero, aliso y varios familiares del sietecueros como el angelito, son predominantes. Una familia muy vistosa de arbustos está formada por los parientes del pegamosco que se distinguen fácil por lo vistoso de sus flores. Los helechos van desde las minúsculas gateaderas hasta el helecho palma, especie que supera los diez metros de altura; algunos de ellos se comportan como epífitos en el bosque alto andino y como rupícolas en el páramo. Los musgos y los líquenes al igual que las orquídeas son parte integral de estos ecosistemas; ellos aportan el color y las texturas propias del bosque nativo.

Este ecosistema abarca diferentes componentes que son propios de un bosque alto andino, sin embargo a la hora de realizar los muestreos en las visitas de campo ha tomado como punto de partida la escuela de la vereda San Antonio del municipio de Guachetá hasta el punto 6 (aljibe 1) se encuentra este ecosistema. Las variables más representativas tienen que ver con actividades económicas relacionadas con la agricultura y la ganadería y a que gran parte en esta área se encuentran viviendas las cuales van a requerir un consumo de recursos naturales.

Por otro lado, las características asociadas al bosque alto andino están relacionadas con el piso del bosque altoandino ya que está cubierto de musgos, selaginellas, colchón de pobre y muchas otras plantas que funcionan como

esponjas y absorben y acumulan grandes cantidades de agua que dan origen a riachuelos, quebradas y ríos que descienden a las zonas bajas.

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas en las visitas de campo, se han encontrado puntos dentro del ecosistema alto andino que fueron denominados como bosques secundarios ya que han sido intervenidos directa o indirectamente por las actividades antrópicas de la región que trae como consecuencia la desestabilización de las características propias del ecosistema, principalmente el desgaste de los suelos a causa de la agricultura y actividades ganaderas.

En esta área se ha encontrado uno de las variables con mayor influencia y con mayor afectación para los organismos presentes y es la presencia de una mina llamada "*El Santuario*" cuyo material de extracción es el carbón que presenta una relación directa con los componentes bióticos y abióticos del entorno, y esto se debe al requerimiento y mantenimiento de esta industria puesto que requiere un consumo de agua, extracción de madera, desestabilización del suelo y la eliminación de especies vegetales que ocupan el territorio de la mina. Esta mina es uno de las variables con mayor capacidad de afectación para los ecosistemas que rodean el área de estudio, sin embargo las autoridades ambientales han intervenido de tal forma que la ocupación del territorio de la mina no llegue al páramo Rabanal.

Ilustración 13 Bosque Alto andino. Vereda San Antonio, municipio de Guachetá Cundinamarca



Fuente: el autor

- Ecosistemas hídricos:

Es importante tener en cuenta que los páramos aunque ocupan solamente el 1,7% del territorio nacional son los que aportan más del 70% de agua dulce y esto se debe a que los páramos son humedales de alta montaña. Al estar ubicados en la zona ecuatorial, permanecen fríos todo el año, lo que hace que sus suelos se mantengan ricos en nutrientes de origen volcánico. Todas esas características hacen de los páramos verdaderas esponjas que capturan la humedad en las alturas, purifican el agua y regulan su flujo hacia abajo

Existen también dentro del área de estudio diferentes cuerpos de agua algunos más grandes que otros pero que al final aportaran un beneficio ecosistémico para regular las actividades antrópicas y naturales que allí se presentan.

Los cuerpos hídricos que existen en el área de estudio van desde aljibes hasta la represa del acueducto regional número 1 los cuales alimentan a la microcuenca del río quebrada honda que desembocará en la laguna de Fúquene.

Ilustración 14 Acueducto regional N°1



Fuente: el autor

- Agroecosistemas:

Los agroecosistemas tienen una gran influencia en cuanto a la alteración de las características propias de un área determinada, contribuyendo con la fragmentación del paisaje, ya en este caso existen diferentes actividades que se desarrollan dentro del área de estudio que traen beneficios económicos a la comunidad, en este caso las actividades como la agricultura, la ganadería y la minería artesanal han alterado significativamente la calidad ambiental del lugar.

Se han registrado en las visitas de campo diferentes agroecosistemas que están distribuidos en toda el área de estudio principalmente en el municipio de Guachetá.

En este caso se han definido los agroecosistemas como ecosistemas sometidos por el hombre a continuas modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos para la producción de alimentos y fibras. Estas modificaciones afectan prácticamente a todos los procesos estudiados por la ecología, y abarcan desde el comportamiento de los individuos, tanto de la flora como la fauna, y la dinámica de las poblaciones hasta la composición de las comunidades y los flujos de materia y energía.

De esta manera se clasifican los agroecosistemas como:

Pastoriles: cuando lo que se utiliza es la biomasa vegetal para alimentación de ganado, es allí cuando se habla de sistemas agropecuarios.

Silvícolas: cuando se foresta con árboles, que en general son las especies que el hombre considera de interés económico. Pudiendo hablarse de sistemas silvopastoriles cuando se asocian árboles y pastizales para el ganado.

Ilustración 15 Agroecosistema

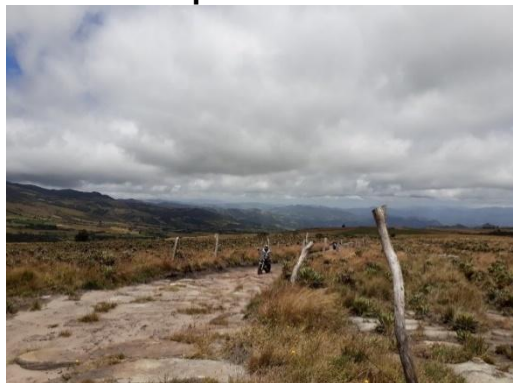


Fuente: el autor

- Bosques secundarios:

Los bosques secundarios son una vegetación que coloniza áreas cuya vegetación original desapareció parcial o totalmente debido a perturbaciones naturales o humanas. Existen diferentes puntos en los cuales se puede hablar de bosques secundarios dentro del área de estudio, y esto se debe a los cambios de vegetación tan drásticos entre 2 zonas, estos cambios son dados principalmente por actividades de deforestación y agricultura ya que estas actividades alteran y modifican las propiedades de la vegetación en un área determinada.

Ilustración 16 Bosques secundario intervenido



Fuente: el autor

- Ecosistema de Páramo propiamente dicho:

El área que corresponde al páramo Rabanal es un macizo montañoso ubicado en la frontera entre los departamentos de Cundinamarca y Boyacá en la cordillera oriental que comprende zonas altas de más de 3 veredas pertenecientes a 3 municipios (Samacá, Ráquira y Guachetá). En él coexisten una gran variedad de especies de páramo, que bordean áreas de fuentes hídricas desde aljibes hasta el nacimiento y conformación de la represa del acueducto regional N° praderas,

bosques andinos, áreas de cultivo, zonas dedicadas a la ganadería y áreas mineras. La mayor parte de la región ha estado sometida a importantes procesos de intervención humana desde épocas precolombinas y sus paisajes han sido transformados hasta convertirlos en un complejo mosaico socio-ecológico. Las variadas coberturas y formas de uso ponen en evidencia la heterogeneidad de condiciones de la base biofísica marcada por un relieve de escarpes y valles paralelos intercalados que se extienden en dirección suroeste a noreste y, a la vez, la diversidad de sistemas productivos desplegados por los habitantes locales, las empresas privadas y las instituciones públicas que allí han confluído a lo largo del tiempo.

Ilustración 17 Páramo Rabanal



Fuente: el autor

4.2.4. Evaluación de la biodiversidad:

Dado que el páramo es un ecosistema de elevada altitud, ciertas características físicas, químicas y climáticas afectan el funcionamiento biológico de los organismos que viven allí.

- De tal manera que las plantas que se desarrollan en estos lugares cuentan con distintas adaptaciones para distintos factores entre los que se incluyen:
- Aire de altitud elevada con bajo contenido de agua.
- Bajas temperaturas.
- Intensa radiación ultra violeta.
- Cambios rápidos en la insolación causantes de absorción o pérdida de calor.
- Efecto secante de los vientos.

La evaluación de la diversidad biológica a nivel mundial ha indicado que existen alrededor de 1.5 millones de especies vivientes descritas, de las cuales 1.500 especies corresponden a anfibios y reptiles, más de 4000 especies de bacterias, 4.500 especies de mamíferos, 5.000 especies de virus, 10.000 especies de aves, 22.000 especies de peces, más de 70.000 especies de hongos, unas 270.000 especies de plantas, 400.000 especies de invertebrados y más de 960.000 especies de insectos, de las cuales más de 600.000 son escarabajos. Sin embargo, el número puede exceder los 5 millones de especies, pero estudios más recientes consideran que el intervalo real está entre 5 y 30 millones, siendo los

insectos el grupo con mayor riqueza de especies. Más de la mitad de las anteriores cifras han sido registradas en las regiones húmedas tropicales que corresponden al 7% de las tierras emergidas, constituyéndose en los ecosistemas más ricos y complejos del mundo, con múltiples y complejas relaciones entre los organismos, el suelo y la atmósfera, lo cual da como resultado una gran fragilidad que afecta principalmente la regeneración natural del ecosistema [12].

Es importante identificar desde las especies más representativas de flora y fauna hasta las especies que se encuentran a menor escala. Para esto se ha realizado un inventario de las especies presentes en el área de estudio.

▪ Características de la vegetación regional:

Los formatos de evaluación ecológica rápida han facilitado el entendimiento de la forma en que se distribuyen las especies dentro del área de estudio, a su vez identifican los usos que la comunidad o los mismos ecosistemas proporcionan a las diferentes especies.

A la hora de realizar las visitas de campo se ha notado que los ecosistemas han presentado diferentes intervenciones de maderas u especies hace muchos años según las entrevistas realizadas a los habitantes del sector y según la ingeniera ambiental del municipio quien ha venido realizando una actualización de la línea base del municipio de Guachetá.

Más arriba de los 3200 msnm hay colinas, laderas y sabanas de gramíneas, que según observaciones de campo y realización de muestreos hay en la zona gran variedad de frailejones unas 17 especies entre ellos *Espeletiagrandiflora*, *E. congestiflora*, *E. corymbosa*, *E. garciae*, *E. argétea*, *E. boyacensis*, y otros, cardones *Puya sp*, Cucharos *Myrsine dependens* y chites *Hypericum brathis*, *H. goyanensis*, *H. prostratum*, *H. Laricifolium*, *H. mexicanum*. Propios del páramo al igual sobre pequeñas colinas, con laderas y terrazas, hay superficies cubiertas de gran diversidad de gramíneas como *Calamagrostis efusa*, *Festuca sp.*, *Paspalum sp.*, *Agrostis sp.* y arbustos de *Chusquea sp.*, *Baccharis sp.*, *Buquectia sp.*, *Gynoxis sp.*, *Senecio sp.*, *Tibouquina sp.*, *Pentacalea sp.* y *Dyplostephyum sp.* Igual hay pequeñas áreas de denudación en cúspides de las cuchillas, zonas rocosas como en las veredas de San Antonio municipio de Guachetá.

Ilustración 18 *Espeletia conglomerata*, Frailejón característico del área de estudio



Fuente: el autor

En la zona occidental son mucho más pronunciadas las pendientes y son escasas las precipitaciones y las coberturas vegetales son pobres y a su vez están más intervenidas por el hombre y se ubican mayor número de viviendas y cultivos hasta los 3400 msnm como es el caso de vereda Firita Peña arriba en Ráquira y San Antonio en Guachetá.

El dosel o techo del bosque lo forman las copas de los arrayanes, dragos, amarraboyos, zarros, chagualos, sietecueros y varias especies de palmas (macana, entre otras). Algunas plantas crecen sobre otras y a veces las estrangulan, como lo hacen los matapalos y otras especies [13].

Se han evidenciado también diferentes sitios de páramo que se comunican con cercanías de zonas urbanas de los municipios que abarca el área de estudio las cuales han sido llamadas áreas de subpáramo, en estas zonas de estudio, se ubican infraestructuras de acueductos, Escuelas sobre los 3000 msnm, centros de acopio de materias primas o insumos de actividades agrícolas etc. Allí aparecen algunas áreas boscosas y de cultivos de papa propias de la zona representándose variadas comunidades vegetales, y zonas intermedias de baja agricultura, y ganadería artesanal.

El área de estudio presenta una gran diversidad de especies de flora y los habitantes de la región le proporcionan diferentes usos a estas especies. A continuación se presenta una lista de la clasificación de los diferentes usos d especies florísticas.

Un buen número de familias y de especies presentan condiciones aptas para ser consideradas como ornamentales, ya sea por el colorido de sus flores o por su arquitectura para embellecer el paisaje, entre ellas cabe destacar las siguientes especies.

Tabla 10 Especies ornamentales

Nombre común	Familia	Especie
Orquídeas	ORCHIDACEAE	<i>Epidendrum sp</i> <i>Oncidium Sp.</i> <i>Telipogon Sp</i>
Quiches	BROMELLIACEA	<i>Tillandsia turneri</i>
Margarita	ASTERACEAE	<i>Calea sp. Sp.</i> <i>Barnadesia sp</i>
Siete cueros angelito	MELATOMATACEAE	<i>Tibouchina sp</i> <i>Monochaetum myrtoideum</i> <i>Monochaetum sp</i>
Begonia	BEGONIACEAE	<i>Begonia sp.</i>
Mano de oso	ARALIACEAE	<i>Oreopanax floribundum</i>
Arboloco	ASTERACEAE	<i>Polymnia pyramidalis</i>
Arrayan	MYRTACEAE	<i>Myrsianthes leucoxylla</i>
Borrachero	SOLANACEAE	<i>Brugmansia arborea</i>

Raque	ELEOCARPACEAE	<i>Vallea stipularis</i>
-------	---------------	--------------------------

Fuente: el autor

Tabla 11*Paepalanthus columbiensis*, Quiche típico del área de estudio.



Fuente: el autor

Las especies arbóreas tienen una gran importancia para los habitantes de la región, y es que son utilizadas principalmente para actividades de cercado y para actividades comunes de campo. Estas actividades incrementan los niveles de deforestación dentro del área de estudio alterando así las características propias de los ecosistemas.

A continuación se presenta una tabla que sintetiza las especies con mayores usos dentro en el área del acueducto regional número 1, teniendo en cuenta que esta información ha sido recolectada como resultados de los formatos de EER.

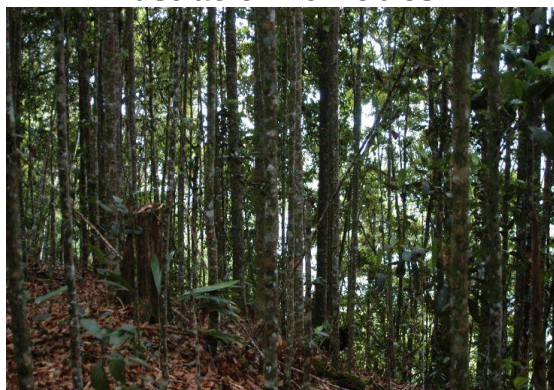
Tabla 12 Usos de especies arbóreas

Nombre común	Familia	Nombre científico	Usos	Ubicación
Roble	FAGACEAE	<i>Querus Humboldtii.</i>	Leña, Carbón, cercos y vigas	potreros, margen de quebrada y caminos
Arrayan	MYRTACEAE	<i>Myrcia sp.</i>	Leña, cercos y vigas	Monte, potreros, margen de quebrada y caminos
Manzano	CLETHRACEAE	<i>Clethra sp.</i>	Leña, cercos y alimento para avifauna	Monte, potreros, margen de quebrada y caminos
Tuno	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia sp.</i>	Leña y cercos	Monte, potreros, margen de quebrada y caminos
Guamo	LEGUMINOSIDAE	<i>Inga sp.</i>	Comestible y hechura de tutores	Margen de quebrada y caminos
Perucho	ANACARDIACEAE	<i>Mauria ovalifolia.</i>	Postes, hechura de tutores y medicinal	Monte, potreros, margen de quebrada y caminos
Sietecueros	Melastomataceae	<i>Tibouquina lepidota</i>	Leña, cercos	Monte, potreros, margen de quebrada y caminos

Fuente: el autor

Como se observa en la tabla anterior los usos más frecuentes para estas especies tiene que ver con la elaboración de cercas para delimitar los predios y terrenos de cada propietario; adicionalmente estas especies son utilizadas como combustible para la quema de basuras o para el funcionamiento de estufas artesanales típicas de la región.

Ilustración 19 Robles



Fuente: el autor

Igualmente, se observan especies artesanales, utilizadas en sistemas extractivos y son empleadas con alguna frecuencia para realizar herramientas, elaborar ranchos o refuerzos de canastos, tapas de bultos de productos. También son fuente vital para la economía en sectores aledaños a esta región los cuales tienen una mejor valoración a nivel de artesanía elaborada y que se encuentran en algunas áreas del municipio de Macizo Páramo de Rabanal y los municipios del área de Estudio.

En la siguiente tabla se muestra los usos artesanales a diferentes especies encontradas en las visitas de campo.

Tabla 13 Especies artesanales y sus usos

Nombre común	Familia	Nombre científico	Usos	Localización
Chusque	Graminea	Chusquea scandens	Canastos, cunas, techos	Ráquira
Paja	Graminea	Calamagrostis effusa	techos, petacas	Ráquira y Guachetá
Junco	Juncaceae	Juncus sp.	esteras	Ráquira y Guachetá
Bejuco	Smilacaceae	Smilax tomentosa.	canastos, refuerzos	Ráquira
Aliso	Betulaceae	Alnus acuminata	Figuras retablos	Ráquira
Helecho carne	Polypodiaceae	Pteridium aquilinum	nidos, techos, escobas	Samacá y Guachetá
Risgua	Cannaceae	Canna sp	Envolturas de tamales	Ráquira y Samacá,

Fuente: el autor

Según la tabla anterior es notorio que aún se conservan ciertas tradiciones en cuanto a la fabricación de utensilios artesanales dentro de las cuales se destacan los canastos y esteras que son ampliamente utilizadas en las viviendas campesinas que corresponden al área de estudio.

Ilustración 20*Chusquea Scandens*, Chusque característico del área de estudio



Fuente: el autor

Existe una gran variedad de plantas con frutos comestibles para el hombre, mamíferos y las aves donde e igual con sus frutos se puede elaborar industrias o ceras, jugos o vinos o simple comercio informal, y se encuentran principalmente en los municipios de Ráquira y sectores de Guachetá; con la recolecta de agrás de la familia Ericaceae que en ocasiones se puede recoger una sola familia en época de cosecha más de 600 arrobas.

Ilustración 21*Vaccinium meridionale*, Agraz característico del área de estudio.



Fuente: el autor

A continuación se presenta una lista de las especies más importantes en cuanto a fines económicos.

Tabla 14 Especies económicamente importantes

Nombre común	Familia	Nombre científico	Dispersor
Agraz	Ericaceae	<i>Vaccinium meridionale</i>	Aves y viento
Tomatillo de monte	Solanaceae	<i>Solanun caripense</i>	Aves, roedores, agua

Uva de monte	Ericaceae	<i>Macleania sp.</i>	Aves, roedores, agua
Mora	Rosaceae	<i>Fregaria sp</i>	Aves, roedores, agua
Laurel de cera	Myricaceae	<i>Myrica parvifolia</i>	Aves y agua
Cubio	Tropeliaceae	<i>Tropaelum sp.</i>	Aves y agua

Fuente: el autor

Adicionalmente, existen también diferentes especies que son utilizadas con fines medicinales, algunas de estas tienen un valor importante en el mercado y otras son adquiridas sin mayor problema por los habitantes de la región.

Las especies de plantas medicinales han sido la solución a muchos problemas de salud siendo estas una herencia cultural de los antepasados puesto que sus propiedades se utilizan principalmente para curar enfermedades digestivas.

Dentro de las plantas más representativas se encuentran:

- **Altamisa (*Artemisia vulgaris*):** la altamisa ha sido usada comúnmente para reducir la fiebre, dolores de cabeza, migraña, artritis y problemas digestivos.

Ilustración 22 Artemisia vulgaris. Altamisa



Fuente: el autor

- **Apio (*Apium graveolens*):** es una hortaliza muy saludable con grandes propiedades nutricionales y medicinales. Entre los beneficios que esta especie trae a la salud se encuentra que ayuda a depurar el organismo, es uno de los diuréticos mas potentes, aumenta los niveles de defensa en el organismo, contribuye al buen funcionamiento del sistema nervioso y muscular, previene el estreñimiento y estimula la eliminación de líquidos acumulados en el organismo.
- **Guama (*Inga edulis*):** esta planta es una de las más utilizada en cuanto a problemas de reumatismo teniendo en cuenta que son utilizadas para realizar baños ya que no es recomendable utilizarla por via oral. Adicionalmente previene dolores de cabeza y ayuda a mantener estable el funcionamiento del sistema nervioso.
- **Caminadera (*Lycopodium clavatum*):** ha servido desde hace mucho tiempo para dolencias estomacales y urinarias.

- **Arrayán (*Myrtus communis*)** : existen múltiples beneficios para la salud del arrayán, entre los que se encuentran propiedades antisépticas y desinfectantes. Por esta razón, se utiliza el aceite esencial de arrayán en heridas, para evitar infecciones y tétanos. El arrayán afloja la mucosidad y la flema, aliviando así la congestión de nariz, bronquios y pulmones. Es usado con éxito en cuadros respiratorios y de tos en bebés y ancianos, así como también para tratar gripes comunes.
- **Cilantro (*Coriandrum sativum*)**: posee propiedades medicinales antiespasmódicas y digestivas. Además, resulta ser un excelente estimulante del sistema nervioso y presenta propiedades carminativas y aperitivas.
- **Cidrón (*Aloysia triphylla*)**: Es una planta digestiva por excelencia. Se recomienda a estómagos débiles o para los nervios en el estómago.

Estas especies son determinantes a la hora de valorar los servicios ecosistémicos puesto que esta tradición ancestral se mantiene viva en el área de estudio y posee una gran importancia cultural y socioeconómica para los habitantes del sector.

- **Características de la fauna presente en el área de estudio**

La identificación de las especies de fauna presentes en el área de estudio se basó en las observaciones realizadas en las visitas de campo, teniendo en cuenta su presencia en todos los tipos de vegetación y los reportes de la información secundaria. Los formatos de evaluación ecológica rápida han facilitado el ordenamiento de esta información abarcando variables relacionadas con el uso de especies de fauna. A continuación se describen las especies más representativas que se encontraron en el desarrollo de esta investigación las cuales se lograron identificar gracias a las visitas de campo y a la revisión de análisis y de estudios preliminares llevados a cabo en el área de estudio.

En la región del páramo y subpáramo la presencia es baja, y esto se debe principalmente a las presiones ejercidas por el hombre en los últimos años alterando los suelos para su beneficio económico; sin embargo hay una presencia fuerte en cuanto a ganadería en los ecosistemas del área de estudio principalmente en el bosque alto andino.

- **Aves:**

De acuerdo a los ecosistemas presentes en el área de estudio se han encontrado en las zonas del bosque alto andino y páramo una buena diversidad de aves, y que según avistamientos de los pobladores y propias a la hora de realizar las visitas de campo, se reportan aproximadamente más de 40 especies pero se asume que este número puede llegar a ser el doble.

En la siguiente tabla se mencionan las especies de aves más comunes y los hábitats en los cuales se registró la presencia de estas mismas.

Tabla 15 Especies de aves encontradas en el área de estudio.

Nombre común	Orden	Nombre científico	Hábitat
Perdiz	Tinamidae	<i>Colinus cristatus lencotis</i>	matorral ,rastros, cultivo campo abierto pastos
Toche	Passeriformes	<i>Icterus chrysater giraudii</i>	matorral ,rastros, cultivo campo rocoso y abierto
Colibrí	Apodiformis	<i>Amazilia versicolor</i>	matorral rastros, campo abiertos
Azulejo	Coerebidae	<i>Diglossa cyanea</i>	matorral rastros, cultivos
Gavilán	Falconiformes	<i>Buteo magnirostris</i>	matorral rastros, campo rocoso y abierto
Gallinazo	Falconiformes	<i>Coragyps atratus</i>	matorral rastros, campo rocoso y abierto
Copetón	Columbiformes	<i>Zonotrichia capensis costarricensis</i>	matorral rastros,
Gorriones	Spinus sp.	<i>Fringillidae</i>	matorral rastros, campo rocoso y abierto
Chirlobirlo	Icteridae	<i>Sturnella magna meriadionalis</i>	matorral ,rastros, cultivo abierto
Chisga	Passeriformes	<i>Carduelis spinescens</i>	matorral, pantano, margen río
Mirla Blanca	Passeriformes	<i>Mimus gilvus</i>	matorral rastros, campo rocoso y abierto
Mirla Negra	Passeriformes	<i>Turdus fuscater</i>	matorral rastros, campo abierto
Cucarachero	Passeriformes	<i>Troglodites sp.</i>	matorral rastros, campo rocoso
Golondrina	Passeriformes	<i>Golondrina - parda</i>	matorral rastros, campo rocoso y abierto
Lechuza	Strigiformes	<i>Tyto alba</i>	matorral ,rastros, cultivo campo abierto pastos
Carpintero	Piciformes	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	rastros, cultivo campo abierto
Pato	Anatidae	<i>Podilymbus sp.</i>	Bosques andinos.

Fuente: el autor

Teniendo en cuenta todas las especies de aves encontradas se halló que solo el 35% se observa en el sector con mucha frecuencia, mientras que especies como; Carpinteros, lechuzas y patos, ya raramente se encuentran. Y a medida que se han transformado las coberturas y las características propias de los ecosistemas

se encuentran otras especies más comunes como los en la medida que se transforman las coberturas originales.

Ilustración 23 Chirlobirlo (*Sturnella magnaMeriadionalis*), especie característica del área de estudio.



Fuente: el autor

- Mamíferos:

En el momento de realizar los avistamientos dentro del área de estudio y posteriormente ingresar a zonas con un acceso más complejo se encontró una variedad de mamíferos de pequeño tamaño los cuales son típicos de esta región dentro de los cuales se encuentran ardilla (*Sciurus granatensis*), cury (*Cavia porcellus anolaimae*), Conejo Silvestre(*Sylvilagus brasiliensis*) entre otros. Adicionalmente, a la hora de entablar las entrevistas con los campesinos de la región hablaron de algunas especies de animales que han ido desapareciendo a través del tiempo debido a la invasión de los hábitats naturales de estas especies por parte del hombre.

En la siguiente tabla se registran los nombres comunes, nombres científicos, familia, hábitats y por último la permanencia o no de estas especies que han sido registradas gracias a los formatos de evaluación ecológica rápida llenados en las visitas de campo y complementados con la información ya existente de otros documentos dentro de los cuales está el documento de biodiversidad de flora y fauna del municipio de Guachetá suministrado por la OMATAA.

Tabla 16 Inventario de Mamíferos correspondientes al área de estudio

Nombre común	Nombre Científico	Familia	Hábitat	Estado actual
Curí	<i>Cavia porcellus</i>	Cavidae	Páramo, represa, aljibes, frailejones	Abundante
Ratón	<i>Akodon bogotensis</i>	Muridae	Bosque alto andino	Abundante
Conejo silvestre	<i>Sylvilagus sp.</i>	Leporidae	Bosque alto andino	Abundante
Ardilla	<i>Sciurus granadensis</i>	Sciuridae	Bosque alto andino	Escaso
Murciélago	<i>Myotis oxyotus</i>	Vespertilionidae	Bosque alto andino	Esporádico
Armadillo	Dasypodidae	<i>Dasypus novencintus</i>	Páramo, bosque alto andino	Esporádico

Comadreja	<i>Mustela frenata</i>	Mustelidae	Bosque alto andino	Abundante
-----------	------------------------	------------	--------------------	-----------

Fuente: el autor

Existen también mamíferos que son utilizados con fines económicos o que simplemente apoyan las labores de trabajo de los habitantes. A continuación se nombran las especies de las cuales el ser humano suple sus necesidades mediante actividades de ganadería.

- **Bovinos:**

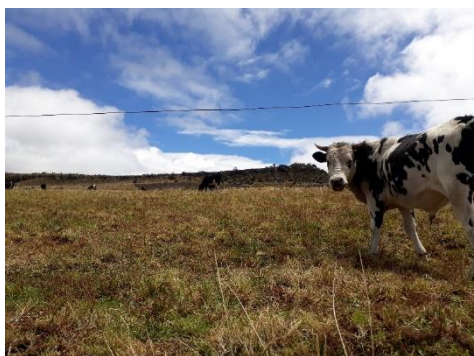
En cuanto a las especies que son referentes a actividades ganaderas existe una gran presencia de razas bovinas las cuales están destinadas a labores de producción de leche y a la cría de animales para comercializarlos.

Dentro de las especies bovinas más representativas se encuentran las siguientes:

Holstein (*Bos Taurus*): Las hembras adquieren un peso promedio entre 300 y 450 kg y los machos entre 400 y 600 kg. La producción promedio varía entre los 25 litros diarios por cada especie.

Normando (*Bos Taurus*): esta es la especie más común dentro del área de estudio debido a que los campesinos le han proporcionado 2 funciones principales que son el suministro de leche para comercializarla y la crianza de estas especies para ser vendidas.

Ilustración 24 Normando (*Bos taurus*)



Fuente: el autor

De acuerdo al recorrido que se realizó y a las entrevistas hechas a la comunidad del área de estudio se encontró que más del 50% de las especies bovinas tienen una edad mayor a 24 meses y el otro 50% corresponde a especies entre los 13 y 24 meses y a especies jóvenes desde 0 a 12 meses.

- **Ovinas:**

Por otro lado, hay una gran presencia de especies ovinas que son destinadas para el comercio de lana a diferentes regiones, estas especies se encuentran únicamente en la vereda de San Antonio que hace parte del ecosistema bosque alto andino, ya que las condiciones naturales de esta área en específica son las más apropiadas para la crianza de estas especies. La especie más representativa de esta región es llamada comúnmente como Oveja Merina, y su nombre científico es *Ovis aries*, estas especies normalmente a partir de los 18 meses empiezan a

tener 2 crías al año y cada año se esquila la lana para su posterior comercialización teniendo en cuenta que el promedio de vida está entre 7 y 9 años.

En la siguiente ilustración se puede observar una población de ovejas merina (*Ovis aries*) encontradas en los recorridos de las visitas de campo, este criadero se encuentra en la vereda San Antonio correspondiente al ecosistema Bosque alto andino dando las condiciones apropiadas para un óptimo y eficiente crecimiento y producción de estas especies.

Ilustración 25 Criadero de Ovejas merina (*Ovis aries*)



Fuente: el autor

- Caprinas:

Dentro del mismo criadero se encontró otra especie que en los últimos años se ha fortalecido debido a los beneficios económicos que las Cabras y chivos (*Capra aegagrus hircus*) los cuales son criados para incrementar el comercio de la leche obtenidos por las hembras de esta especie las cuales tienen una producción diaria que oscila entre los 4 y 6 litros por cada especie.

Ilustración 26 Cabras y chivos (*Capra aegagrus hircus*)



Fuente: el autor

• Equinas:

Esta es una de las especies con mayor importancia para los campesinos puesto que son utilizadas para el transporte y desplazamiento de los habitantes principalmente en zonas de difícil acceso, a su vez se emplean para el transporte de materiales pesados. La presencia del ganado equino dentro del área de estudio junto con el ganado bovino son los que mayores beneficios proporcionan a los

habitantes del sector. En la siguiente imagen se puede observar una especie que es la más común y la más representativa dentro del área de estudio.

Ilustración 27 Ganado equino, páramo Rabanal



Fuente: el autor

- Anfibios peces y reptiles:

Estas especies sin duda alguna han sido una de las especies con mayor afectación dentro del entorno que compone el área de estudio, y es que según los datos proporcionados por los estudios en el páramo de las autoridades ambientales, actividades económicas principalmente la minería han acabado con las hábitats de anfibios y reptiles; del mismo modo, se han alterado las propiedades naturales de los ecosistemas hídricos perjudicando la presencia de peces.

Tabla 17 Inventario de peces, anfibios y reptiles encontrados en el área de estudio.

Anfibios – reptiles - peces	Nombre común	Nombre científico	Familia
Peces	Trucha	<i>Salmo gairdneri</i>	Salmónidos
	Capitán	<i>(Eremophilus mutisii)</i>	Trichomycteridae
	Guapucha	<i>Grundulus bogotensis</i>	Characidae
Anfibios	Sapo	<i>Atelopus ebenoides marynkeyi</i>	Hylidae
	Rana	<i>Centrolenella buckleyi</i>	Centrolenidae
	Salamandra	<i>Bolitoglossa adspersa</i>	Plethodontidae
Reptiles	Lagarto	<i>Cnemidophorus sp.</i>	Scincomorpha
	Lagartija	<i>Proctophorus striatus</i>	Lacertidae
	Culebra	<i>N.N</i>	
	Sabanera	<i>Atractus sp.</i>	Colubridae

Fuente: el autor

4.3. Identificación de servicios ecosistémicos

Este objetivo al igual que los demás depende de la intensidad de los puntos de muestreo tomados en las visitas de campo, en este caso los 28 puntos de muestreo utilizados en la evaluación ecológica serán los mismos empleados para la identificación y posterior evaluación de los servicios ecosistémicos. Según la

Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos [12] ha clasificado los servicios proporcionados por un ecosistema en aprovisionamiento, regulación, cultural y soporte, se diseñó una matriz de valoración cualitativa por ecosistemas, en la cual se les asignó un valor de ponderación a los ítems que componen cada uno de los servicios ambientales para calificarlos cuantitativamente de acuerdo con su valor de importancia, en tres categorías: bajo de 1 - 5, medio de 6 - 10 y alto de 11 – 15.

Los servicios que prestan los ecosistemas son los beneficios que los componentes ecosistémicos y las personas obtienen de los ecosistemas, de tal manera que esta metodología describe en términos de servicios de suministro, regulación, de base y culturales. Los servicios que prestan los ecosistemas incluyen productos tales como alimentos, combustibles y fibras; servicios de regulación, tales como la regulación climática y el control de las enfermedades; y beneficios intangibles, como los de carácter espiritual y estético. A continuación se presenta una tabla que sintetiza y relaciona los ecosistemas y biotopos con los puntos de muestreo y posteriormente una tabla donde se refiere el servicio ecosistémico.

Tabla 18 Ecosistemas y biotopos en los puntos de muestreo.

Ecosistema	Biotopo	Puntos de muestro
Bosque alto andino	Agroecosistema	Cultivo 1
	Bosque Secundario	Escuela San Antonio, Salitre, planta de tratamiento el salitre.
	Hídrico	Aljibe 1
	Agro-ecosistema Cultivos y vivienda campesina	Vivienda 1
Páramo	Agro Ecosistema	Cultivo 2, cultivo 3, cultivo 4, cultivo 5.
	Bosque Primario	Frailejones
	Bosque Secundario	Ganadería 1, entrada acueducto, pinos, Ráquira, Samacá, ganadería 2,
	Hídrico	Acueducto regional Numero 1, quebrada 1, quebrada 2, aljibe 2, aljibe 3, cascada acueducto, quebrada honda, aljibe 3, aljibe 4.
	Agro-ecosistema Cultivos y vivienda campesina	Vivienda 2, vivienda 3, vivienda 4.

Fuente: el autor

En la siguiente tabla se observa los servicios evaluados dentro del área de estudio y un ejemplo del ecosistema alto andino evaluado.

Tabla 19 Síntesis de la Matriz de los servicios ambientales de los ecosistemas objeto de evaluación del área de estudio (Tomo de la matriz original)

Ecosistema	BOSQUE ALTO ANDINO											
	BA			BA			BA			BA		
	ESCUELA SAN ANTONIO			VIVIENDA 1			CULTIVO 1			SALITRE		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
1. Provisión												
1.1 Alimentos												
cultivos			5	11			15			15		
ganado		8		11			11			15		
alimentos silvestres			3	12			13			15		
1.2 Fibra												
madera			3	13					5	15		
1.3 Recursos genéticos												
cría de animales		7		13			11			15		
manejo y conservación de especies		7			10		11			11		
cultivos		8			10		15			15		
1.4 Medicinas naturales												
especies medicinales					10			7		11		
1.5 Recursos ornamentales												
especies faunísticas			2			5	12					1
especies vegetales			2		8				1			1
1.6 Agua												
agua dulce		7		11				8			8	
2. Regulación												
mantenimiento de la calidad del aire	11					5			3			5
regulación climática						5			3	11		
regulación hídrica			5		7				3		6	
control de erosión			5		7				2		6	
purificación del agua		7			8				1			5
tratamiento de residuos	12				7				5			
reducción de la vulnerabilidad en la incidencia de enfermedades			2			4			3	11		
control biológico			1			5			3	11		
protección contra desastres naturales		8			7				4	11		
3. Culturales												
diversidad cultura		8			7			6		12		
valores espirituales y religiosos	11				7			6			10	
sistemas de conocimiento formal y tradicional como programas encaminados a la concientización del cuidado y uso adecuado de los recursos naturales	15				8				5	11		
valores educativos	15				9				5	15		
valores paisajísticos en cuanto a la conservación de ecosistemas estratégicos	11			11				6		15		
inspiración	12			11					4	15		
relaciones sociales de la mano con autoridades municipales y ambientales	12				9			8			7	
sentido de pertenencia en beneficio de los ecosistemas	15			11				6		15		
valores asociados al patrimonio cultural	15			13				7		15		
recreación y ecoturismo	11			12				6		15		
4. Soporte												
producción biológica primaria		10			8		11			15		
formación y retención de suelos	15			11					4	15		
ciclo de nutrientes		8			7				4	15		
ciclo hidrológico			5			3			5	15		
provisión de hábitats		10			7				5	15		

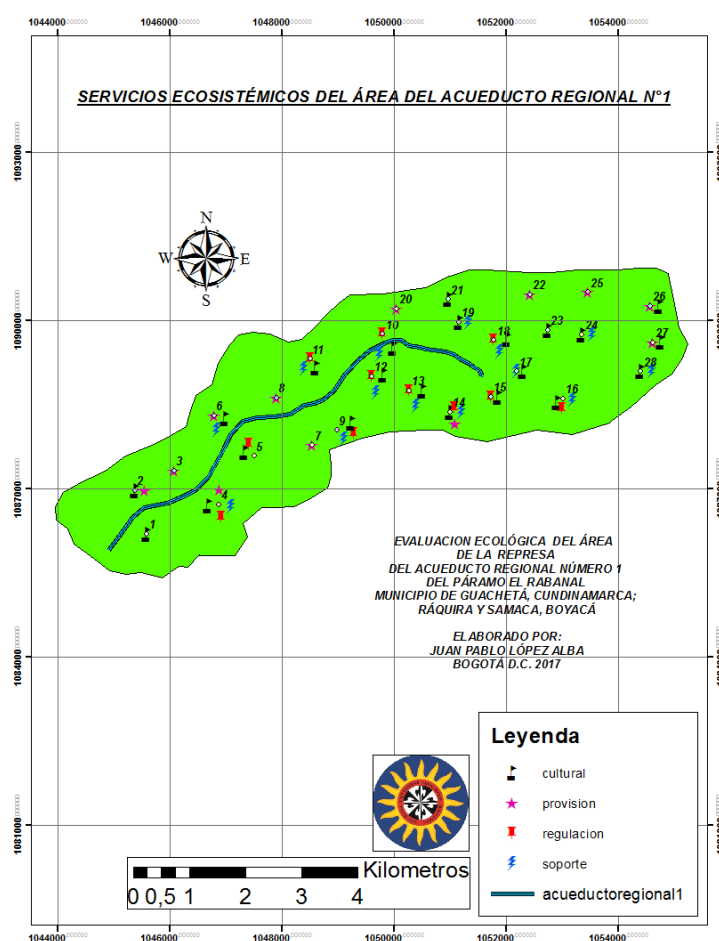
Fuente el autor.

Después de asignar el valor de importancia de los servicios ambientales en cada punto de muestreo, se calcularon los porcentajes por unidad de ecosistema, efectuando una sumatoria condicional en la que se cuenta la cantidad de valores asignados en cada categoría (alto, medio y bajo). Posteriormente, se determinó el

porcentaje de cada sumatoria, este será la unidad de referencia que relaciona la cantidad de ítems calificados (como el 100%) y el total de unidades estimadas por categoría (alto, medio y bajo). Para finalizar se obtuvo el promedio entre cada punto y su ecosistema correspondiente. De esta manera, fue posible reconocer cuáles son los servicios ambientales más destacados en los ecosistemas identificados en el estudio.

A continuación se presenta el mapa de servicios ecosistémicos que muestra los servicios más representativos por cada punto.

Ilustración 28 Servicios ecosistémicos ofrecidos por el área de la represa del acueducto regional N°1



Fuente: el autor

La Tabla 13 y el anexo 3 se representa la síntesis de todos los ítems evaluados dentro de la matriz con sus respectivos resultados y para mayor detalle de los servicios ecosistémicos identificados, se observa los valores más significativos en cuanto a servicios ecosistémicos proporcionados por el área de estudio. Para la realización de la matriz en general se dividió el área en 2 ecosistemas que a su vez encierran diferentes biotopos dentro de ellos. El bosque alto andino y el páramo.

Tabla 20 Servicios ambientales de los ecosistemas objeto de evaluación del área de estudio

Ecosistema	BOSQUE ALTO ANDINO			PÁRAMO		
NIVEL DE IMPORTANCIA DEL SERVICIO ECOSISTEMICO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
1. Provisión						
PORCENTAJE (%)	48	30	22	24	32	44
1.1 Alimentos						
cultivos						
ganado						
alimentos silvestres						
1.2 Fibra						
madera						
1.3 Recursos genéticos						
cría de animales (Cuales)						
manejo y conservación de especies (Cuales)						
cultivos						
1.4 Medicinas naturales						
especies medicinales(Cuales)						
1.5 Recursos ornamentales						
especies faunísticas(Cuales)						
especies vegetales						
1.6 Agua						
agua dulce	100			100		
2. Regulación						
PORCENTAJE (%)	26	35	39	31	38	31
mantenimiento de la calidad del aire						
regulación climática						
regulación hídrica						
control de erosión						
purificación del agua						
tratamiento de residuos						
reducción de la vulnerabilidad en la incidencia de enfermedades						
control biológico						
protección contra desastres naturales	100			100		
3. Culturales						
PORCENTAJE (%)	74	17	9	65	18	17
diversidad cultura						
valores espirituales y religiosos						
sistemas de conocimiento formal y tradicional como programas encaminados a la concientización del cuidado y uso adecuado de los recursos naturales						
valores educativos						
valores paisajísticos en cuanto a la conservación de ecosistemas estratégicos						
inspiración						
relaciones sociales de la mano con autoridades municipales y ambientales						
sentido de pertenencia en beneficio de los ecosistemas						
valores asociados al patrimonio cultural						
recreación y ecoturismo	100			100		
4. Soporte						
PORCENTAJE (%)	40	30	30	55	21	24
producción biológica primaria						
formación y retención de suelos						
ciclo de nutrientes				100		
ciclo hidrológico						
provisión de hábitats	100					

Fuente el autor

4.3.1. Servicios ecosistémicos proporcionados por el bosque alto andino:

En el bosque alto andino se han encontrado ecosistemas que en su mayoría han sido intervenidos por el hombre, por esta razón se han denominado a bosques secundarios a 2 de los puntos muestreados dentro del bosque alto andino que corresponden a la escuela de San Antonio y a la planta de tratamiento el Salitre.

Estas áreas han estado presente la mira de las autoridades ambientales dando y aunque no han sido completamente afectadas si se presentan diferentes intervenciones del hombre con el fin de explotar recursos naturales.

En el bosque alto andino se observan agroecosistemas, que han surgido a raíz de las necesidades sociales y económicas de la región, siendo éstos la fuente vital para el desarrollo económico de los campesinos y empresarios del área de estudio. Sin embargo, esto ha generado una problemática que día tras día trasciende más afectando directamente las características medio ambientales de los ecosistemas presentes. Estos agroecosistemas se encontraron en los siguientes puntos referentes a: Vivienda 1, Cultivo 1, Salitre.

De acuerdo con los resultados de la matriz de valoración de servicios ecosistémicos, se observa que el bosque alto-andino es un prestador de servicios de regulación como el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación climática, regulación hídrica y el control de erosión entre otros; servicios culturales de valores espirituales y religiosos, sistemas de conocimiento formal y tradicional, valores educativos y paisajísticos e inspiración y de soporte para la formación y retención de suelos, mantenimiento del ciclo de nutrientes, el ciclo hidrológico y la provisión de hábitats, por tanto se propone establecer lineamientos de manejo sostenible para la conservación del mismo.

La tabla 13 que califica los servicios ecosistémicos, se puede observar que el más alto para el bosque alto andino, servicios culturales que abarcan sistemas de conocimiento formal y tradicional, como programas encaminados a la concientización del cuidado y uso adecuado de los recursos naturales, y siendo esta área objeto de valores espirituales y valores asociados al patrimonio cultural.

Sin embargo al analizar los resultados de los demás servicios se encuentra que los valores obtenidos son equitativos lo cual demuestra que este ecosistema posee una alta capacidad de beneficiar la comunidad y al ecosistema mismo con el fin de regular y mantener una calidad ambiental.

4.3.2. Servicios ecosistémicos proporcionados por el páramo Rabanal:

El páramo, que es el ecosistema principal que rodea al acueducto regional número 1 y a sus diferentes fuentes hídricas que alimentan este cuerpo de agua, ha presentado diferentes variables que son objeto de evaluación; principalmente aquellas que han afectado directa o indirectamente la calidad ambiental del lugar.

Dentro del páramo se han encontrado 7 agroecosistemas de los cuales se encuentran 4 cultivos de papa que ocupan gran parte del territorio. Del mismo modo se hallaron 6 bosques secundarios los cuales tienen una incidencia amplia a causa de las actividades antrópicas.

Los cuerpos de agua y ecosistemas hídricos juegan cumplen un papel determinante puesto que alimentan a la variable de interés de este estudio que es el acueducto regional número 1.

Teniendo en cuenta esto el páramo Rabanal es un ecosistema que posee una gran riqueza en cuanto al suministro de servicios ecosistémicos, y para entender esto es importante aclarar que según la tabla 7 que sintetiza todos los servicios ecosistémicos que pueden ser otorgados por cualquier tipo de ecosistema, se encuentra que el páramo tiene la capacidad de proporcionar cualquier tipo de servicio bien sea para el desarrollo de actividades antrópicas o para el cumplimiento y regulación de sucesos naturales.

El suelo tiene una fertilidad potencialmente alta, pero su manejo es muy difícil y requiere de muchos años de barbecho después de cada cosecha para no destruir su frágil estructura. El ciclo de nutrientes tiene una relación directa con la fijación de carbono y por esto es uno de los más importantes factores de apoyo, tanto para la regulación hídrica como para el almacenamiento de carbono en el suelo. Otro servicio de soporte es la producción primaria. Aunque por las bajas temperaturas y la fijación de nutrientes la producción primaria natural del ecosistema páramo no es alta, en su conjunto se produce mucha materia vegetal que está aprovechada parcialmente por la ganadería

El más conocido y estudiado servicio de aprovisionamiento del páramo es agua dulce. El páramo provee hasta 80% del agua dulce del municipio de Guachetá y no existe otro servicio más valorado que éste.

Sin embargo, el páramo también provee otros productos, aunque de un volumen mucho más limitado, a un grupo humano más pequeño y de menos importancia económica para la sociedad en general, pero de mucha importancia para la gente que se beneficia de ello. Esto es el aprovisionamiento de alimento, madera y fibra. Varias comunidades asentadas en la alta montaña usan el páramo diariamente para recolectar una serie de plantas medicinales y algunas animales como alimento suplementario. La paja es usada en la construcción tradicional pero también en algunas construcciones modernas o rústicas. El uso de leña y madera (construcción, herramientas, cercas) de los bosques dentro del páramo también es frecuente.

Dentro de los servicios de regulación se encuentra la función reguladora de clima y de eventos eventuales. Aunque no se ha logrado nunca a cuantificarlo, el efecto regulador del páramo parece evidente para normalizar el clima tanto a nivel macro como meso y micro. A nivel macro, la conservación del páramo en su estado natural ayuda de alguna forma a mitigar el efecto del calentamiento global. Dado que en el suelo del páramo hay tanta cantidad de materia orgánica almacenada

que se puede emitir a la atmósfera en caso de degradación del ecosistema, puede ser considerado un sumidero de carbono.

Otro servicio de regulación, es la protección contra enfermedades y plagas. El mismo clima frío del páramo permite cultivos en un ambiente con menor presencia de parásitos y hongos nocivos para la producción.

Los servicios culturales del ecosistema páramo son muy evidentes y generalmente están altamente valorados por la población, pero limitadamente tomados en cuenta en la gestión. En primer lugar, es el servicio del páramo como espacio fuertemente relacionado con la espiritualidad y la identidad de la población.

Otro aspecto del valor cultural es el estético. La belleza del paisaje del páramo es altamente valorada por mucha gente y la industria del turismo lo aprovecha de manera crecientemente importante. Altamente relacionado con esto está el servicio que brinda el páramo como espacio recreativo. El espacio y la posibilidad de ejercer un sinnúmero de actividades recreativas, algunas más intensivas que otras, atraen y reúnen diferentes culturas.

El macizo es centro de una red de acueductos locales y regionales que sirven a centros urbanos y distritos de riego localizados en su periferia. Cerca de 92 acueductos se surten de aguas provenientes de las zonas altas de Rabanal [14].

4.4. Aspectos susceptibles a producir impacto:

Las características geológicas, climáticas y de los suelos de la región han impulsado el desarrollo de la minería del carbón y hecho posible el establecimiento de cultivos de papa y de áreas de pastoreo de ganado en alturas superiores a los 3.000 msnm. La región ha estado sometida a largos procesos de intervención humana que desde épocas precolombinas han transformado su paisaje de manera preocupante un contexto socio-ecológico. Variadas coberturas vegetales y numerosas formas de uso ponen en evidencia las distintas condiciones biofísicas y la diversidad de sistemas productivos desplegados por los habitantes locales, las empresas privadas y las instituciones públicas que allí han confluído a lo largo del tiempo.

4.4.1. Minería:

Teniendo en cuenta los documentos revisados en el análisis de información preliminar y las visitas de campo se ha observado que las características geológicas, climáticas y de los suelos de la región han generado e impulsado el desarrollo de la minería.

Ilustración 29 Mina el roble, vereda peñas, municipio de Guachetá



- Fuente: el autor

En la vereda de peñas correspondiente al municipio de Guachetá se encuentra una mina artesanal de carbón mineral la cual lleva funcionando aproximadamente 45 años, esta mina es un indicador de la falta de intervención en cuanto al control por parte de autoridades ambientales encargadas de regir la normatividad que reduce los índices de contaminación y afectación al medio ambiente. Y es que esta actividad económica está perjudicando actualmente las características naturales del río quebrada honda que tiene su nacimiento en el acueducto regional Número 1 debido al vertimiento de aguas residuales provenientes de la mina y del casino que se encuentra allí mismo, teniendo en cuenta que estas aguas son mezcladas con la quebrada se genera un nivel de riesgo ante enfermedades para los habitantes del sector ya que en ciertas ocasiones las personas utilizan estas aguas como suministro para suplir necesidades cotidianas entre ellas la ganadería afectando de esta manera el organismo de las especies que la consumen.

En las 2 siguientes ilustraciones se observa el color que poseen las aguas y la manera en cómo van a dar aguas abajo a la quebrada que alimenta al río Quebrada Honda y el color del agua que es indicador del nivel de contaminación en el que salen las aguas provenientes de la mina.

Ilustración 30 Conexión aguas residuales con la quebrada aguas abajo



Fuente: el autor

En la anterior imagen se evidencia que la mina está utilizando las aguas de la quebrada que se encuentra al fondo, posteriormente estas aguas son mezcladas con el agua residual de la mina como se observa en la siguiente ilustración.

Ilustración 31 Aguas residuales provenientes de la mina



Fuente: el autor

Existe una actividad en el área de influencia de la mina que es la quema de carbón para ser transformado en coque; en el municipio existen hornos que realizan estas actividades algunos a gran escala y otros a pequeña y mediana, en este caso el horno que allí se encuentran es a pequeña escala en comparación con los otros que se encuentran en la región, sin embargo no deja de ser un aspecto que genere impacto dentro del entorno y es que al haber una quema de carbón mineral se liberan en una gran proporción gases de efecto invernadero y material particulado que afectan directamente la salud de los habitantes y la calidad atmosférica.

Ilustración 32 Horno de coquización



Fuente: el autor

Del mismo modo se generan otras variables que son nocivas para el medio ambiente entre ellas se resalta el incremento de gases de efecto invernadero

producto de la explotación de dinamita para la excavación y ampliación de la profundidad de la mina.

La generación de residuos sólidos que en algunas ocasiones dentro de la mina no poseen un tratamiento final adecuado, simplemente se proceden a quemar dentro del ambiente. Los residuos que más se generan son materiales de construcción, madera, embaces plásticos,

Las ventajas relativas que ofrece el medio natural para el desarrollo de estas actividades contrastan con la susceptibilidad al deterioro de los suelos y con la gran vulnerabilidad de los ecosistemas altoandinos y paramunos sujetos a condiciones climáticas extremas, fuerte humedad y altas pendientes.

Actualmente, áreas boscosas de Roble localizadas sobre los 2600 a 2900 msnm al sur occidente de la región entre Ráquira y Guachetá, están en proceso de tala para carbón y la extracción de madera hace que este proceso no sostenible del carbón de palo genere un grave peligro para la diversidad que posee esta área.

Ilustración 33 Roble empleado para el fortalecimiento de la minería.



Fuente: el autor

4.4.2. Infraestructura

Otro factor importante y que representa un nivel de riesgo elevado para el área de estudio tiene que ver con los problemas ambientales relacionados con la transformación de extensas áreas que tienen como fin establecer plantaciones forestales de especies exóticas y aumentar la construcción de vías y obras de infraestructura entre las que sobresalen los embalses para acueductos y distritos de riego.

Dentro del páramo no se han implementado ni fortalecido las vías debido a que al ingreso de maquinaria pesada es prácticamente imposible, sin embargo en áreas cercanas como la escuela de la vereda san Antonio se están implementando lo que se denominan placa huellas con el fin de facilitar el transporte a estas veredas; en este mismo sitio la alcaldía municipal realiza constantes

intervenciones para mejorar la calidad de infraestructura de establecimientos educativos.

Del mismo modo, los habitantes del sector van implementando mejoras y constantes arreglos a sus viviendas lo cual implica el incremento de invasión a espacios verdes dando como resultado una pérdida de cobertura vegetal.

4.4.3. Agricultura:

La agricultura es la actividad económica más común dentro del área de estudio y es que existen alrededor de 70 cultivos de papa *Solanum tuberosum* dentro de los cuales se encuentran una variedad de estas especies de papa en las que sobresalen la papa tocarreña y suprema pastusa. En estos cultivos se encuentran pequeños y grandes productores y es precisamente por la intensidad y el número de cultivos que cada empresario posee, adicionalmente existen cultivos que ocupan grandes áreas dentro de los ecosistemas y que a su vez están relacionadas directamente con los procesos de degradación y consumo de recursos naturales para el mantenimiento y sostenibilidad de sus trabajos.

Ilustración 34 Cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), Páramo Rabanal



Fuente: el autor

Para mantener la estabilidad y fortalecer la economía que producen estos cultivos es necesario incrementar el uso de agroquímicos los cuales son usados en grandes cantidades y generan afectaciones al medio ambiente utilizando los siguientes tipos de agroquímicos:

- **Insecticidas:** son utilizados para controlar plagas e insectos.
- **Herbicidas:** evitan el crecimiento de plantas no deseadas las cuales son denominadas como malezas.
- **Fertilizantes:** estimulan el enriquecimiento del suelo.

Con frecuencia, en los cultivos de papa, especialmente en los medianos y pequeños, los pesticidas se aplican sin asistencia técnica calificada. No se siguen las recomendaciones para proteger a las personas que los aplican. Las aspersiones no se hacen con las dosis adecuadas y los empaques de estos pesticidas son arrojados sobre el suelo o al agua. Estas sustancias influenciadas

principalmente por el uso excesivo del Metil Parathión tóxicas alcanzan las corrientes y cuerpos superficiales de agua o las aguas subterráneas. En el agua, ellos pueden alcanzar concentraciones que afecten negativamente la salud humana y la estabilidad de comunidades biológicas.

La calidad paisajística, pérdida de cobertura vegetal entre otras consecuencias que son producto de los aspectos susceptibles a producir impacto que se mencionaran a continuación.

- La utilización de abonos químicos contribuye al deterioro de la capa fértil del suelo dando paso a la perdida de vida orgánica que conlleva a la erosión producida en las actividades agrícolas del área de estudio.
- En muchos lugares del mundo su excesivo uso provoca contaminación de las aguas cuando estos productos son arrastrados por la lluvia. Esta contaminación provoca eutrofización de las aguas, mortandad en los peces y otros seres vivos y daños en la salud humana. Del mismo modo se genera otra problemática difícil de solucionar que es la contaminación de las aguas subterráneas con este tipo de productos. Muchos acuíferos de las zonas agrícolas se han contaminado con nitratos hasta un nivel peligroso para la salud humana, especialmente para los niños que son más vulnerables ante las enfermedades que puedan transmitir.
- La destrucción de los ecosistemas y biotopos que componen el área de estudio han provocado que la desaparición de diversidad genética debido a que las condiciones naturales de los ecosistemas han sido modificadas perjudicando directamente las especies que se encuentran en esta área. De igual manera la agricultura que se presenta en el área de estudio han sido consideradas en su gran mayoría como monocultivos ya que se cultiva una sola especie de planta que trae como consecuencia el empobrecimiento radical del ecosistema.
- La ocupación de estos terrenos para fines agrícolas causan una pérdida de cobertura vegetal lo cual impide el desarrollo y subsistencia de especies en su gran mayoría aves propias de estos ecosistemas.

La siguiente tabla sintetiza los aspectos hallados con sus posibles implicaciones negativas que se pueden generar o que se están generando actualmente en el área de estudio.

Tabla 21 Aspectos y sus respectivos impactos producto de la agricultura

ASPI	Impacto	Nivel de afectación
Sobre explotación del suelo	- Disminución de la productividad del suelo - Disminución y alteración de acuíferos - Alteración de la calidad	Alto

	paisajística	
Generación de vertimientos	- Alteración en las propiedades naturales de las fuentes hídricas - Aumento de la morbilidad - Incremento de enfermedades en especies ganaderas	Alto
Invasión en áreas con alta biodiversidad	- Pérdida de especies polinizadoras - Disminución de la diversidad de especies de flora fauna - Pérdida de los valores culturales de la región - Reducción de la diversidad genética - Deforestación	Bajo
Sobre explotación de recursos naturales	- Reducción de la diversidad genética. - Alteración de la calidad paisajística - Pérdida de cobertura vegetal - Agotamiento del recurso hídrico - Deforestación	Medio
Uso excesivo de agroquímicos	- Acumulación de contaminantes - Riesgos potenciales para la salud - Aparición de resistencias a los pesticidas en las plagas - Incremento de gases de efecto invernadero - Alteración en las propiedades naturales de fuentes hídricas y acuíferos	Alto
Consumo de combustible	- Aumento de GEI	Medio
Mantenimiento de maquinaria	- Aumento de la carga total de residuos sólidos que los ecosistemas puedan soportar - Alteración en las propiedades naturales en fuentes hídricas - Agotamiento del recurso hídrico - Aumento de GEI	Alto

Fuente: el autor

Otra grave afectación a causa de los cultivos localizados en el área de estudio se encuentra en la parte alta y media concernientes a quebrada honda afluente de la laguna de Fúquene y Quebrada firita del Río Ráquira, con la tala y quema del bosque nativo y del páramo para el establecimiento de agricultura de papa

4.5. Diagnóstico del estado actual del área del acueducto regional Número 1

A continuación se sintetizan de manera general cada una de las variables encontradas en el desarrollo de la investigación que permiten conocer el estado actual del área de estudio involucrando los ecosistemas que lo componen y la

relación que los habitantes del sector tienen con los componentes bióticos y abióticos del área del acueducto regional número 1.

El área estudio corresponde a los municipios de Guachetá, correspondiente al departamento de Cundinamarca; y los municipios de Ráquira y Samacá del departamento de Boyacá. En esta área se encuentran diferentes ecosistemas que corresponden a las condiciones climáticas de ecosistemas como bosque alto andino y páramo; sin embargo la intervención por parte del hombre han alterado paulatinamente ciertas características del entorno.

Estos municipios a través del tiempo han venido transformando los ecosistemas y espacios verdes los cuales son potencialidades para la biodiversidad de sus territorios; y esto se debe al incremento y desarrollo de actividades económicas que modifican las características naturales de esta área.

El acueducto regional N° 1 tiene su nacimiento en la parte alta del municipio de Guachetá más específicamente en la parte alta del páramo Rabanal. El acueducto nace gracias al acoplamiento de diversas fuentes hídricas en las que se encuentran pequeñas quebradas y aljibes que poco a poco van incrementando la ocupación de la represa.

Esta fuente hídrica tiene un alto valor económico, social, cultural y político para la región puesto que de allí surgen otras fuentes hídricas como el río quebrada honda el cual desemboca en la laguna de Fúquene. Sin embargo, a medida que el río traza su recorrido se va encontrando con diferentes componentes que alteran su calidad; y esto se debe al incremento de aspectos que son propensos a producir impacto no solo en la cuenca del acueducto regional N° 1 si no en todos los ecosistemas que se relacionan con estas actividades.

La economía del sector está enfocada en 3 actividades principales las cuales son la agricultura, la ganadería y la minería.

Las condiciones geológicas son susceptibles a recibir afectaciones ya que las características que poseen son aptas para el desarrollo de actividades de ganadería, agricultura y ganadería; es por eso que en el área se presentan notables amenazas que eventualmente conlleva a subsidencias e inestabilidades localizadas que en compañía con las condiciones hídricas representan un riesgo elevado para la geología del área.

También es importante hacer énfasis en el eje central de este proyecto que abarca la biodiversidad de especies, ecosistemas y biotopos que se encontraron producto de las visitas de campo y de las revisiones de estudios implementados en esta área. Como se pudo observar en la evaluación ecológica rápida se encuentra una gran diversidad especies de flora y fauna las cuales son especies propias y características de los ecosistemas que allí coexisten; sin embargo las presiones ejercidas por las actividades económicas del sector han desplazado y alterado el comportamiento natural de estas especies. Es por eso que los ecosistemas

existentes han persistido y evolucionando en respuesta a diferentes procesos lo cual se evidencia en las coberturas vegetales presentes que muestran en términos generales un empobrecimiento biótico y abiótico con predominio de coberturas en pastos, cultivos, matorrales y frailejones.

Es importante establecer áreas prioritarias que corresponden al acueducto regional número 1, y estas áreas son aquellas en donde la biodiversidad presenta una gran influencia y en donde las actividades económicas no han alcanzado su intervención. Como se pudo observar en el mapa de división ecosistémica existen 5 ecosistemas que componen el área de estudio los cuales son el bosque alto andino, páramo rabanal. Bosques secundarios intervenidos, agroecosistemas y los ecosistemas hídricos; en la parte alta del mapa en donde el acueducto nace no existen actividades agrícolas en donde se esté afectando directamente el cauce del río, es por eso que esta área es la más importante a la hora de priorizar y de presentar medidas de manejo, puesto que es un área completamente protegida al pertenecer al macizo del páramo Rabanal. Si bien es cierto, a medida que el río Quebrada Honda va avanzando se van generando variables y aspectos que contribuyen con el deterioro, por lo cual es difícil mitigar los impactos que se puedan generar, pero esto no impide que se establezcan más áreas protegidas, de hecho el páramo es declarado en su totalidad como área protegida en lo que tiene que ver con el acueducto regional número 1 pero que los factores socioeconómicos dificultan los procesos de declaración de áreas prioritarias.

Teniendo en cuenta los servicios ecosistémicos encontrados y analizados se observó que estos servicios se pueden implementar con el fin de dar un uso adecuado a los recursos naturales de tal forma que se pueda reducir la sobre explotación y el uso inadecuado de los beneficios obtenidos de un ecosistema. Los servicios ecosistémicos deben ir de la mano con sistemas de producción sostenible en este caso los que mayor influencia tienen en toda el área de estudio es la agricultura gracias a los servicios de aprovisionamiento y de suministro para regular los cultivos; del mismo modo la ganadería principalmente de especies bovinas reciben un gran beneficio por parte de los ecosistemas gracias a la cantidad de cobertura vegetal que sirve como alimento para estas especies.

Los servicios culturales es sin duda alguna una fuente importante para entender la importancia de las áreas de protección, ya que al generar estímulos de conciencia ambiental y ecológica a los habitantes se obtendrá un sentido de pertenencia lo cual genera un uso y cuidado apropiado por los ecosistemas.

A manera general, actualmente el área es propensa a recibir impactos fuertes que modifican rápidamente sus condiciones naturales, a continuación se presentan las amenazas a las cuales están expuestos los ecosistemas presentes dentro del área.

- El incremento de los cultivos para el fortalecimiento de la agricultura comercial de papa con técnicas de labranza que aumentan la erosión del suelo y el uso intensivo de agroquímicos contaminantes.

- Creación de potreros poco tecnificados para ganadería de leche con manejo inadecuado de pasturas introducidas o nativas y continuo sobrepastoreo.
- Plantaciones forestales industriales con especies exóticas que reemplazan la diversidad y funciones de la vegetación nativa.
- Actividades de exploración y explotación minera de carbón, oro y otros minerales.
- Incendios y usos inadecuados del fuego para “mejorar” pasturas o preparar terrenos agrícolas.
- Cacería y extracción de madera, leña y otros recursos vegetales en forma indiscriminada.
- Inadecuada planificación y construcción de obras de infraestructura como carreteras y embalses.
- Creciente demanda y conflictos por el uso de agua para fines de riego, industriales y consumo humano.
- Efectos directos o indirectos del calentamiento global.

4.6. Lineamientos de manejo para la conservación de los servicios ecosistémicos y áreas protegidas

Teniendo en cuenta cada una de las problemáticas encontradas en el desarrollo de esta investigación, se formulan lineamientos para el manejo adecuado y la conservación de los servicios ecosistémicos y de las variables medioambientales que el área de estudio posee, para determinar estas medidas se realizaron fichas de manejo ambiental que postulan y proponen diferentes programas que aportan al mejoramiento y conservación de los recursos naturales, no obstante existen actividades que son difíciles de controlar y que reducir sus efectos e impactos podría llegar a ser muy complejo; sin embargo partiendo de la idea de generar un cambio en la mentalidad de las personas que tienen relación directa o indirecta dentro de esos ecosistemas se pueden reducir los efectos nocivos para el medio ambiente.

Aquellas actividades económicas que estén afectando altamente los ecosistemas deben ser intervenidos cuanto antes por los entes de control que en este caso son las autoridades municipales correspondientes al macizo del páramo rabanal y las corporaciones autónomas regionales.

A continuación se definen ciertos lineamientos que buscan el beneficio y el mejoramiento para la conservación de áreas protegidas y de servicios ecosistémicos, definidos en siete fichas (Anexo 4).

4.6.1. Manejo y uso eficiente de los cuerpos de agua:

Como bien se sabe, el agua es el principal servicio ecosistémicos que un páramo otorga a una comunidad, de allí la importancia de lograr una buena y eficiente administración que a su vez conlleva a mejorar las condiciones de calidad, cantidad y distribución del recurso hídrico, garantizando de esta manera la

protección de las microcuencas, humedales y áreas aportantes, promoviendo las organizaciones de acueductos comunitarios y una cultura para la gestión social sostenible del agua.

Es necesario realizar un enfoque en el área de estudio involucrando las zonas de protección de humedales, nacimientos, cauces de ríos y quebradas y recarga de acuíferos. Igualmente, se impulsarán acciones en zonas de producción agropecuaria y minera en cuanto al buen uso del recurso y los desechos de estas actividades.

4.6.2. Creación y consolidación de una estrategia de administración del área de estudio como área protegida:

Es importante fortalecer de manera rápida una red de áreas protegidas que incluyan coberturas vegetales típicas del páramo y bosques alto andinos, de esta manera que pueda asegurar la estructura ecológica más representativa del área de estudio y del macizo en general, esto debe cubrir más del 40% de su área total y con el fin de contribuir significativamente a los procesos de regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad y la conectividad con los demás ecosistemas que se encuentren dentro de la región.

4.6.3. Manejo del paisaje y restauración ecológica:

El área de estudio requiere un manejo adecuado en cuanto a los servicios ecosistémicos y al uso de recursos naturales y una solución tiene que ver con el desarrollo no solo en el área de estudio sino en todo el territorio que ocupa el páramo Rabanal, y estos procesos de manejo del paisaje y restauración ecológica tienen que ver con la recuperación de la estructura, función y dinámica de los ecosistemas para que aumenten la oferta de bienes y servicios ecosistémicos, que trae como consecuencia el mejoramiento de las condiciones de vida de la población y el desarrollo de sistemas productivos sostenibles.

4.6.4. Participación, educación y comunicación ambiental participativa del área de estudio:

Este es posiblemente el factor más determinante a la hora de generar cambios y mejoramientos dentro de los ecosistemas y se basa principalmente en promover y fortalecer procesos participativos encaminados al ordenamiento ambiental del área de estudio, mediante la consolidación de actividades de educación formal e informal con población toda la comunidad, es decir que estos programas involucrarían a la población infantil, joven y adultos.

Los programas tendrán una amplia variedad temática lo cual incluye capacitaciones en técnicas de producción sostenible, conservación y manejo de recursos naturales, formación en aspectos normativos y de derechos ambientales y ciudadanos, y el apoyo a estrategias de divulgación masiva y comunicación popular. Estas actividades buscan involucrar de manera activa a los actores comunitarios, institucionales, gremiales y empresariales en la toma de decisiones y en el desarrollo de actividades de planificación y la ejecución de acciones concertadas del plan de manejo. La capacitación y el fortalecimiento de las

organizaciones sociales encargadas de la gestión del agua se consideran prioritaria.

4.6.5. Implementación de Sistemas agropecuarios sostenibles:

Propiciar la conversión de sistemas productivos agropecuarios hacia formas de producción más sostenibles que reduzcan sustancialmente la contaminación de los cauces de agua, el deterioro de suelo y la destrucción de ecosistemas y coberturas vegetales nativas, se articulen a estrategias de manejo del paisaje, mantengan y amplíen la diversidad biológica, la conectividad y los flujos ecológicos básicos y generen riqueza que se distribuya más equitativamente entre la población. Se priorizarán las zonas altas en las que aún los cultivos de papa implican la destrucción de ecosistemas nativos de páramo, afectan zonas de captación de agua y producen desecación de humedales. Igualmente se trabajará en zonas en las que se evidencia intensiva e inadecuada preparación de suelos y aplicación de productos químicos contaminantes.

4.6.6. Implementación e impulsividad empresarial para generar principios de minería responsable y sostenible:

Como bien se ha dicho la minería aunque no afecta a gran escala el área de influencia si es necesario reforzar el cumplimiento de normas y estándares ambientales de las actividades mineras y la implementación de pactos minero ambientales con el fin de controlar o mitigar procesos de contaminación y deterioro de los ecosistemas del área lo cual involucra los recursos hídricos superficiales y subterráneos, el suelo y el aire.

Se deben atender problemas relacionados con la contaminación atmosférica por emisiones de material particulado, provenientes de los hornos de coquización y el uso inadecuado de agua para su apagado proveniente de fuentes no móviles.

También es importante reducir la contaminación de las aguas de escorrentía, aguas subterráneas y cuerpos hídricos relacionados con actividades de explotación y coquización; la desestabilización y deterioro de suelos por actividades de acopio de carbón y coque y la inadecuada disposición residuos industriales.

4.6.7. Ajuste y revisión de los programas de gestión ambiental:

Las autoridades ambientales deben poner una mirada más amplia en las áreas protegidas con el fin de llevar un seguimiento de comando y control de las autoridades ambientales, los entes territoriales y, en general, las entidades oficiales con responsabilidad en la gestión ambiental poseen todo el derecho para sancionar y buscar alternativas eficientes a escala regional y local.

5. Conclusiones:

- En el área de estudio se encontró que las coberturas de vegetación nativa se encuentran altamente fragmentadas y están constituidas principalmente por mosaicos de cultivos con áreas de rastrojos empobrecidos en su composición florística, sin embargo de acuerdo a los criterios de evaluación ecológica rápida y de servicios ecosistémicos esta es una zona que presenta muchas posibilidades de adelantar actividades exitosas de manejo del paisaje y restauración ecológica.
- De acuerdo a las observaciones de campo y al análisis del estado actual del área de estudio se han hecho notorias las afectaciones y repercusiones negativas que las actividades económicas llevadas a cabo en el área generan para los ecosistemas de páramo y bosque alto andino. Sin embargo, la importancia de estas actividades representan también una fuente generadora de riquezas para la región, las cuales no permiten imponer restricciones exageradas y obliga a balancear los costos y beneficios ambientales que pueden derivarse por su desarrollo. La minería es una fuente importante de presión pero se debe ver también como una oportunidad para poner en marcha un proceso de desarrollo sostenible en la región.
- Dentro de las potencialidades que ofrece el área de estudio se encuentran principalmente los servicios ecosistémicos que son proporcionados por los componentes bióticos y abióticos, otorgando servicios de regulación, soporte, aprovisionamiento y culturales los cuales son empleados por los habitantes del sector dando un uso adecuado y regulado lo cual fortalece el equilibrio natural y reduce los procesos de sobreexplotación de recursos naturales.
- Actualmente en las actividades mineras realizadas en cercanías al área de estudio se encuentran túneles de explotación de carbón han alcanzado profundidades mayores a 500m y penetran horizontalmente en el subsuelo varios kilómetros según información recogida en las entrevistas a empresarios de la zona. Es muy probable que se estén causando daños irreversibles en los mantos subterráneos y afectaciones a los acuíferos ya que se estima que las minas pueden estar bajo tierra a pocos metros de los embalses y fuentes hídricas que lo rodean.
- Los impactos ambientales asociados al control de plagas y malezas en los cultivos de papa son los que se derivan de la utilización de pesticidas. En el cultivo de la papa se utiliza una amplia gama de pesticidas. Varios de ellos,

en especial los insecticidas como el Metil Parathión, corresponden a la categoría toxicológica I que es la más tóxica. En consecuencia, la contaminación de suelos y de aguas es frecuente en zonas paperas

6. Recomendaciones:

- En el área de estudio se deben fortalecer trabajos que y refuercen el cumplimiento de normas y estándares ambientales de las actividades agrícolas, ganaderas y mineras mediante en la implementación de pactos agro-ambientales y minero-ambientales que conduzcan a controlar y/o mitigar procesos de contaminación y deterioro de los ecosistemas del área, de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, del suelo y del aire.
- Es importante también considerarse la necesidad de concretar acciones de manejo y conservación de las zonas altas del acueducto regional número 1, en concordancia con los estudios y proyectos de investigación implementados por diferentes entidades territoriales. En este campo, la protección (aislamiento y cuidado) de nacimientos ha sido plenamente identificada como prioridad por las comunidades locales.
- Aquellas actividades mineras ilegales y procesos de titulación minera deben ser atendidos con urgencia pues esta actividad no debería ser estimulada en esta zona que debe ser objeto de ordenación y manejo en función de la producción agropecuaria sostenible y de la producción de agua y regulación hídrica.
- Teniendo en cuenta la gran afectación que han sufrido los ecosistemas del área, es necesario implementar herramientas de manejo del paisaje (HMP) y actividades de restauración ecológica que se orienten a recuperar las coberturas de vegetación nativa, la vitalidad de los procesos ecológicos y la conectividad entre áreas que sirven para la reproducción de especies de flora y fauna y la provisión de bienes y servicios ambientales que soporten el mejoramiento de las condiciones de vida de la población y el desarrollo de sistemas productivos sostenibles.

El aprovechamiento de plantaciones y la restauración de áreas en condición de vulnerabilidad deben ser encaminadas al reemplazo por vegetación nativa para lo que se requiere desarrollar investigación aplicada y reforzar el diseño y ejecución de planes de manejo en este sentido por parte de sus propietarios. El papel de las

Corporaciones es fundamental en impulsar un proceso de este tipo que requiere planificación a mediano y largo plazo

Es necesario establecer una base productiva agropecuaria sostenible que garantice la seguridad alimentaria local y el desarrollo de los mercados regionales y nacionales sin afectar la estructura y funcionalidad de los ecosistemas que componen el área de estudio y su capacidad de proveer bienes y servicios ambientales para la región.

Todas las áreas en las que se llevan a cabo actividades mineras de extracción, procesamiento, acopio y transporte de carbón deben ser objeto de planes de restauración que, como parte de los planes de manejo ambiental minero, contribuyan con la restitución de coberturas vegetales protectoras con especies nativas, el aislamiento y protección de drenajes y cuerpos de agua y la mitigación de impactos negativos sobre las condiciones ambientales generales y procesos ecológicos fundamentales.

Dado que la cuenca del río Quebrada Honda, que suministrará el mayor volumen de aguas al embalsamiento, en la actualidad es objeto de uso agropecuario extenso e intensivo, la calidad de sus aguas no es la más adecuada para represar y utilizarse para consumo humano. Para tal efecto se necesitaría que la cuenca cambie sustancialmente de uso y se oriente primordialmente a la conservación, la restauración ecológica y la producción de aguas. Todo esto para garantizar la calidad de las aguas afectada por el uso intensivo de agroquímicos, labranzas intensivas mecanizadas, presencia de minas de carbón, deslizamientos recientes, aporte de sedimentos y excrementos del ganado.

7. Bibliografía

- [1] R. Sayre, E. Roca, G. Sedaghatkish, B. Young, R. Roca y S. Sheppard, «Un enfoque en la Naturaleza, Evaluaciones Ecológicas Rápidas,» Virginia, USA, 2009.
- [2] I. Humboldt, «Humboldt,» 2013. [En línea]. Available: 6
<http://www.humboldt.org.co/es/investigacion/ecosistemas-estrategicos-2/item/559-paramos-y-sistemas-de-vida-rabanal>. [Último acceso: 25 02 2017].
- [3] M. d. M. Ambiente, «MinAmbiente,» Febrero 2002. [En línea]. Available:
http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Paramos/5595_250510__rest_alta_montana_paramo.pdf. [Último acceso: 13 Septiembre 2017].
- [4] «ECOSISTEMAS COLOMBIANOS,» [En línea]. Available:
<http://ecosistemas7c.blogspot.com.co/p/bioma-bosque-andino.html>. [Último acceso: 28 Septiembre 2017].
- [5] «Aprende En Linea,» [En línea]. Available:
http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/698/Semana_2_Disenos_.pdf. [Último acceso: 28 Septiembre 2017].
- [6] M. d. A. y. D. Sostenible, Política Nacional para la Gestión Integral de la biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, Bogotá: Programa de Comunicaciones, Instituto Humboldt.
- [7] C. A. R. d. C. (. C. A. R. d. B. (. C. A. d. C. (. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), «Estudio sobre el Estado Actual del Macizo del Paramo Rabanal,» Tunja, 2008.
- [8] CAR, I. d. i. d. R. B. A. v. Humboldt, CORPOBOYACA y CORPOCHIVOR, «ESTUDIO SOBRE EL ESTADO ACTUAL DEL MACIZO DEL PARAMO EL RABANAL,» Bogota, 2008.
- [9] C. Alfaro Herrera, «Procesos locales en la Globalización: afectación de la minería de carbón en el Páramo el Rabanal,» Bogotá, 2013.
- [10] A. C. Catañeda Camacho, «DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL ESTADO DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS,» Bogotá, 2013.
- [11] O. Melo Cruz, «EVALUACION ECOLOGICA Y SILVO CULTURAL DE ECOSISTEMAS BOSCOSOS,» Ibagué, 2003.
- [12] «Secretos para contar,» 25 Junio 2012. [En línea]. Available:
<http://www.secretosparacontar.org/Lectores/Contenidosytemas/Losbosuquesaltoandinosde>

- tierrasaltasoclima.aspx?CurrentCatId=228. [Último acceso: 01 Octubre 2017].
- [13] M. d. M. Ambiente, POLITICA NACIONAL PARA LA GESTION INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS ECOSISTEMICOS, Bogota: Insitito Humboldt.
- [14] I. Humboldt, «Plan Participativo de Manejo y Conservación del macizo del Páramo Rabanal,» Bogotá.
- [15] H. García, L. Calderón, A. Hernandez y J. L. Lopez, «repository de fedesarrollo,» Febrero 2013. [En línea]. Available: http://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/11445/332/2/Repor_Febrero_2013_Garcia_Presentacion%20Resultados.pdf. [Último acceso: 15 Febrero 2017].
- [16] C. Laverde Martinez, «Servicios ecosistémicos que provee el páramo de la cuenca alta del río Teusacá: Percepción de los actores campesinos y su relación con los planes ambientales en la vereda Verjón Alto, Bogotá D.C.,» Bogota, 2008.
- [17] J. A. Chaparro Barrera y N. Y. Chaparro Barrera, «Revistas D.C,» Diciembre 2012. [En línea]. Available: <http://www.revistasjdc.com/main/index.php/deyso/article/viewFile/158/151>. [Último acceso: 18 Febrero 2017].
- [18] M. d. P. Bustamante y E. Ochoa, «Guía Práctica para la Valoración de Servicios Ecosistémicos en Madre de Dios,» Lima, 2014.
- [19] UNESCO, «UNESCO,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.unesco.org.uy/mab/es/areas-de-trabajo/ciencias-naturales/mab/programa-mab/servicios-ecosistemicos.html>. [Último acceso: 09 Marzo 2017].
- [20] «Edukavital,» 2013. [En línea]. Available: <https://edukavital.blogspot.com.co/2013/01/definicion-de-paramo.html>. [Último acceso: 09 Marzo 2017].
- [21] M. d. M. A. y. D. Sostenible, «Minambiente,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=408:plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-10>. [Último acceso: 09 Marzo 2017].
- [22] «Coherencia,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.coherencia.pe/https-scribd-comdoc212271285001-ideario-final-1-1/sostenibilidad-ambiental/>. [Último acceso: 09 Marzo 2017].
- [23] C. Alberto, «Lifeder,» 27 Febrero 2017. [En línea]. Available: <https://www.lifeder.com/caracteristicas-paramo/>. [Último acceso: 13 Septiembre 2017].

- [24] «FUNDESNAP,» 08 Junio 2011. [En línea]. Available:
http://fundesnap.org/files/comites_locales_cepf.pdf.%20[Último acceso: 2021%
20Abril%202014]. [Último acceso: 28 Septiembre 2017].

ANEXO

Anexo 1. Formato de evaluación ecológica rápida (.docx).

Anexo 2. Formato de encuesta de percepción de servicios ecosistémicos (.docx).

Anexo 3. Matriz de servicios ecosistémicos (.xlsx).

Anexo 4. Fichas de manejo ambiental (.xlsx).

Anexo 5. Encuestas diligenciadas de percepción de servicios ecosistémicos (.pdf).