



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

**DETERMINACIÓN DE LA SALUD ECOSISTÉMICA DEL HUMEDAL EL RESBALÓN
CON BASE EN LA IDENTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**

ESTUDIANTE
LAURA GISELLA MORENO FORERO

LILIANA SALAZAR LÓPEZ
BIÓLOGA MSc.
DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ, D.C
2019

**DETERMINACIÓN DE LA SALUD ECOSISTÉMICA DEL HUMEDAL EL RESBALÓN
CON BASE EN LA IDENTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**

LAURA GISELLA MORENO FORERO

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERA AMBIENTAL**

**DIRECTOR
LILIANA SALAZAR LÓPEZ
BIÓLOGA MSc**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ, D.C
2019**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente a la directora de la presente tesis Liliana Salazar López por su apoyo incondicional, su solidaridad y conocimientos aportados, además del tiempo prestado para cumplir los objetivos planteados en el documento.

A mis compañeros de lucha en este trabajo David Andrés Gómez Medina y Ever Ramírez Mahecha, por su acompañamiento y dedicación, para terminar felizmente esta investigación.

DEDICATORIA

Le doy gracias a Dios por permitirme alcanzar un logro más en mi vida, también a mis padres Luz Marina Forero Galarza y Luis Eduardo Moreno Flórez por ser mi apoyo incondicional en todo este tiempo, por la paciencia, la dedicación y el esfuerzo dado para que se hiciera realidad este sueño de formarme como profesional. Igualmente, a mi hermano Fabián Eduardo Moreno Forero, por su comprensión; así mismo, a mi tío Héctor Julio Moreno Flórez por ser un ejemplo a seguir, por ser tan especial conmigo y ayudarme en mi carrera universitaria. Finalmente, a mi gran amiga Stefanie Ulloa Sánchez por ser esa persona incondicional que estuvo conmigo en los buenos y malos momentos.

A todos ellos les digo que viviré agradecida eternamente.

Laura Gisella Moreno Forero

*“No es grande el que siempre triunfa, sino el
que jamás se desalienta”*

José Luis Martín Descalzo

RESUMEN

Este proyecto se basó en la determinación de la salud ecosistémica del humedal El Resbalón ubicado en el municipio de Cota, Cundinamarca; con base en la identificación de los servicios ecosistémicos del mismo, por medio de la implementación de la metodología de símbolos de Odum, la cual permitió representar gráficamente las relaciones entre las variables ecosistémicas y la dinámica de los elementos que forman parte estructural y funcional del humedal, mediante diagramas, por medio del modelo de caja blanca (estructura) y caja negra (función) en los cuales se representan las entradas y salidas de materia, energía e información en el sistema. Para el desarrollo de este proyecto, primero se realizó una revisión documental de información secundaria, después se realizó una salida de reconocimiento al humedal, que permitió un primer acercamiento y la identificación de los servicios ecosistémicos, mediante unos formatos de campo de acuerdo al Millenium Ecosystem Assessment (MEA); posteriormente se encuentra la etapa del diseño experimental, en donde se estableció el modelo de caja negra y caja blanca. Finalmente, en esta etapa, se determinó la salud ecosistémica del humedal El Resbalón a partir de la oferta y la demanda de los bienes y servicios ecosistémicos, por medio de indicadores como el Índice de uso del agua (IUA), la Oferta de servicios (O_s) y el índice de calidad del agua British Columbia (BCWQI) que en conjunto con el análisis del valor potencial de los servicios ecosistémicos, se establece que el Humedal El Resbalón es un ecosistema que provee gran cantidad de servicios, y que a pesar de los diversos tensores ambientales como la llegada de vertimientos domésticos, agrícolas y ganaderos, se encuentra en un nivel intermedio de afectación o perturbación de la estabilidad ecosistémica.

Palabras clave: salud ecosistémica, humedal, servicios ecosistémicos, símbolos de Odum, ecosistema, estabilidad ecosistémica.

ABSTRACT

This project was based on the determination of the ecosystemic health in the wetland El Resbalón situated in the village of Cota, Cundinamarca; due to its identification of the ecosystemic services, through the implementation of the methodology of Odum's symbols, which allowed to represent graphically the relations among the ecosystem variables and the dynamics of the elements that form a structural and functional part of the wetland by means of diagrams, through the model of white box (structure) and black box (function), those represent the inputs and outputs of matter, energy and data in the system. To the development of this project, first of all a documentary revision of secondary information was made, then we made an exploration trip to the wetland, which lets a first approach and the identification of the ecosystemic services by means of field format based on Millenium Ecosystem Assessment (MEA); Afterwards it is the experimental design stage, where it was established the white box and black box model. Lastly in this stage, it was determined the ecosystemic health of the wetland El Resbalón since the supply and demand of the ecosystem goods and services through indicators such as irrigation water use index (IWUI), service offering (SO) and the British Columbia water quality index (BCWQI), altogether with the analysis of the potential value of the ecosystemic services, it was claimed that wetland El Resbalón is an ecosystem which provides a big amount of services, and despite the diverse environmental tensors like the domestic, livestock and agricultural dumping, it is in an intermediate level of affectation or disruption of the ecosystemic stability.

Keywords: ecosystemic health, wetland, ecosystemic services, Odum's symbols, ecosystem, ecosystemic stability.

Contenido

INTRODUCCIÓN	13
1. OBJETIVOS	15
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Humedal El Resbalón	16
2.2. Servicios ecosistémicos	18
2.2.1. Tipos de servicios ecosistémicos	19
2.2.2. Servicios ecosistémicos de humedales	19
2.3. Biodiversidad	20
2.4. Salud ecosistémica	21
2.5. Humedales	22
2.5.1. Tipos de humedales	22
2.6. Captura y almacenamiento de carbono	23
2.7. Estructura ecológica - Modelo de símbolos de Odum	23
2.7.1. Modelo de sistema caja blanca	24
2.7.2. Modelo de sistema caja negra.....	24
3. METODOLOGÍA	26
3.1. ETAPA 1: Revisión y análisis documental.....	26
3.2. ETAPA 2: Trabajo de campo	27
3.3. ETAPA 3: Diseño experimental	28
3.3.1. Metodología caja blanca	28
3.3.2. Metodología caja negra	28
4. DESARROLLO CENTRAL	30
4.1. Resultados	30
4.1.1. Caracterización de los componentes ecosistémicos del humedal El Resbalón ...	30
4.1.1.1. Aspectos generales	30
4.1.1.2 Aspectos ambientales	37

4.1.1.3. Aspectos socioeconómicos	46
4.1.1.4. Problemática ambiental	53
4.1.2. Identificación y evaluación de los servicios ecosistémicos del humedal El Resbalón.	57
4.1.3. Determinación de la salud ecosistémica del humedal El Resbalón a partir de la oferta y la demanda de los bienes y servicios ambientales.....	64
4.1.3.1. Interpretación de los índices	68
4.1.3.2. Metodología caja blanca	79
4.1.3.3. Metodología caja negra	79
4.1.3.4. Aspectos importantes del modelo	83
4.1.3.5. Explicación del modelo	84
5. IMPACTO SOCIAL Y/O HUMANÍSTICO DEL PROYECTO	91
6. CONCLUSIONES	92
7. RECOMENDACIONES	94
Anexo A. Formatos de campo servicios ecosistémicos del humedal El Resbalón ...	98
Anexo B. Actas de participación en los talleres asociados al humedal El Resbalón	103

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización del Humedal El Resbalón.	16
Ilustración 2. División Político administrativa de Cota.	17
Ilustración 3. Tipos de servicios ecosistémicos.....	19
Ilustración 4. Servicios ecosistémicos de humedales.....	20
Ilustración 5. Localización del Humedal.	30
Ilustración 6. Usos del suelo en el municipio de Cota.	33
Ilustración 7. Usos potenciales del suelo.	34
Ilustración 8. Vocación del suelo en el municipio de Cota.	34
Ilustración 9. Matriz de conflicto de uso.	36
Ilustración 10. Conflictos de uso del suelo.....	37
Ilustración 11. Población desagregada por área.....	48
Ilustración 12. Población étnica.	48
Ilustración 13. Vertimientos en el sector del humedal El Resbalón.....	54
Ilustración 14. Eutrofización en el humedal.	54
Ilustración 15. Cambio en el Humedal El Resbalón en los años 1940, 1957, 1966, 1977, 2000 y 2007.	55
Ilustración 16. Cultivos de maíz aledaños al humedal El Resbalón.	59
Ilustración 17. Institución Educativa Departamental Instituto Parcelas.....	62
Ilustración 18. Ubicación de los sectores en el Humedal El Resbalón.	71
Ilustración 19. Diagrama del ecosistema del humedal El Resbalón a partir de la metodología de símbolos de Odum.....	82
Ilustración 20. Interacciones del ecosistema.	83
Ilustración 21. Símbolo de interruptor o desviación del proceso.	83
Ilustración 22. Representación 1 de la dinámica ecosistémica en el humedal El Resbalón.	84
Ilustración 23. Representación 2 de la dinámica ecosistémica en el humedal El Resbalón.	85
Ilustración 24. Representación 3 de la dinámica ecosistémica en el humedal El Resbalón.	85
Ilustración 25. Representación 4 de la dinámica ecosistémica en el humedal El Resbalón.	86
Ilustración 26. Representación 5 de la dinámica ecosistémica en el humedal El Resbalón.	87
Ilustración 27. Acta de reunión Feria Ambiental de Cota 2018.....	104
Ilustración 28. Acta de participación "VIVE EL RÍO BOGOTÁ".	105

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. División político administrativa de Cota.....	17
Tabla 2. Clasificación municipal del suelo.	35
Tabla 3. Categorías Conflictos de uso del suelo.....	35
Tabla 4. Flora presente en el municipio de Cota.....	40
Tabla 5. Fauna presente en el municipio de Cota.....	41
Tabla 6. Clasificación de las especies de flora del municipio de Cota.	43
Tabla 7. Clasificación de las especies de fauna del municipio de Cota.	45
Tabla 8. Tipo de unidad de vivienda.....	49
Tabla 9. Servicios públicos del municipio de Cota.	50
Tabla 10. Malla vial municipal existente.....	51
Tabla 11. Indicadores propuestos.	66
Tabla 12. Rangos y categorías del IUA.....	68
Tabla 13. Escala de valores del indicador de Oferta de servicios (OS)	68
Tabla 14. Especies de macrófitas encontradas en tres sectores del humedal El Resbalón.	70
Tabla 15. Riqueza de macrófitas presentes en tres sectores del humedal El Resbalón....	71
Tabla 16. Estado trófico basado en la concentración de clorofila y la producción primaria.	73
Tabla 17. Cálculo de la productividad secundaria.....	74
Tabla 18. Representación de la productividad bruta de los niveles tróficos.	74
Tabla 19. Parámetros fisicoquímicos Humedal El Resbalón.	76
Tabla 20. Categorización y clasificación del índice de calidad del agua British Columbia (BCWQI).....	78
Tabla 21. Índice BCWQI del humedal El Resbalón.	78
Tabla 22. Componentes del ecosistema del Humedal.	79
Tabla 23. Símbolos ecológicos de Odum, para designación de estructura y función ecosistémica.	80
Tabla 24. Valores potenciales del humedal El Resbalón.	88
Tabla 25. Condición y rangos de salud ecosistémica.	90
Tabla 26. Condición de salud ecosistémica del humedal El Resbalón.	90

LISTA DE FORMATOS

Formato 1. Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento del Humedal El Resbalón.....	57
Formato 2. Servicios ecosistémicos de regulación del Humedal El Resbalón.	59
Formato 3. Servicios ecosistémicos culturales del Humedal El Resbalón.....	61
Formato 4. Servicios ecosistémicos de soporte del Humedal El Resbalón.....	62
Formato 5. Formato de campo servicio ecosistémico de aprovisionamiento.	99
Formato 6. Formato de campo servicio ecosistémico de regulación.	100
Formato 7. Formato de campo servicio ecosistémico cultural.	101
Formato 8. Formato de campo servicio ecosistémico de soporte.	102

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Símbolos

°C: Grados Celsius

Símbolos ecológicos del ecosistema aplicados al desarrollo del documento

Abreviaturas

CAR: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca

DBO: Demanda Biológica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

Ha: Hectárea

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IUA: Índice de uso del agua

L: litros

m: metro

MBE: Manejo Basado en Ecosistemas

MEA: Millenium Ecosystem Assessment

mg: miligramo

mm: milímetros

msnm: metros sobre el nivel del mar

PBOT: Plan Básico de Ordenamiento Territorial

PIB: Producto Interno Bruto

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

s: segundo

ZCTI: Zona de Confluencia Intertropical

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de determinar la salud ecosistémica del humedal El Resbalón, ubicado en el municipio de Cota, Cundinamarca por medio de la identificación de los servicios ecosistémicos en el ámbito ambiental y socioeconómico; para lo cual se implementó la metodología de símbolos de Odum, la cual permite representar gráficamente las relaciones entre las variables y dinámicas entre los elementos que forman parte del ecosistema mediante diagramas, en donde se distinguen cuatro variables: los productores, los consumidores, los almacenes de energía y las variables externas (los sumideros o fuentes y el lugar de interacción). La identificación de los servicios ecosistémicos que conlleva a la evaluación de las características ecológicas, socioeconómicas y culturales, y a la identificación de los principales conflictos ambientales existentes en el Humedal, los cuales impiden el desarrollo de las funciones ecológicas y generan deterioro y agotamiento de los bienes y servicios ofrecidos por este. Desde años atrás, el humedal El Resbalón viene siendo objeto de múltiples presiones antrópicas que se evidencian en su acelerado deterioro y en la pérdida de su capacidad para desarrollar las funciones ecosistémicas de humedal; es por esto, que es de gran importancia realizar estudios sobre salud ecosistémica que permitan la identificación de los principales conflictos ambientales existentes en el Humedal, los cuales impiden el desarrollo de las funciones ecológicas y generan deterioro y agotamiento en los bienes y servicios ofrecidos por este.

Para realizar este proyecto, primero se realizó una revisión documental de información secundaria que permitió tener una base conceptual sobre la cual abordar el tema de humedales, en este caso, el humedal El Resbalón; así mismo, se ejecutó una salida de reconocimiento al humedal, que permitió un primer acercamiento y la identificación de los servicios ecosistémicos, para lo cual fue necesario establecer un trabajo de campo, en donde se diseñaron unos formatos de servicios ecosistémicos de acuerdo al Millenium Ecosystem Assessment (MEA); posteriormente se encuentra la etapa del diseño experimental, en donde se estableció el modelo de caja negra y caja blanca. Por último, se analizaron e interpretaron los resultados obtenidos en conjunto con el diagrama realizado de los símbolos de Odum. De acuerdo con este análisis, se encontró que el humedal El Resbalón provee gran variedad de servicios ecosistémicos, dentro de los más importantes se encuentran: los servicios de aprovisionamiento, entre ellos el alimento por agricultura (presencia de cultivos de fresa, maíz y papa aledaños al humedal), de regulación como la regulación del clima, la calidad del aire y de la biodiversidad, servicios culturales como la herencia cultural y pertenencia al territorio y el valor educativo, finalmente los servicios de soporte como el hábitat para especies. De igual forma, se establecieron unos indicadores como el índice del uso del agua, que para el área rural de Cota es igual a 0,42, lo que significa que la presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible; el índice de la oferta de servicios (O_s) dio un valor de 2,17, representa una condición de prestación de servicios ecosistémicos muy buena, teniendo en cuenta que su valor puede variar entre 0 y 4, de manera que el ecosistema ofrece más servicios entre más cercano a 4 sea su valor y el índice de calidad del agua British Columbia (BCWQI) el cual establece que muchos de los usos necesitan de tratamiento, las condiciones a menudo se alejan de las naturales o deseables y más de un uso puede ser temporalmente interrumpido.

Se puede concluir que el Humedal El Resbalón es un ecosistema que provee gran cantidad de servicios, y que, a pesar de los diversos tensores ambientales como la llegada de vertimientos domésticos, agrícolas y ganaderos, se encuentra en un nivel intermedio de afectación o perturbación de la estabilidad ecosistémica, ya que realiza su proceso de resiliencia ecológica.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la salud ecosistémica del humedal El Resbalón con base en la identificación y oferta de los servicios ecosistémicos, en el ámbito ecológico y socioeconómico.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

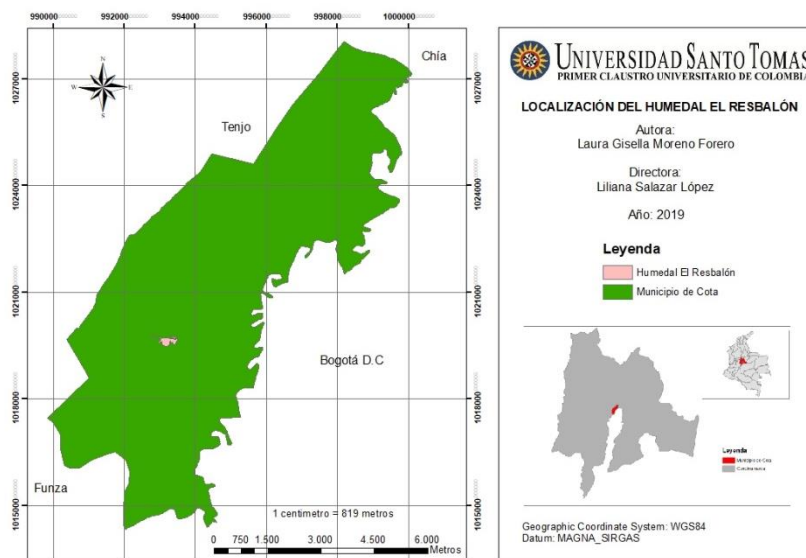
- Caracterizar los componentes ecosistémicos del humedal El Resbalón.
- Identificar los servicios ecosistémicos del humedal El Resbalón.
- Determinar la salud ecosistémica del humedal El Resbalón a partir de la oferta y la demanda de los bienes y servicios ambientales.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Humedal El Resbalón

Localizado en la vereda Parcelas del municipio de Cota Cundinamarca, el humedal hace parte de la finca con el mismo nombre. Es un terreno de forma irregular, perteneciente a la franja de terrenos del río Chicú, con tendencia inundable en gran parte del año, de topografía con pendientes no superiores al 2%, con una estructura hidráulica natural necesaria para mitigar y regular las crecientes o inundaciones del río Chicú. Vale la pena resaltar que el humedal en el año 2003, cubría una superficie de 18,72 hectáreas, actualmente, por la intervención directa por construcciones y compactación de áreas de ronda hidráulica, zona de amortiguación y manejo ambiental, y de acuerdo a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), solo es de 8,82 hectáreas. En diez años perdió aproximadamente 10 hectáreas [1]. En la ilustración 1 se puede observar la localización del Humedal El Resbalón en el municipio de Cota.

Ilustración 1. Localización del Humedal El Resbalón.



Fuente: elaboración propia.

El humedal El Resbalón, como todos los humedales ubicados en jurisdicción del municipio de Cota, es un ecosistema léntico hidrodinámicamente, dentro de la clasificación CAR, definido como Humedal del Altiplano Cundiboyacense [2]. Se clasifica de acuerdo con los criterios de la Convención Ramsar (adoptada por la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia) como de: 1) Ámbito Interno, 2) Sistema palustre, 3) Subsistema permanente, 4) Clase emergente, 5) Subclase pantanos y ciénagas dulces permanentes [2].

El Acuerdo 012 de 2000, que reglamenta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Cota – Cundinamarca (PBOT), declara en el artículo 53, la organización y división territorial del municipio, 8 veredas en el suelo rural y área urbana, en donde la vereda Parcelas representa un 10% del municipio con un área de 513,28 hectáreas (Ha), como se puede observar en la Tabla 1.

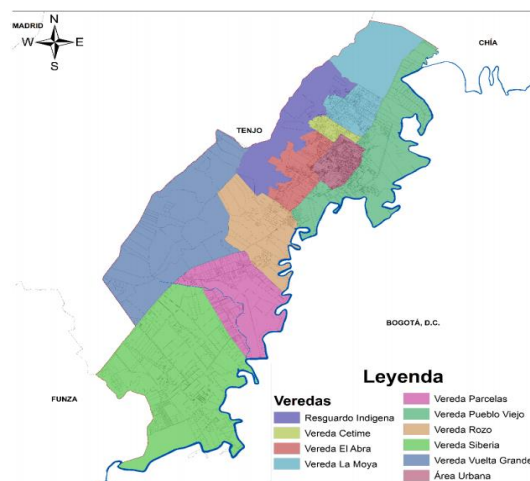
Tabla 1. División político administrativa de Cota.

División político administrativa	Área (Ha)	% en el municipio
Área urbana	140,44	3%
Vereda Cetime	147,22	3%
Vereda La Moya	614,12	11%
Vereda Pueblo Viejo	694,14	13%
Vereda El Abra	423,45	8%
Vereda Siberia	1353,63	25%
Vereda Parcelas	513,28	10%
Vereda Rozo	421,8	8%
Vereda Vuelta Grande	1035,48	19%
Total	5343,58	100,00%

Fuente: equipo técnico Consorcio POT Cota, con insumos del Acuerdo 012 del 2000.

A continuación, se presenta la división político administrativa del municipio de Cota:

Ilustración 2. División Político administrativa de Cota.



Fuente: Equipo Técnico Consorcio POT Cota 2018.

En cuanto a las características socioeconómicas de la zona de estudio, la vereda Parcelas se caracteriza por las actividades productivas agropecuarias, ganadería, actividades educativas (presencia de dos colegios cerca al humedal: Colegio José Max León y la Institución Educativa Departamental Instituto Parcelas) y actividades de servicios por la presencia de conjuntos residenciales cerca al humedal.

2.2. Servicios ecosistémicos

Según Balvanera (2007), el concepto de servicios ecosistémicos permite analizar el vínculo que existe entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano [3]. A la fecha existen múltiples definiciones del término servicios. De acuerdo con Gretchen Daily (1997), los servicios son las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales, y las especies que los conforman, sostienen y nutren a la vida humana [4]. Esta definición pone énfasis en las condiciones biofísicas cambiantes dentro de los ecosistemas, así como en las interacciones (procesos) entre éstas y sus componentes bióticos (especies). Rudolf de Groot (2002), comparte esta perspectiva ecosistémica y considera que en el estudio de los servicios es necesario destacar el subconjunto de funciones del ecosistema que están estrechamente relacionadas con la capacidad de aquello que satisfacen directa o indirectamente las necesidades de las poblaciones humanas [5].

El Millenium Ecosystem Assesment (2005) define a los servicios como todos los beneficios que las poblaciones humanas obtienen de los ecosistemas [6]. Esta es una definición mucho más sencilla y permite tener un impacto más claro y directo sobre los tomadores de decisiones. Sin embargo, no permite hacer una distinción explícita entre lo que sucede en los ecosistemas y aquello que beneficia a las poblaciones humanas. Por eso Boyd y Banzhaf (2007) sugieren definir a los servicios como los componentes de la naturaleza que son directamente consumidos, disfrutados o que contribuyen al bienestar humano [7].

En síntesis, el concepto de servicios ecosistémicos o servicios ambientales permite hacer un vínculo explícito entre el estado y funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano, el cual puede ser directo o indirecto y los seres humanos pueden o no estar conscientes de su existencia.

La noción de servicios ecosistémicos pretende, de alguna manera, analizar los diferentes tipos de vínculos entre la sociedad y la naturaleza, o la manera en que distintos actores sociales pueden aprovechar los servicios que ofrecen los ecosistemas [8].

El análisis de los diferentes enfoques permite que la clasificación de los bienes y servicios que los ecosistemas ofrecen a la población humana pueda efectuarse ponderando su diversidad, utilidad, procesos y estructura, de acuerdo al interés particular de los tomadores de decisiones. Al mismo tiempo el conocimiento de los distintos enfoques, permitirá ir avanzando en el proceso de unificación de criterios y generación de un concepto y sistema de clasificación con aceptación generalizada [9].

2.2.1. Tipos de servicios ecosistémicos

Ilustración 3. Tipos de servicios ecosistémicos.



Fuente: Millennium Ecosystem Assessment (2005).

Los ecosistemas suministran a la humanidad toda una serie de beneficios, conocidos como servicios ecosistémicos, que resultan vitales para el bienestar y el desarrollo económico y social tanto en el presente como en el futuro. Son entonces los servicios que provee la naturaleza a las personas y son los responsables de sustentar todas las actividades y la vida de los seres humanos; estos servicios ecosistémicos se clasifican en servicios de aprovisionamiento que son los recursos naturales, los bienes tangibles o productos que provienen de los ecosistemas con beneficio directo para las personas, como lo son: alimentos, agua, materias primas y recursos medicinales; los servicios de regulación como su nombre lo indica son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos del ecosistema (regulación de la calidad del aire y del suelo, regulación del clima, precipitaciones y agua proporcionando el control de inundaciones, polinización, control de residuos y de propagación de enfermedades); los servicios culturales corresponden a los beneficios no materiales que la gente obtiene del ecosistema, bien sea beneficios estéticos, bienestar espiritual y psicológico o valores recreativos; y finalmente los servicios de soporte, necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos, como lo son: formación de suelos, reciclaje de nutrientes, productividad primaria, hábitats y mantenimiento de la diversidad genética.

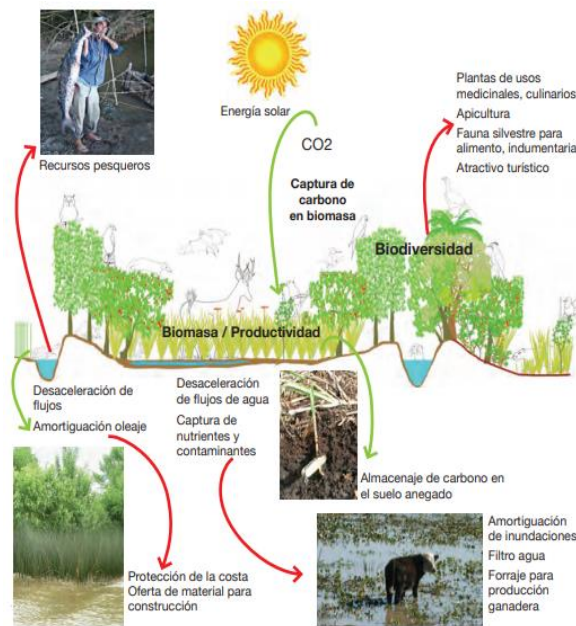
2.2.2. Servicios ecosistémicos de humedales

En particular, se sabe que los humedales han sido zonas muy importantes en el desarrollo geológico e histórico de nuestro planeta. Entre los humedales se encuentran algunos de los ecosistemas más productivos, tanto por sus componentes como por sus funciones. Estos ecosistemas generan bienes y servicios para la sociedad y realizan varias funciones ecológicas y ambientales; sin embargo, su valor no ha sido reconocido en su totalidad, esto es, bienes y servicios que se pueden medir en

términos monetarios no han sido valorados económicamente para un mejor manejo del recurso. Por tal motivo, muchos de esos valores no se incluyen en las tomas de decisión públicas y privadas, provocando el deterioro de una importante fuente de riqueza para el país [10].

Los humedales proveen un conjunto de bienes y servicios ecosistémicos que garantizan la calidad de vida tanto de los pobladores locales como de los habitantes de áreas vecinas; la provisión de bienes y servicios ecosistémicos a la sociedad depende del mantenimiento de la integridad ecológica de los humedales. El término integridad ecológica se refiere a la capacidad de soportar y mantener una comunidad de organismos con una estructura (composición de especies, diversidad biológica, características del suelo, entre otros), funcionalidad y procesos de cambio comparables a lo que sería un ambiente natural de la región [11].

Ilustración 4. Servicios ecosistémicos de humedales.



Fuente: P. Kandus., N. Morandeira y F. Schivo (eds). 2010. Bienes y Servicios Ecosistémicos de los Humedales del Delta del Paraná.

2.3. Biodiversidad

Según el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, este término hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano. La biodiversidad comprende igualmente la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie (diversidad genética) que

permiten la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el mundo.

Es importante referir la biodiversidad del humedal de estudio, porque representa un componente fundamental relacionado con los servicios ecosistémicos. Los elementos diversos que la componen y que conforman verdaderas unidades funcionales, que aportan y aseguran muchos de los “servicios” básicos para nuestra supervivencia. De esta manera, los humedales, como todos los ecosistemas, están asociados a una gran diversidad de organismos y comunidades que se han adaptado a vivir con los cambios que experimentan estos lugares que ofrecen refugio, alimento, materias primas, medicinas y escenarios para contemplar y acercarnos a la naturaleza [12]. Los humedales son vitales para la supervivencia humana, son uno de los entornos más productivos del mundo, y son cunas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir [13].

2.4. Salud ecosistémica

Este concepto incorpora la idea del desarrollo sostenible, la cual implica la capacidad del sistema para mantener su estructura (organización) y función (vigor) a través del tiempo soportando estrés externo (resiliencia) de manera que para comprender cuando un ecosistema es saludable este debe definirse teniendo en cuenta su contexto (el sistema más grande del cual forma parte). La salud ecosistémica se define como la capacidad que tiene un ecosistema de mantener su equilibrio y autonomía a través del tiempo (complejidad y diversidad) y resiliente al estrés producido por las necesidades humanas, manteniendo el balance entre los componentes del sistema. El rápido deterioro de los principales ecosistemas en Colombia ha intensificado la necesidad de un seguimiento eficaz del medio ambiente y el desarrollo de indicadores que monitoreen la salud de los ecosistemas. La salud ecosistémica representa un punto final deseado de una buena implementación de la gestión ambiental, pero de esto depende la evaluación continua, en cuanto a este tema en Colombia, es novedoso y complejo ya que la continua formación y debate entre quienes trabajan en la promoción del conocimiento y en la búsqueda de nuevas aproximaciones a la gestión social de la biodiversidad [14]. El Manejo Basado en Ecosistemas (MBE) se centra en el mantenimiento de la integridad funcional y estructural del ecosistema para asegurar la salud y productividad del mismo. En particular, el concepto de salud ecosistémica, ha sido objeto de múltiples debates sin embargo es interesante resaltar su incorporación al léxico actual e incluso a las políticas públicas [15].

Es importante resaltar que la salud y el bienestar de las personas están entrañablemente unidos a las condiciones de los ecosistemas. Las actividades que nuestra sociedad realiza tienen secuelas en nuestro entorno, con alcances complejos; particularmente sobre aquellos sistemas considerados como los medios de vida, atentando además contra la salud humana y la sustentabilidad de los sistemas. Por lo tanto, el mejoramiento de la salud humana depende, sin duda, de un manejo adecuado de los sistemas naturales y del control y regulación de nuestras actividades productivas. La calidad del ambiente es un componente concluyente de la salud del ser humano, y el deterioro

ambiental causa consecuencias perjudiciales, de manera directa o no, que compromete la salud de las personas y el desarrollo sustentable. En cambio, un medio ambiente adecuado favorece la equidad ambiental, que representa agua, aire y suelos no contaminados, así como seguridad e inocuidad de los alimentos, sitios donde se labore de manera apropiada y estilos de vida saludables. Igualmente, un medio ambiente adecuado potencia las probabilidades del ser humano de salvaguardar y prolongar su salud [16].

2.5. Humedales

Los humedales son zonas donde el agua es el principal elemento controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a él. Estos ecosistemas se presentan en aquellas áreas donde las aguas se encuentran en la superficie terrestre o cerca de ella o donde los suelos están cubiertos por aguas poco profundas. De acuerdo a la convención de los humedales (Ramsar 1971), éstos se definen como: “Las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” [17].

Los humedales figuran entre los ecosistemas más productivos del mundo, son fuente de diversidad biológica y suministro de agua y productividad de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir. Dan sustento a altas concentraciones de especies de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces e invertebrados. Los humedales son importantes depósitos de material genético vegetal, como es el caso del arroz, el cual es el principal alimento de más de la mitad de la humanidad [17].

Son múltiples funciones de los ecosistemas de humedales y su valor para la humanidad, debido a la alta oferta de bienes y servicios, lo que los hace esenciales para el desarrollo de las comunidades; el consumo mundial de agua dulce ha venido aumentando a medida que la población se incrementa; esto implica que cada día será mayor la demanda y los conflictos por los recursos de estos ecosistemas [17].

Los humedales son indispensables por los innumerables beneficios o “servicios ecosistémicos” que brindan a la humanidad, desde suministro de agua dulce, alimentos y materiales de construcción, y biodiversidad, hasta control de crecidas, recarga de aguas subterráneas y mitigación del cambio climático [13]

2.5.1. Tipos de humedales

De acuerdo a lo anterior, se pueden establecer cinco grandes categorías de humedales:

- Marinos, los que incluye aquellas áreas que no superen los seis metros de profundidad como áreas costeras, lagunas costeras, arrecifes entre otras.

- Estuarinos entre los que se tienen deltas, marismas de marea y manglares.
- Lacustres como lagos y asociados a estos.
- Ribereños como ciénagas y asociados a ríos y arroyos.
- Palustres como pantanos, marismas y ciénagas.

2.6. Captura y almacenamiento de carbono

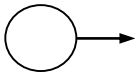
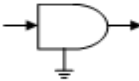
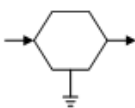
Una de las funciones más importantes del ecosistema, relacionada con el ciclo del carbono, es la captura del CO_2 por diferentes elementos que componen la biosfera. El aumento de las emisiones antropogénicas de CO_2 está empezando a ser absorbido por la atmósfera, por los océanos y por los bosques y otras especies vegetales. El aumento del dióxido de carbono en la atmósfera provoca un aumento del efecto invernadero, originando alteraciones climáticas [18].

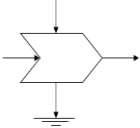
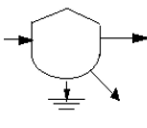
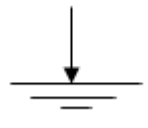
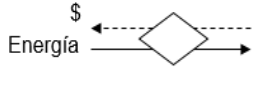
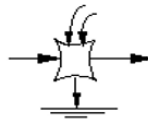
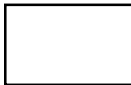
La captura y almacenamiento de carbono es la propuesta de una técnica para retirar dióxido de carbono de la atmósfera o, más comúnmente, evitar que llegue a ella. Consiste en separar el CO_2 emitido por la industria y la generación de energía en los procesos de combustión, y transportarlo a un lugar de almacenamiento geológico para aislarlo de la atmósfera a largo plazo [19].

2.7. Estructura ecológica - Modelo de símbolos de Odum

Este modelo permite representar gráficamente las relaciones entre las variables y variaciones entre los elementos que forman parte del sistema terrestre del ecosistema mediante diagramas, en donde se distinguen cuatro variables: los productores, los consumidores, los almacenadores de energía y las variables externas: los sumideros o fuentes y el lugar de interacción. Los símbolos de energía muestran cómo están conectadas las partes productoras y consumidoras de un ecosistema, el uso de energía, el reciclaje de materiales y el uso del depósito para ayudar a los procesos de producción [20].

Eugene Pleasants Odum, biólogo fue uno de los más importantes promotores de la ecología contemporánea. Se considera como “el padre del sistema ecológico”, su aporte se encuentra en su popular libro de ecología *Fundamentals of Ecology* (1953); propuso además una serie de símbolos que permiten representar de una manera muy sencilla la estructura y funcionamiento de un ecosistema; a continuación, se presentan los símbolos propuestos por Odum:

Fuente de energía	Productor	Consumidor	Flujos de energía
			
Es todo aporte de energía lumínica, cinética o potencial.	Unidad que hace productos a partir de energía y materiales primarios como	Unidad que usa los productos de productores, como: insectos, ganado,	Se representan con flechas que se ubican con la punta hacia el

	árboles, cosechas o fábricas.	microorganismos, seres humanos y ciudades.	componente que utiliza esa energía.
Interacción 	Depósito 	Sumidero de calor 	Transacción 
Proceso que combina diferentes tipos de flujo de energía o materiales	Es un lugar donde la energía se almacena, por ejemplo: recursos como biomasa forestal, suelo, materia orgánica, agua subterránea, arena, nutrientes, etc.	Energía dispersada y que no puede ser reutilizada. Como la energía de la luz solar después de la fotosíntesis, o el calor que sale por el metabolismo animal.	Es la representación del factor económico como dinero pagado por energía consumida en un proceso.
Interruptor o desvío 	Caja 		
Proceso que se inicia o termina como un incendio o de la polinización de las flores.	Símbolo para definir los límites de un sistema, subsistema, etc.		

2.7.1. Modelo de sistema caja blanca

En este tipo de modelo se estudian no sólo las entradas y salidas sino también los elementos del sistema y sus interacciones; dichas relaciones entre las variables que lo componen se representan mediante flechas [21]. La caja blanca se compone por el aspecto biótico y abiótico del humedal.

2.7.2. Modelo de sistema caja negra

Se representa como si fuera una caja dentro de la cual lo más importante son las entradas y salidas de materia, energía e información en el sistema, y no sus elementos ni las interacciones que se

establecen entre ellos, que se definen en la caja blanca. Por tanto, no interesan los elementos del sistema ni sus interacciones [21]. La caja negra se compone por los flujos de energía, cantidad de materia, resiliencia y evolución del humedal.

3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto, primero se realizó una revisión y análisis de información secundaria, así mismo, se realizó una salida de reconocimiento al humedal, que permitió un primer acercamiento y la identificación de los componentes prestadores de servicios ecosistémicos; para lo cual fue necesario realizar un trabajo de campo, en donde se diseñaron unos formatos de identificación y evaluación de servicios ecosistémicos de acuerdo al Millenium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) que se encuentran en el Anexo A del presente documento; posteriormente se encuentra la etapa del diseño experimental, en donde se estableció el modelo de caja negra que se compone de las entradas y salidas de materia, energía e información en el sistema; y caja blanca, compuesto por los elementos del sistema y sus interacciones. Finalmente, en esta etapa, se determinó la salud ecosistémica del humedal El Resbalón a partir de la oferta y la demanda de los bienes y servicios ambientales. Por último, se analizaron e interpretaron los resultados obtenidos en conjunto con los diagramas realizados de los símbolos de Odum (1981).

Este proceso desarrolla las siguientes fases:

3.1. ETAPA 1: Revisión y análisis documental

Se realizó la revisión y el análisis de la información secundaria existente, con el fin de conocer las condiciones físico-bióticas y socioeconómicas actuales del municipio de Cota y posteriormente poder realizar la respectiva caracterización de los componentes ecosistémicos; para lo cual se analizaron entre otros los siguientes documentos:

- CONSULCO INGENIERÍA LTDA, Estudio y evaluación ambiental de los ecosistemas hídricos superficiales del municipio de Cota formulación y desarrollo de los respectivos planes de protección ambiental, Cota, 2014.
- Secretaría de Planeación Municipal. Consorcio POT Cota, «REVISIÓN GENERAL DEL PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL COTA,» Cota, 2018.
- CIDETER SAS, «REVISIÓN GENERAL PBOT COTA. DOCUMENTO DE DIAGNÓSTICO,» Cota, 2010.
- Concejo municipal de Cota, Cundinamarca Colombia, «PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2016 – 2019. “COTA MUNICIPIO ECOINDUSTRIAL DE LA SABANA”,» Cota, 2016-2019.

El análisis documental se realizó a partir de información de bases de datos como lo son Science Direct, Scopus y Ambientalex.Info en donde se consultaron artículos científicos como:

- Acercamiento al estudio de los servicios ecosistémicos (revista *Gaceta ecológica*).
- A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services (revista *Ecological Economics*).

- What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units, (revista *Ecological Economics*).
- Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario (revista *Gaceta ecológica*).
- Marco Conceptual y Clasificación de los Servicios Ecosistémicos (revista *Bio Ciencias*).

De igual forma mediante bases cartográficas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) se realizaron mapas de la ubicación del humedal, el uso y vocación del suelo con ayuda del software ArcMap 10.5.

3.2. ETAPA 2: Trabajo de campo

Para el proceso de toma de información en campo se utilizaron los Formatos que se encuentran en el Anexo A del presente documento, en donde se incluye información asociada a la clasificación de los servicios ecosistémicos que brinda el humedal El Resbalón, bien sean de aprovisionamiento, regulación, culturales y/o de soporte; en cada uno de ellos se encuentran los recursos característicos que brindan, como por ejemplo en el caso de la categoría de aprovisionamiento, se clasifica así: agua, alimentos, biomasa, fibras y resinas, madera, productos forestales no maderables, recursos pesqueros y plantas medicinales; para lo cual existen dos casillas en donde se señalará si existe o no dicho servicio ecosistémico en el humedal, así como también el uso, el estado actual del servicio ecosistémico (bueno, regular o malo) y la dependencia de la comunidad (alta, media o baja). La toma de información se realizó mediante observación directa en la zona de estudio y teniendo en cuenta información asociada a la prestación de servicios ecosistémicos de humedales.

Para la identificación y evaluación de los servicios ecosistémicos se tomó como referencia lo estipulado por el ANLA en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales; adaptando el formato de servicios ecosistémicos según las necesidades en este caso encontradas y de acuerdo a la información disponible de la zona de estudio.

Vale la pena resaltar que además de este trabajo en campo, se tuvieron en cuenta aspectos como la percepción de los actores circundantes al humedal mediante la participación en talleres con los colegios aledaños al mismo (José Max León y la Institución Educativa Departamental Instituto Parcelas) así como en la Feria Ambiental Cota 2018 que se llevó a cabo el día 24 de Octubre en el Parque Principal Luis Carlos Galán Sarmiento, con presencia de la comunidad de Cota, estudiantes de los colegios José Max León y la Institución Educativa Departamental Instituto Parcelas, la Alcaldía Municipal de Cota y la Secretaría Agropecuaria Medio Ambiente y Desarrollo Económico (SAMADE); con motivo de presentar las evidencias del trabajo que se viene desarrollando en materia ambiental con el ánimo de fortalecer la cultura y responsabilidad frente al cuidado del entorno. De igual forma, el día 7 de marzo de 2019 se llevó a cabo la celebración del Festival “VIVE EL RÍO BOGOTÁ” en donde, mediante un stand se dio a conocer este proyecto de investigación con la comunidad de Cota y los estudiantes de los colegios anteriormente mencionados. Las actas de participación respectivas se encuentran en el Anexo B del presente documento.

3.3. ETAPA 3: Diseño experimental

Una vez identificados los servicios ecosistémicos del humedal por medio de los formatos de campo, se estableció el modelo de caja blanca (estructura) y caja negra, que se explicarán a continuación:

3.3.1. Metodología caja blanca

Se estableció un modelo de caja blanca orientada a la definición de la estructura de los componentes bióticos y abióticos del ecosistema, éste es un elemento esencial en la identificación de los componentes del humedal, ya que se estudian no sólo las entradas y salidas sino también los elementos del sistema y sus interacciones; mediante los símbolos descritos anteriormente en la sección 2.7 Estructura ecológica - Modelo de símbolos de Odum del marco teórico. Se distinguen diferentes símbolos para: los productores (productor primario bien sean plantas superiores, macrófitas, algas o fitoplancton), consumidores (primario, secundario y terciario), depósito (por ejemplo, la biomasa forestal, el suelo, la materia orgánica, arena, nutrientes, agua, ...), interruptor o desvío (en este caso hace referencia a los tensores ambientales que se evidencian en el Humedal El Resbalón), interacción (proceso que combina diferentes tipos de flujos de energía o de materiales) y transacción (intercambio comercial de dinero para energía, materiales o servicios prestados (agricultura, colegios y sistemas de producción)).

3.3.2. Metodología caja negra

Se estableció el modelo de caja negra, se representa como si fuera una caja dentro de la cual lo más importante son las entradas y salidas de materia, de energía y sus comunicaciones, e información en el sistema y no sus elementos ni las interacciones que se establecen entre ellos, que se definen en la caja blanca. Por tanto, la caja negra se compone por los flujos de energía, cantidad de materia, resiliencia y evolución del humedal; los cuales se representan con símbolos como por ejemplo el flujo de energía representado por una flecha que indica la dirección en que se establece la relación de un elemento a otro; las fuentes de energía se ven representadas por círculos en diferentes tonalidades de amarillo, en las que se encuentran: la energía solar (ES), la energía potencial acumulada (EPA), la energía asociada a la cadena trófica (ET) y la energía eólica (EE). Por otra parte, se encuentra la energía dispersada en el medio la cual, se representa con una flecha hacia abajo con tres líneas paralelas y está asociada a almacenes, interacciones, productores, consumidores y símbolos de interruptores. El límite del ecosistema se representa como una caja con líneas entrecortadas, lo que significa que no es un sistema cerrado, sino por el contrario, se establecen diversas relaciones con los aspectos físico-bióticos tanto internos como externos.

Finalmente, se determinó la salud ecosistémica del humedal El Resbalón a partir de la oferta y la demanda de los bienes y servicios ambientales; en donde se identifican los componentes claves del humedal, la diversidad y la capacidad de brindar servicios a la comunidad, se deben conocer los actores sociales, sus usos, necesidades y demanda de los servicios ecosistémicos y estimar el

abastecimiento por parte del humedal El Resbalón y la demanda de los servicios por parte de la sociedad.

Para cumplir con lo descrito anteriormente, a continuación, se describen las actividades que incluyen procesos y mediciones que permiten el acatamiento de los objetivos propuestos, mediante el modelo de símbolos de Odum:

1. Hacer una lista de las partes del ecosistema (componentes vivos e inertes).
2. Nombrar los símbolos usados para hacer diagramas de ecosistemas y describir cada símbolo.
3. Diseñar el diagrama del humedal, distinguiendo los niveles tróficos (jerárquicos) usando símbolos de Odum.
4. Identificar factores limitantes externos e internos dentro de un sistema energético.
5. Hacer una lista de los valores potenciales del humedal.

4. DESARROLLO CENTRAL

4.1. Resultados

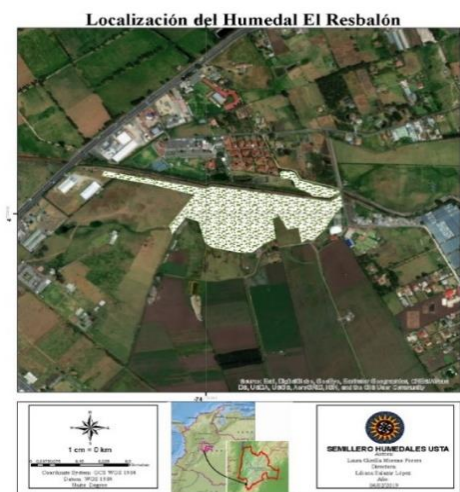
4.1.1. Caracterización de los componentes ecosistémicos del humedal El Resbalón

La caracterización ecológica del humedal se basó en la determinación de las características ecológicas como lo fundamenta la resolución 196 del 2006 “Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia”, en donde a través del Nivel 3 del Enfoque Jerárquico para la Descripción de Humedales estipulado en la mencionada resolución se realizó la descripción de las características ecológicas del humedal basado en la determinación de los aspectos físico químicos y biológicos del humedal, entre los requerimientos se encuentran los componentes: 1) Generales (localización, clasificación, superficie y régimen de propiedad y figura de manejo), 2) Ambientales (físicos y ecológicos), 3) Socioeconómicos (culturales y sociales) y 4) Problemática ambiental (factores de perturbación en el humedal); los cuales se describen a continuación:

4.1.1.1. Aspectos generales

El humedal El Resbalón se encuentra ubicado en la vereda Parcelas del municipio de Cota, Cundinamarca cuyas coordenadas geográficas son: $4^{\circ}46'27,2''$ N y $74^{\circ}08'11,5''$ W con una elevación de 2557 msnm. Por su parte, el municipio de Cota se encuentra localizado en la Cordillera Oriental de Colombia, en la región conocida como altiplanicie de la Sabana de Bogotá, limitando con la ciudad de Bogotá al oriente y suroriente, al suroccidente limita con el municipio de Funza, al occidente con el municipio de Tenjo y al norte con el municipio de Chía [22]. En la ilustración 5 se puede observar la ubicación del Humedal El Resbalón.

Ilustración 5. Localización del Humedal.



Fuente: elaboración propia.

Clasificación del humedal según criterios RAMSAR

Según el Anexo IA de la Resolución 196 de 2006, en donde se da la definición de "humedales" y se presenta el Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales de la Convención de Ramsar; el humedal El Resbalón es un Humedal de Sistema Palustre, de Subsistema Permanente, de Clase Emergente y subclase de Ciénaga o Pantano Dulce, por lo tanto, sería un Humedal **"P -- Lagos estacionales/intermitentes de agua dulce (de más de 8ha); incluye lagos en llanuras de inundación."** [23].

El humedal El Resbalón pertenece a la franja de terrenos del río Chicú, es un terreno de forma irregular, de topografía plana pues las pendientes no son superiores al 2% y es una estructura hidráulica natural necesaria para mitigar y regular las crecientes o inundaciones del río Chicú. De acuerdo con la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), el humedal ha perdido aproximadamente 10 hectáreas; pues en el año 2003 cubría una superficie de 18,72 hectáreas y actualmente por la intervención directa por construcciones y compactación de áreas de ronda hidráulica sólo es de 8,82 hectáreas. En diez años perdió aproximadamente 10 hectáreas, razón por la cual debe ser objeto de estudio y de propuesta de lineamientos de manejo [1].

El humedal El Resbalón, como todos los humedales ubicados en jurisdicción del municipio de Cota, es un ecosistema léntico hidrodinámicamente, dentro de la clasificación CAR, definido como Humedal del Altiplano Cundiboyacense [2].

Régimen de propiedad y figura de manejo

De acuerdo con la resolución 196 de 2006, en este tema la información base es tipo de uso, tenencia de la tierra y figuras de manejo en el área, las cuales se ven representadas a continuación:

Tipo de uso

Los usos predominantes en el municipio de Cota se componen por 2169 Ha de uso agrícola correspondiente al 53%, 1730 de uso pecuario correspondiente al 42% y de 179 Ha de Bosques Naturales que corresponden al 4%. Para otros tipos de áreas se tiene que el área en pastos es de 1338,3 Ha, en rastrojo es de 250,5 Ha e infraestructura agropecuaria del 36,8 Ha [22].

Uso potencial del suelo o figura de manejo

El uso potencial se define como la vocación que poseen las tierras por su naturaleza para producir o mantener una cobertura vegetal, teniendo en cuenta el uso más intensivo que estas puedan soportar, garantizando una producción sostenida sin deteriorarse [22].

Dentro del uso potencial de las tierras se consideran diversas categorías, las cuales pueden ser agrupadas en 5 grandes clases (agrícola, agroforestal, pecuaria, forestal y conservación). A continuación, se enlistan las categorías de uso potencial presentes en el Municipio de Cota [22]:

Conservación:

- **Recuperación (CRE):** el uso de estas tierras corresponde a todas las unidades de suelo que reúnen parámetros físicobióticos frágiles asociados principalmente a zonas afectadas por procesos morfodinámicos y antiguas zonas de extracción de material para construcción, o zonas de muy alta pendiente.

Forestal:

- **Protectora (CFP):** el uso de estas tierras corresponde a todas las unidades de suelo que reúnen parámetros físicobióticos frágiles asociadas a hábitats especiales de flora que integran bosques naturales, arbustales y otros propios del Cerro Majuy.
- **Protección – producción (FPP):** son suelos con vocación protectora, pero que sin embargo tienen la capacidad de producción de especies maderables bajo ciertas condiciones específicas, principalmente asociadas a zonas de pendiente no muy alta, en la que se puede mantener la cobertura de bosque natural o plantado, generalmente son áreas ubicadas en el piedemonte del Cerro Majuy.

Agroforestal

- **Silvopastoril (SPA):** son suelos con capacidad pastoril limitada, pues se encuentran enmarcando suelos de protección, en el caso de estudio están asociados a zonas de inundación muy próximas al Río Chicú y Río Bogotá.
- **Agrosilvopastoril (SAP):** al igual que la clasificación anterior, son suelos con capacidad pastoril, sin embargo, estos también permiten un uso agrícola muy limitado a las condiciones edafológicas propias, esto debido a que son suelos con buenas condiciones agrológicas, sin embargo, se asocian a zonas proximales a los principales cuerpos de agua, con antecedentes de inundación, lo cual restringe su uso.
- **Silvoagrícolas (SAG):** son suelos con vocación agrícola limitada, esto por la composición y características edáficas.

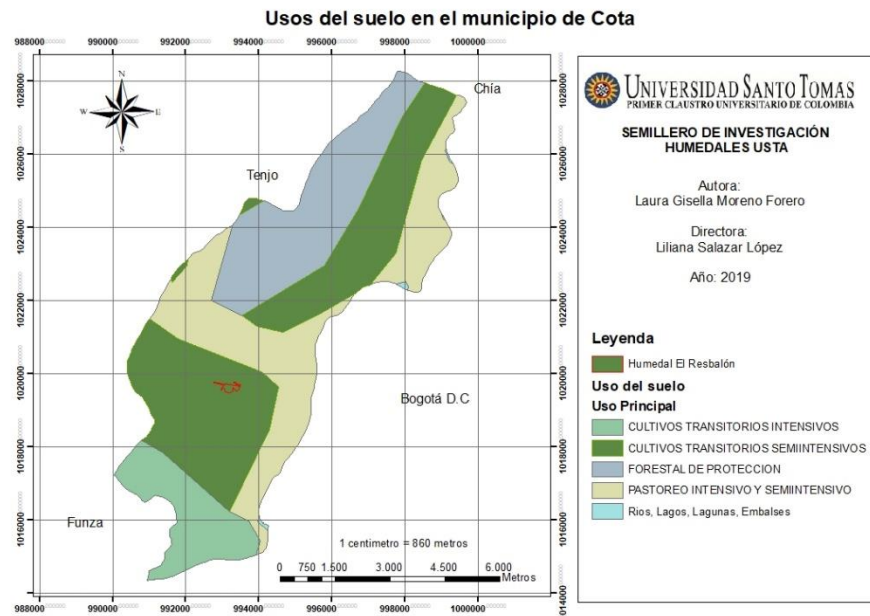
Agrícola

- **Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS):** son suelos de vocación y potencial agrícola, todos clasificados como de capacidad agrológica III, los cuales son capaces de soportar cultivos con actividad semi-intensiva para su recuperación.

- **Cultivos Transitorios Intensivos (CTI):** son suelos con gran potencial agrícola, capaces de soportar cultivos intensivos tales como papa y hortalizas, todos están clasificados como de capacidad agrológica II y componen gran área dentro del municipio de Cota.

En la ilustración 6 se puede observar el uso principal del suelo en el municipio de Cota, en donde el Humedal El Resbalón

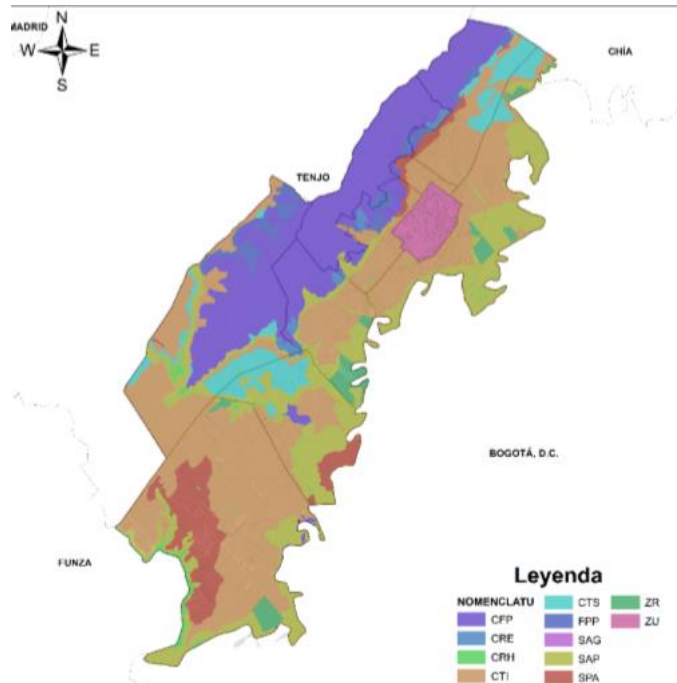
Ilustración 6. Usos del suelo en el municipio de Cota.



Fuente: elaboración propia.

En la Ilustración 7 se puede evidenciar los usos potenciales del suelo del municipio de Cota según los descrito anteriormente:

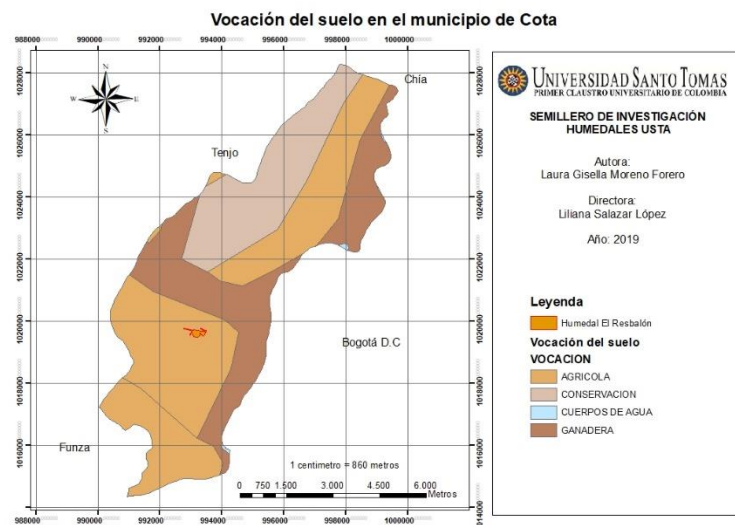
Ilustración 7. Usos potenciales del suelo.



Fuente: Equipo técnico Consorcio POT Cota 2018.

En la Ilustración 8 se puede observar la vocación del suelo en el municipio de Cota, en él se evidencia que, en el área de estudio, la vocación del suelo es agrícola mientras que en las zonas aledañas la vocación del suelo es ganadera.

Ilustración 8. Vocación del suelo en el municipio de Cota.



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 2, más del 70% del municipio de Cota está comprendido por área rural con gran porcentaje destinado a las industrias.

Tabla 2. Clasificación municipal del suelo.

Clase de suelo	Área (Ha)	%
Urbano	141,56	2,6
Suburbano	845,2	15,9
Industrial	567,06	10,6
Rural	3789,74	70,92
Total	5343,56	100

Fuente: PBOT Cota.

Conflictos de uso

Cuando el uso que se le da a los suelos no es el más adecuado de acuerdo con las condiciones y propiedades edáficas se generan conflictos, estos pueden ser por sobreutilización o subutilización del suelo, estos igualmente se categorizan según el grado de afectación que puedan generar. Los conflictos de uso suelen generarse cruzando el mapa temático de cobertura y uso actual de la tierra con el de uso potencial del suelo. En este caso, se utilizó la matriz de conflictos (IGAC, 2002) (ver Ilustración 9), la cual genera 7 categorías descritas a continuación [22]:

Tabla 3. Categorías Conflictos de uso del suelo.

Categorías			
Sin conflicto (A)	No existe conflicto alguno cuando el uso actual de la tierra corresponde al uso potencial o usos muy compatibles con este.		
Subutilización (S)	Se genera cuando el uso actual corresponde a un nivel inferior de intensidad al que puede soportar la unidad de suelo, es decir son zonas las cuales no se está aprovechando la capacidad productiva de las tierras, esta categoría a su vez se subdivide en 3 rangos de acuerdo al grado de conflicto generado.		
	Subutilización ligera (S1)	Subutilización moderada (S2)	Subutilización severa (S3)
	Suelos con un uso actual compatible o no muy distante al potencial real, sin embargo, son zonas con uso de menor intensidad al recomendado	Suelos con un uso actual que está por debajo 2 niveles del potencial recomendado, de acuerdo con su capacidad de producción.	Suelos con un uso actual muy por debajo del potencial de producción, son suelos en los que se desaprovecha la capacidad real productora.
Sobreutilización (O)	Se genera cuando el uso actual está por encima del potencial real del suelo según sus características agrícolas o ecológicas, es decir a estas unidades de suelo se les está dando un uso más intensivo del que este es capaz de soportar, así mismo esta categoría se subdivide en 3 rangos según el grado de sobreutilización que se le está dando.		

	Sobreutilización ligera (O1)	Sobreutilización moderada (O2)	Sobreutilización Severa (O3)
	Suelos con uso actual compatible o muy cercano al potencial, pero que sin embargo están con un nivel de intensidad mayor al recomendado.	Suelos con un uso actual por encima 2 niveles del recomendado, es decir se les ha dado un uso más intensivo del que son capaces de soportar sin deteriorarse.	Suelos en los cuales el uso actual supera considerablemente el potencial o recomendado, degradando en gran medida los suelos y comprometiendo su potencial de producción.

Fuente: Consorcio POT Cota, 2018.

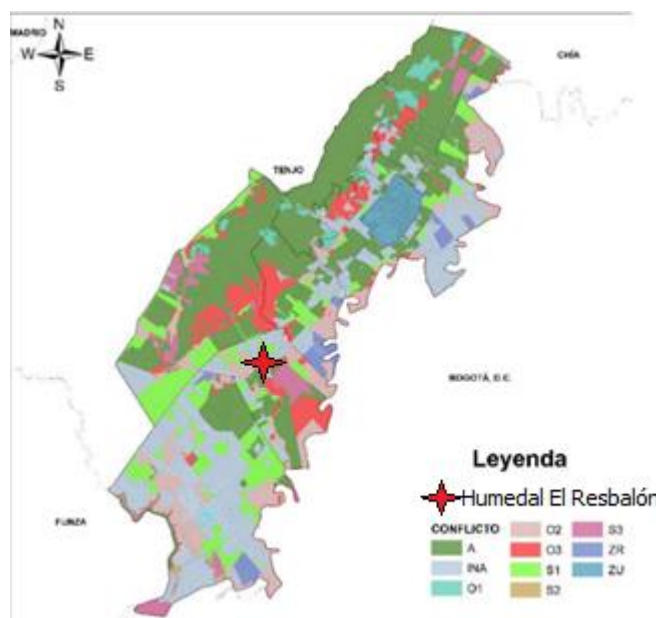
Ilustración 9. Matriz de conflicto de uso.

VOCACIÓN			U S O A C T U A L										
			A G R I C O L A				A G R O F O R E S T A L		G A N A D E R A		F O R E S T A L		CONSERVA- CIÓN
			CTI, CTS	CSI		CSS	SAG	SAP-SPA	PSI	PEX	FPR	FPP	CFP, CRH
			Cu	Cña, Ba, Fr,Cf, Pa	Ac	Cs-Cñ	Af	Pa	Pm	Ap, Pn	Bp	Bi, Ma	
A G R I C O L A	Cultivos transitorios intensivos	CTI	A	A	S2	S2	S2	S3	S1	S3	S3	S3	
	Cultivos transitorios semi-intensivos	CTS	A	A	S1	S1	S2	S3	S1	S3	S3	S3	
	Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos	CSI	A	A	S1	S1	S2	S3	S1	S3	S3	S3	
	Cultivos semipermanentes y permanentes semi intensivos	CSS	O1	O1	A	A	A	S2	O1	S2	S1	S3	
A G R O F O R E S T A L	Silvoagrícola	SAG	O3	O1	O2	O1	A	S2	O2	S1	A	S2	S3
	Agrosilvopastoril	SAP	O3	O1	O2	O1	O1	A	O2	A	A	S2	S3
	Silvopastoril	SPA	O3	O2	O3	O2	O2	A	O2	A	A	S2	S3
	Pastoreo intensivo	PSI	O1	O1	O1	O1	O1	S1	A	S2	A	S3	S3
P E C U A R I A	y semiintensivo												
	Pastoreo extensivo	PEX	O3	O3	O3	O2	O2	S1	O1	A	A	S2	S3
F O R E S T A L	Producción	FPR	O3	O2	O3	O3	S1	O1	O3	S2	A	S2	S3
	Protección -producción	FPP	O3	O3	O3	O3	O2	O2	O3	O1	A	A	A
	Protectora	CFP	O3	O3	O3	O3	O2	O3	O3	O2	A	O1	A
C O N S E R V A C I Ó N	Recursos hídricos	CRH	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	A	O3	A
	Recuperación	CRE	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	A	O3	A

Fuente: Equipo técnico Consorcio POT Cota 2018.

De esta forma, la ilustración 10 expone la categorización de los conflictos de uso presentes para el municipio de Cota. Es importante analizar los conflictos de uso del suelo de la zona de estudio y su área circundante; se evidencia que existen conflictos de tipo: S1 (subutilización ligera), O2 (sobreutilización moderada) y A (sin conflicto), teniendo en cuenta la vocación del suelo (agrícola y ganadera en el área circundante al humedal) y el uso actual (cultivos transitorios semi-intensivos y pastoreo intensivo y semi-intensivo en el área circundante al humedal).

Ilustración 10. Conflictos de uso del suelo.



Fuente: Equipo técnico Consorcio POT Cota 2018.

4.1.1.2 Aspectos ambientales

A continuación, se presenta una síntesis de los aspectos físicos (climatología, hidrología, geología, geomorfología y suelos) y aspectos ecológicos (flora y fauna) describiendo las principales características en cada caso.

En los aspectos físicos se describen las características más importantes referentes al clima, hidrología, geología, geomorfología y suelos:

El municipio de Cota tiene un clima de sabana fría con temperaturas que varían durante el día entre los 5 y los 14°C. Las temporadas más lluviosas del año son entre abril y mayo, y entre septiembre y diciembre, alcanzando los 110 mm/mes; las temporadas más secas del año se presentan entre enero y febrero, y entre julio y agosto, en las cuales durante la noche y la madrugada se presentan fuertes cambios de temperatura conocidos como heladas [22].

La temperatura media para la cabecera municipal se estima en 13,5°C; para el territorio municipal se presentan temperaturas medias aproximadas de 10,6°C en la parte más alta del cerro de Majuy, y de 13,5°C para el área aledaña al Río Bogotá.

En cuanto a la precipitación, su distribución está influenciada por la Zona de Confluencia Intertropical (ZCTI) donde se encuentran vientos cargados de humedad en el trópico, dando lugar a una franja de bajas presiones que generan características climáticas singulares en el territorio. La precipitación registra un comportamiento bimodal, presentándose dos periodos lluviosos que van desde la última semana de marzo a la primera semana de mayo y durante los meses de octubre y noviembre y dos periodos secos que van de diciembre a febrero y de julio a septiembre.

El comportamiento de la evapotranspiración en el territorio a lo largo del año se encuentra en directa relación con las variaciones estacionales de la lluvia, con dos períodos de máximos y con dos períodos de mínimos, presentándose una mayor evaporación en el primer período seco, especialmente en el mes de enero y las mínimas principalmente en el mes de junio.

La distribución de la velocidad del viento es de carácter bimodal, presentándose los valores máximos en los meses de junio, julio, agosto y septiembre con promedios máximos anuales cercanos a 2.0 m/s, las menores velocidades del viento con valor de 1.6 m/s en los meses de abril, mayo y noviembre [22].

La humedad relativa anual presenta valores que fluctúan entre el 79 y el 84%. Estos períodos están relacionados con los periodos secos y de lluvias, presentándose una relación directa entre estas variables, cuando la precipitación es alta, también aumenta la humedad. De igual forma, el territorio presenta una nubosidad alta, registrando valores máximos durante el período seco de diciembre a febrero y de junio a julio y valores mínimos durante el período húmedo de marzo y abril y de octubre y noviembre [22].

Hidrológicamente, el humedal ha perdido la capacidad para amortiguar inundaciones, el humedal, sólo tiene capacidad para atenuar caudales con periodo de retorno o protección pequeños (2 – 5 años), debido a que su vaso cada día tiene menos capacidad. En el 2010 y 2011, el pico para tormentas más grandes, típicas del área andina (por ejemplo, para periodos de retorno de 5 a 100 años) no es reducido y amortiguado por el Humedal. Debido a lo anterior, en época de invierno, se presentan inundaciones y desbordamientos. Sin embargo, el avance en la sedimentación ocurrido en el 2010 y 2011, suponen una disminución de esta capacidad, a tal punto que eventos moderados de lluvia, para periodos de retorno menores a dos años, inundan la vía que conduce a la vereda Parcelas y la zona industrial [2].

En cuanto a la calidad del agua, el Humedal presenta una situación crítica debida a los vertimientos residuales, ya que se observaron varias tuberías de vertimientos de aguas residuales con espumas, muestra oscura, alta concentración de sólidos y olor fétido; parecen ser de algunas industrias, instituciones y empresas localizadas en el sector, como el Centro Empresarial Providencia, el Colegio José Max León y del conjunto residencial Santafé, e incluso de los vertimientos residuales domésticos de las casas del predio en donde se localiza el humedal, además de contaminación de las aguas del humedal y que llegan por escorrentías pluviales, animales muertos, por disposición de basuras, escombros y suciedad de sectores aferentes por drenaje [1].

La calidad del agua, de acuerdo a análisis, y observación de factores que suman cargas contaminantes, está en condiciones más críticas a la del río Chicú, al cual es conexo y hace parte el humedal, como zona de amortiguación y regulación. Principalmente por la pérdida del área inundable, hidrodinámica de ecosistema léntico, intervenciones agresivas y continuas de su cauce y principalmente por el incremento de vertimientos directos de aguas residuales [22].

En la actualidad, las aguas del Humedal El Resbalón presentan condiciones de alta contaminación, por los vertimientos de aguas residuales domésticas, producto de la existencia de conexiones

directas y erradas de alcantarillado. Por otra parte, los cultivos de hortalizas y la ganadería, que si bien es cierto no es extensiva, se desarrollan en el área de influencia aportando residuos químicos de pesticidas, plaguicidas y fertilizantes [1].

La Demanda Biológica y Química de Oxígeno (DBO, DQO) en el Humedal es excesiva, toma valores de 173 mg/L y 187 mg/L, respectivamente, debido a la eutrofización del Humedal y del río aportante en algunos sectores, lo cual genera que la diversidad ecológica sea mínima. Así mismo, se observa alta turbiedad, cantidad de Sólidos Suspendidos muy alta, y olor fétido [22].

En cuanto a la geología de la región, se caracteriza por estar dentro de una cuenca tectosedimentaria, sobre la cual se depositaron sedimentos de diferente origen como deltaico, lagunar, volcánico y otros; de texturas como conglomerados, arenas, limos y arcillas, que generan una diversidad de geoformas en función a su resistencia, a los procesos de inundaciones y a estructuras tectónicas regionales que las afectan. [24].

Para el caso de Cota, se determinan tres paisajes: Montaña, Piedemonte y Valle, los cuales se describen a continuación: el paisaje de montaña, localizado al occidente del municipio se eleva desde los 2600 m hasta los 3050 m, su composición litológica corresponde a materiales sedimentarios especialmente areniscas y conglomerados de la formación Guadalupe. Hacen parte de este paisaje los tipos de relieve laderas predominantemente, con pendientes mayores del 50%; también se presentan cimas y resaltos de laderas con pendientes más suaves, entre el 12 y 50% [24].

El paisaje de piedemonte se extiende desde la base de la montaña hasta los taludes que lo separan con la llanura de desborde. Ocupa la mayor extensión del municipio, su topografía es plana a ligeramente ondulada. Presenta como tipos de relieve: abanicos, terrazas y taludes de terraza. El paisaje de Valle, está formado por la dinámica aluvial de los ríos Bogotá, Chicú y río Frío. La topografía es plana con pendiente entre 0-3%; por estas características, es susceptible de presentarse eventualmente problemas de drenaje, como encharcamientos, inundaciones y desbordamientos [24].

El humedal tiene influencia de los suelos del paisaje de Montaña, este paisaje está formado por crestas y escarpes mayores, con un relieve que varía de ligeramente ondulado a fuertemente escarpado y materiales en su mayoría de rocas clásticas limoarcillosas, con depósitos de cenizas volcánicas. Alrededor al humedal los suelos de paisaje de planicie, caracterizados por presentar un relieve plano, con pendientes que varían entre 1-3%; comprende un área amplia no confinada. Su origen es de tipo fluvio lacustre y el principal río en su contexto es el Bogotá, seguido por el río Chicú, por ello la mayor parte de los relieves ocurrentes corresponden a los planos de inundación y terrazas, esta última con variaciones en los contenidos litológicos, arcillas fluvio lacustres recubiertas o no por mantos de ceniza volcánica y depósitos orgánicos de menor extensión.

El conjunto de especies vegetales existentes en el municipio, corresponden al ecosistema de Bosque Andino, caracterizado por un bosque natural intervenido, con bosques bajos de tipo

secundario dada la tradicional explotación que de ellos se ha realizado en el territorio. El municipio de Cota, presenta una vegetación que aún persiste, en diferentes estados de intervención, algunos fragmentos de ecosistemas naturales propios del bosque andino, de gran importancia, ya que poseen un carácter estratégico debido al beneficio que la conservación ha tenido sobre la estabilidad de algunas especies principalmente en el alto del cerro el Majuy en el sitio denominado resguardo indígena [24].

Se evidencia una transformación en el ecosistema debido a la intervención a que se ha visto sometido por la deforestación causada principalmente por los incendios forestales que han afectado el cerro en reiteradas oportunidades y por la ubicación de asentamientos humanos dispersos en algunos sectores de las zonas dedicadas a la protección de la cobertura vegetal, aun así, se identifican variedad de especies propias del ecosistema. Para la zona de la subcuenca del río Chicú, se encuentra que la especie dominante es el rastrojo. En la siguiente tabla se muestran las especies presentes en el municipio [24]:

Tabla 4. Flora presente en el municipio de Cota.

FLORA		
Familia	Nombre científico	Nombre común
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	Arrayan
Fabaceae	<i>Polygonum punctatum</i>	Barbasco
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipens</i>	Buchón
Hidrocaritáceas	<i>Limnobia leavigatum</i>	Buchón cucharita
Verbenaceae	<i>Cytharexylum subflavescens</i>	Cajeto
Chloranthaceae	<i>Drimys granadensis</i>	Canelo
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus salviaefolius</i>	Cedrillo
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Cedro
Compositae	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilco
Hypericaceae	<i>Hypericum juniperinum</i>	Chite
Caprifoliaceae	<i>Viburnum triphyllum</i>	Chuque
Graminaceae	<i>Chusquea scandens; tessellata</i>	Chusque
Rosaceae	<i>Polylepis guadrijuga</i>	Colorado
Piperaceae	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo
Flacourtiaceae	<i>Xylosma spiculiferum</i>	Corono
Clusiaceae	<i>Myrsine guianensis; coriacea; ferruginea</i>	Cucharo
Flacourtiaceae	<i>Abatia parviflora</i>	Duraznillo, velita,
Cunoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo
Verbenaceae	<i>Duranta mutisii</i>	Espino
Boraginaceae	<i>Cordia lanata</i>	Gomo
Juncaceae	<i>Eleocharis palustris</i>	Junco

Lemnaceae	<i>Lemna gibba</i>	Lenteja de agua
Hippocastanaceae	<i>Clethra fimbriata</i>	Manzano
Rosaceae	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	Mortiño
Solanaceae	<i>Styloceras laurifolium</i>	Naranjillo
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	Nogal
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i>	Raque
Escalloniaceae	<i>Escallonia paniculata</i>	Rodamonte
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
Escalloniaceae	<i>Polylepis quadrijuga</i>	Tibar
Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	Trompeto
Melastromataceae	<i>Daphnopsis caracasana</i> , <i>Miconia buxifolia</i> ; <i>reclinata</i> ; <i>tricuneata</i> ; <i>ligustrina</i> ; <i>squamulosa</i>	Tuno

Fuente: Revisión general PBOT COTA, Documento de Diagnóstico. 2011.

En el municipio la fauna ha sufrido una drástica transformación, disminuyendo considerablemente la composición de especies, especialmente en el grupo de los mamíferos. De las especies de mamíferos reportadas actualmente, un buen porcentaje corresponde a roedores y quirópteros tales como el ratón casero (*Myomorpha*), la rata gris o guaren (*Rattus norvegicus*), la ardilla (*Sciuridae*) el murciélago común (*Pipistrellus pipistrellus*) y el murciélago de la fruta (*Megachiroptera*) lo que evidencia los efectos que la remoción de la cobertura vegetal natural ha tenido en la fauna [24].

La transformación de las coberturas originales de los hábitats naturales, ha dado lugar a especies que se adaptan a cultivos o plantas cultivadas como: clarines (frutas), colibríes (jardines) y garzas (potreros con vacas), las especies reportadas, está representada principalmente por aves [24].

Persiste el esfuerzo por mantener la fauna en el municipio, como es el caso del Bioparque La Reserva, que ha reunido gran variedad de fauna, en el mariposario con 10 especies, un aviario con más de 15 especies de aves entre las que sobresale el Águila Harpía, animales silvestres y domésticos, reptiles y anfibios. Entre otras especies registradas en la zona se relacionan las siguientes [24]:

Tabla 5. Fauna presente en el municipio de Cota.

Fauna	
Avifauna	
Nombre científico	Nombre común
<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo
<i>Diglossa lafresnayi</i>	Carbonero
<i>Falco Sparverius</i>	Cernícalo
<i>Colibri coruscans</i>	Colibrí
<i>Zonotrichia capensis</i>	Copetón, Gorrión
<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero

<i>Otus Choliba</i>	Currucutú
<i>Synallaxis subpudica</i>	Chamicero de la sabana
<i>Sturnella magna</i>	Chirlobirlo
<i>Molothrus bonariensis</i>	Chamón
<i>Notiochelidon murina</i>	Golondrina
<i>Mimus gilvus</i>	Mirla
<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>	Pato
<i>Icterus nigrogularis</i>	Toche, Turpial
<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza
Mamíferos	
<i>Sciuridae</i>	Ardilla
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja
<i>Didelphis albiventris</i>	Chucha
<i>Chiroptera</i>	Murciélago
<i>Rodentia</i>	Roedor
Insectos	
<i>Anthophila</i>	Abeja
<i>Coleoptera</i>	Cucarrón
<i>Gryllidae</i>	Grillo
<i>Lepidoptera</i>	Mariposa
<i>Culicidae</i>	Mosquito
Reptiles	
<i>Proctoporus striatus</i>	Lagartija
Anfibios	
<i>Hyla labialis</i>	Rana sabanera o andina

Fuente: Revisión general PBOT COTA, Documento de Diagnóstico. 2011.

Actualmente, la fauna del humedal El Resbalón es muy reducida, se evidencia la escasez de especies y número de aves, no existen peces; en el componente terrestre, sobre ronda hidráulica y pastizales adyacentes se evidenciaron copetones, patos, mariposas y abejas, no se observaron perdices y mirlas y tampoco se tiene evidencia de presencia de reptiles. Los hábitats para la fauna, en general, están muy degradados; a esta condición se suma la presencia de perros y gatos en la zona.

En general la diversidad de especies se encuentra bastante disminuida, las diferentes actividades antrópicas como la caza de especies, la tala y quema de bosques, la habilitación de terrenos para áreas de explotación agropecuaria y asentamientos humanos, el uso de plaguicidas y el vertimiento de aguas residuales domésticas, entre otras, han ejercido presión sobre el recurso faunístico, lo cual se ve reflejado en la pérdida de hábitats y nichos en donde las especies encuentran alimento y refugio [24].

Es importante resaltar dentro del ecosistema las especies que juegan un papel fundamental en la conservación del mismo, razón por la cual se catalogan como especies sombrilla, focales, clave y endémicas. A continuación, se presenta una breve explicación de cada una de ellas:

- **Especies sombrilla:** son aquellas que protegen territorios delimitados frente a la degradación de la biodiversidad, requieren de grandes extensiones de tierra para subsistir de manera natural. Por eso, funcionan como un canal para la conservación de todo el ecosistema asociado: si la especie está bien, se asegurará con ello que su entorno tenga buena salud. Son especies que se adaptan a diferentes hábitats, también son sensibles a las perturbaciones producidas por actividades humanas y luchan contra la pérdida de su entorno [25].
- **Especies focales:** son aquellas que engloban las necesidades de una gama más amplia de especies, y que ayuda a determinar los atributos espaciales, de composición y de manejo de un paisaje para mantener poblaciones viables en el largo plazo. Las especies seleccionadas como focales deben encontrarse entre las más vulnerables a la reducción poblacional a causa de la actividad humana y, por lo tanto, si se conservan con un manejo adecuado del hábitat, las especies menos vulnerables también estarán protegidas [26].
- **Especies clave:** son aquellas que producen un efecto desproporcionado sobre su medio ambiente en relación con su abundancia. Estas especies afectan a muchos otros organismos en un ecosistema y ayudan a determinar los tipos y números de otras especies en una comunidad [27].
- **Especies endémicas:** son aquellas que viven exclusivamente dentro de un determinado territorio, ya sea un continente, un país, una región biogeográfica, una isla o una zona particular [28].

De acuerdo con lo anterior, a continuación, se presenta la clasificación de las especies de flora y fauna del municipio de Cota:

Tabla 6. Clasificación de las especies de flora del municipio de Cota.

FLORA		
Sombrilla		
Especie	Nombre científico	Importancia ecológica y/o servicio ecosistémico
Chuque	<i>Viburnum triphyllum</i>	Es un árbol que se usa en la ganadería como protector de los pastos y demás plantas que se encuentran bajo su sombra. Sus flores atraen multitud de insectos, entre ellos abejas, moscas, mariposas y pequeñas polillas diurnas.

Duraznillo, velita	<i>Abatia parviflora</i>	Son una especie que sirve como introductora de los procesos de restauración en bosques primarios, además contribuye en la protección de cuencas hidrográficas, por lo tanto, es una especie que beneficia a los humedales y ha sido vital en la recuperación de varios de estos ecosistemas en Bogotá. Sus flores son muy vistosas y llamativas para insectos como las abejas.
Junco	<i>Eleocharis palustris</i>	Criaderos de fauna lacustre, evita la erosión.
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	Propiedades medicinales, recuperación de suelos y/o áreas degradadas, restauración ecológica.
Focal		
Barbasco	<i>Polygonum punctatum</i>	Propiedades medicinales, propiedades repelentes de insectos y ácaros.
Buchón cucharita	<i>Limnobium leavigatum</i>	Buen indicador de aguas eutróficas, puede ser utilizado como abono orgánico.
Cajeto	<i>Cytharexylum subflavescens</i>	Sirve como alimento para el ganado, sirve para la conservación de suelos pues sus hojas aportan materia orgánica a la capa vegetal.
Cedrillo	<i>Phyllanthus salviaefolius</i>	Flores visitadas por colibríes y semillas consumidas por aves como la torcaza.
Corono	<i>Xylosma spiculiferum</i>	Es una especie que atrae insectos. Provee alimento para la avifauna. Es ideal para la conservación de suelos y el control de la erosión. Tiene propiedades medicinales.
Chite	<i>Hypericum juniperinum</i>	Sus frutos y botones florales son consumidos por las aves de la fauna silvestre.
Encenillo	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Es propicio para el desarrollo de otras especies de páramo y de lugares de ladera.
Espino	<i>Duranta mutisii</i>	Es una especie melífera y sus frutos son alimento de avifauna. Es apta para el control de erosión.
Gomo	<i>Cordia lanata</i>	Por sus características propias sirve como oferta alimenticia para diferentes especies de fauna y avifauna.
Lenteja de agua	<i>Lemna gibba</i>	Buen indicador de aguas eutróficas, alimento para numerosas especies.
Manzano	<i>Clethra fimbriata</i>	Tiene usos industriales y medicinales, su madera es utilizada en carpintería y ebanistería y sus semillas son de alimento para animales silvestres.
Clave		
Buchón	<i>Eichhornia crassipens</i>	Es una especie invasora que nace en los espejos de agua de los cuerpos hídricos.
Endémica		

Naranjillo	<i>Styloceras laurifolium</i>	Esta especie se utiliza para reforestación para conservar suelos.
------------	-------------------------------	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Clasificación de las especies de fauna del municipio de Cota.

FAUNA		
Sombrilla		
Especie	Nombre científico	Importancia ecológica y/o servicio ecosistémico
Abeja	<i>Anthophila</i>	Las abejas tienen un papel muy importante en el ecosistema, son los agentes polinizadores más relevantes; de hecho la producción de la alimentación y la biodiversidad mundial depende de ellas.
Azulejo	<i>Thraupis episcopus</i>	De vital importancia para los Humedales, aporta en la recuperación de suelos y ayuda a proteger las fuentes hídricas.
Colibrí	<i>Colibri coruscans</i>	Aporta beneficios en cuanto a la conservación de los ecosistemas por ser una especie polinizadora. Los colibríes son los principales polinizadores de las zonas altas y frías ante la ausencia de los insectos y los murciélagos; por otro lado cabe mencionar la capacidad que tienen estas aves para adaptarse a estas zonas.
Mariposa	<i>Lepidoptera</i>	Las mariposas transportan el polen de las flores a diversas plantas con lo cual ayudan a la polinización, hacen parte de la cadena trófica de los seres vivos y son indicadores ecológicos de la diversidad y salubridad de los ecosistemas en que habitan.
Focal		
Comadreja	<i>Mustela frenata</i>	Importante en el control biológico de plagas.
Cucarrón	<i>Coleoptera</i>	Los cucarrones están reconocidos dentro del grupo de especies biorreguladoras y de mayores perspectivas para el control natural en los ecosistemas acuáticos donde proliferan de forma masiva larvas de mosquitos.
Chucha	<i>Didelphis albiventris</i>	Control biológico de plagas o animales perjudiciales para el ser humano como: algunas clases de víboras venenosas, ratones, alacranes, escorpiones;
Lagartija	<i>Proctoporus striatus</i>	Control biológico de insectos.
Mirla	<i>Mimus gilvus</i>	Dispersora de semillas y control biológico de insectos.
Murciélago	<i>Chiroptera</i>	Los murciélagos cumplen con una función indispensable en la polinización de las plantas, dispersión de semillas y en controlar plagas, por lo

		que su cuidado resulta indispensable para el medio ambiente.
Rana sabanera o andina	<i>Hyla labialis</i>	Control biológico de insectos.
Clave		
Chamón	<i>Molothrus bonariensis</i>	Esta especie se considera invasora y crea una relación de parasitismo perjudicial para varias especies, como el copetón, la monjita bogotana y los cucaracheros; esta relación se denomina Parasitismo de cría interespecífico, la cual es una estrategia reproductiva en la que un individuo de una especie (el parásito), deposita sus huevos en nidos de otro individuo de otra especie (el hospedador) que se encarga de la incubación de los huevos y de la alimentación de los pichones del parásito.
Mosquito	<i>Culicidae</i>	Se considera una especie invasora, ya que proliferan en la mayoría de hábitats y puede crear un desequilibrio en el ecosistema si su número incrementa.
Roedor	<i>Rodentia</i>	La importancia de los roedores radica en que son consumidos por una gran cantidad de carnívoros, aves de presa y serpientes, siendo en ocasiones fundamentales para la permanencia de varias especies que los consumen; por estas razones es que muchas especies de roedores son considerados especies clave. Son aliados importantes para mantener el equilibrio ecológico en nuestro entorno.
Endémica de humedales del altiplano Cundiboyacense		
Cucarachero	<i>Troglodytes aedon</i>	Control biológico de insectos.
Chamicero de la sabana	<i>Synallaxis subpudica</i>	Importante para la conservación de humedales.

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.3. Aspectos socioeconómicos

Teniendo como base el objeto de estudio, este ítem se enfoca en los elementos socioeconómicos prestadores de servicios ecosistémicos. La caracterización socioeconómica y cultural permite analizar y comprender como los habitantes de Cota se han visto influenciados en la transformación de su territorio. De esta manera es necesario conocer las condiciones de vida, las dinámicas poblacionales (social y cultural), la ocupación del territorio y los aspectos culturales; así como la presencia de comunidades indígenas, negras y áreas de patrimonio cultural con el fin de analizar estas interacciones para identificar el entorno natural que se tiene en Cota.

A continuación, se describen los aspectos socioeconómicos más relevantes del municipio, a partir de información secundaria como lo es el PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE COTA (2018).

Actualmente el territorio indígena Muisca de Cota es una propiedad colectiva de unas 5.000 personas, el eje ancestral de la comunidad son las costumbres, usos, mitos y leyendas, lengua, el ritual, la medicina, la historia, las plantas nativas y medicinales. Su interés histórico, cultural y patrimonial, invita a hacer un excelente recorrido por el territorio indígena de Cota en la cual se encuentra el Palacio de los Jeroglíficos y la Cruz del Abra, que actualmente es el mirador de Cota, desde donde se aprecia el Municipio y la Sabana de Bogotá [29].

Las necesidades de esta población se centran en una mayor atención en materia pública, a través de mejor cobertura en servicios públicos, educación y jornadas de salud. El territorio donde se encuentra el asentamiento indígena tiene muy poca productividad, pues las tierras del cerro Majuy son de tipo montañoso y con altas pendientes. La lengua y costumbres ancestrales se encuentran en desuso, debido a los procesos de aculturación de los habitantes y la pérdida paulatina de los símbolos y palabras de su cultura [29].

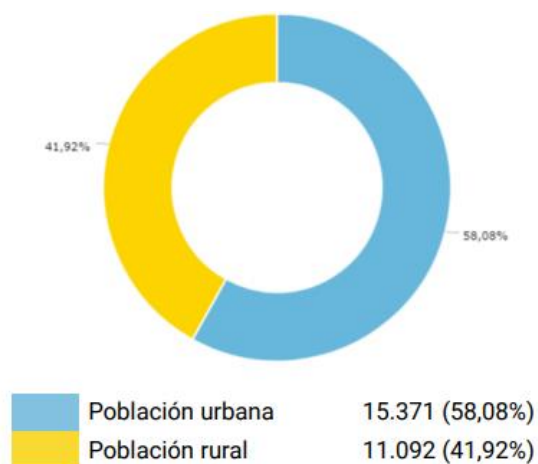
Uno de los elementos más importantes del patrimonio cultural y arqueológico en Cota es la conocida “Piedra de Tapia”, en la que se encuentran gravados de antiguos pobladores del territorio, entre ellos los Muiscas. En la actualidad hay aproximadamente 11 de estos. No obstante, se encuentran en regular estado, debido al paso del tiempo y hechos de vandalismo [29]. También se tiene la Iglesia Nuestra Señora del Rosario de Cota, en la capilla se venera la imagen que es una talla en madera del siglo XVI, el altar mayor está tallado en una sola piedra. Esta Iglesia se construyó con materiales de la Iglesia antigua, demolida el 31 de mayo de 1873. La Hacienda Santa Cruz es importante desde el punto de vista arquitectónico y de conservación histórica, ya que desde allí se inició el proceso de expansión en el territorio en épocas de la Colonia [29].

A continuación, se describen aspectos demográficos, educación, salud, vivienda, servicios públicos (acueducto, alcantarillado, disposición de residuos, energía) y vías.

En cuanto a los aspectos demográficos, actualmente Cota cuenta con una población de 26.463 habitantes, de los cuales 13.022 (49,2%) corresponde a la población masculina y 13.441 (50,8%) corresponde a la población femenina. Su densidad poblacional es de 508,90 hab/ Km^2 [30].

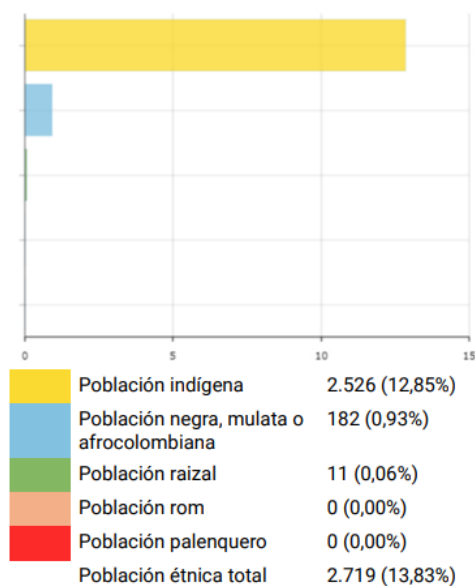
En la ilustración 11 se presenta la población desagregada por área, se evidencia que la población urbana es de 15.371 habitantes, corresponde al 58,08% mientras que la población rural es de 11.092 habitantes (41,92%).

Ilustración 11. Población desagregada por área.



Fuente: DANE – Proyecciones de población – 2018.

Ilustración 12. Población étnica.



Fuente: DANE – Censo – 2005.

En la ilustración 12 se evidencia la población étnica del municipio de Cota, en donde la población indígena cuenta con 2.526 habitantes (12,85%) siendo la mayor población étnica del municipio; la población negra, mulata o afrocolombiana cuenta con 182 habitantes (0,93%) y la población raizal cuenta con 11 habitantes (0,06%) para un total de población étnica de 2.719 habitantes (13,83%).

En tema de educación, Cota cuenta dos (2) Instituciones Educativas Departamentales:

- 1) Institución Educativa Departamental ENRIQUE PARDO PARRA con sus sedes Urbanas: Camilo Torres donde se brinda educación formal en los niveles de Preescolar y Básica Primaria, y el Sol Solecito que brinda educación formal en el nivel de Preescolar. Las sedes rurales del Enrique Pardo Parra brindan educación formal en los niveles de Preescolar y Básica Primaria ellas son: La Moya, Pueblo Viejo y Colegio Indígena Ubamux. Los niveles de Educación Básica Secundaria y Educación Media se ofrecen en la sede Bachillerato.
- 2) Institución Educativa Departamental Instituto Parcelas, que comprende: para los niveles de preescolar y básica primaria: Escuela Rural Rozo, Escuela Rural Siberia, Escuela Rural Ruperto Melo y Escuela Rural El Abra, y para Básica Secundaria y educación Media la sede Bachillerato.

También existen en el municipio 27 colegios privados cuyos estudiantes en un alto porcentaje son de Bogotá. Sin embargo, existen algunos colegios como el Suramericano, el San Carlos, Los Andes, El Yireh, entre otros que albergan una alta población cotense [29].

En cuanto a temas relacionados a salud, Cota cuenta con (1) IPS Pública y (3) IPS privadas, (3) consultorios médicos y (6) odontológicos, (1) consultorio de optometría y (1) laboratorio clínico. Adicionalmente cuenta con (8) farmacias [29]. Adicionalmente, se tiene una (1) ambulancia a cargo del Centro de Salud. Por medio del programa “ruta de la salud”, de la secretaría de salud del municipio de Cota, se traslada a los pacientes a Bogotá a citas médicas como diálisis, quimioterapia y exámenes especializados. Respecto a la Secretaría de Salud de Cota esta cuenta con los siguientes funcionarios: secretario de salud, coordinadora de salud pública, coordinadora de aseguramiento para el cumplimiento de las competencias, además de personal de prestación de servicios para labores de apoyo en salud pública y aseguramiento en salud [29].

Con respecto al tema de vivienda, en el municipio de Cota para el año 2015 se contabilizaron 5.732 hogares; 51% de ellos ubicados en el área urbana y centros poblados, y el 49% en el área rural. Con esta información se puede calcular el índice de hacinamiento, que acorde con la población registrada por el SISBEN (18.623 personas) correspondería a 3,24 personas por hogar [29]. En la tabla 8 se puede evidenciar el tipo de unidad de vivienda en el municipio de Cota para el año 2015.

Tabla 8. Tipo de unidad de vivienda.

Número de personas por hogar	Cantidad de hogares
1	923
2	1038
3	1333

4	1293
5	683
6	271
7	110
8	48
9	19
10 y más	14
Total	5732

Fuente: Información SISBEN. Municipio de Cota. 2015

A continuación, en la tabla 9 se presenta una síntesis de la información de los servicios públicos de Cota:

Tabla 9. Servicios públicos del municipio de Cota.

Servicio	Generalidades
Acueducto	Cota cuenta con (4) empresas prestadoras del servicio de acueducto: EMSERCOTA, Aguas de la Sabana de Bogotá, ASACOR y Acueducto Junta de Acción Comunal La Moya. El tratamiento de las aguas se realiza en 4 plantas ubicadas en Alto de la Cruz (Tecniaguas), Parcelas (Tecniaguas), Cetime (Degremond), Cetime (Tecniaguas). El total de los acueductos tienen 10 tanques de almacenamiento. En cuanto a la cobertura de este servicio, se tiene de acuerdo con cifras suministradas por la Alcaldía, una cobertura de acueducto urbano del 99,2% y acueducto rural del 92,4%.
Alcantarillado	Se cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales en la Vereda Roza, esta se encuentra en funcionamiento desde el año 2006 y cumple con la función de enviar las aguas servidas del Río Bogotá, disminuyendo los niveles de contaminación. El alcantarillado del municipio es combinado, generando insuficiencia en épocas de invierno. De acuerdo con datos de la oficina de servicios públicos (EMSERCOTA) el 100% de las viviendas urbanas y el 85% de las zonas rurales cuentan con el servicio de alcantarillado.
Servicios públicos diferentes al acueducto y alcantarillado	En torno a la prestación de servicios como el gas natural, teléfono e internet y aseo, hace falta alcanzar mayores coberturas tanto en la zona rural como en el área urbana. A continuación, se muestran las coberturas por cada servicio: Aseo urbano = 99,7%; Aseo rural = 95,4% Cobertura de recolección de basuras área urbana: 99,05%; Cobertura de recolección de basuras área rural: 14,74%

	Gas natural urbano = 27,9%; Gas natural rural = 7,2% Teléfono fijo urbano = 19,3%; Teléfono fijo rural = 14,3%.
Disposición de residuos	En la actualidad el municipio de Cota cuenta con una cobertura de recolección de basuras del 100%. Las rutas de recolección se realizan una vez por semana en zona rural y dos veces por semana en perímetro urbano. Se recolecta alrededor de 600 toneladas al año, la disposición de los desechos ordinarios se realiza en el relleno sanitario de Mondoñedo. En cuanto a los residuos aprovechables, se recogen entre dos / tres toneladas mensuales; se realizan las rutas selectivas de residuos aprovechables y reciclables y residuos orgánicos. La cobertura de las dos rutas es el casco urbano y para 2016 ampliaron a veredas y al sector industrial; así mismo, se realiza un proceso educativo para guiar a las familias cotenses en el manejo de los residuos y educación ambiental, finalmente, con el programa Ciclo Reciclo en asocio con la CAR – Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca se pretende incentivar el reciclaje a nivel institucional.
Energía	La cobertura de este servicio público para el área urbana es del 100% mientras que, para el área rural del municipio de Cota, la cobertura es del 99,4%; 0,6% menos que en el área urbana.

Fuente: Equipo Técnico Consorcio POT Cota 2018.

En cuanto a vías, Cota posee 203.94 kilómetros de malla vial, la cual se encuentra clasificada en pavimentada, sin pavimentar y senderos peatonales (Ver Tabla 10). A partir del total de vías municipales, se dividen en vías urbanas y suburbanas que se describirán a continuación:

- **Vías urbanas:** tienen un total de 23,88 kilómetros, se encuentra clasificada en vías de adoquín, concreto y sin pavimentar
- **Vías Suburbanas:** tienen un total de 57,49 kilómetros, se encuentra clasificada en vías de adoquín, asfalto, concreto y sin pavimentar.

Tabla 10. Malla vial municipal existente.

Tipología	%	Total (km)
Pavimentado	35	70,74
Sendero peatonal	17	34,33
Sin pavimentar	48	98,87
Total (km)	100	203,94

Fuente: Equipo Técnico Consorcio POT Cota 2018.

A continuación, se presenta información asociada a los actores sociales del municipio de Cota (sector industrial, artesanos y comerciantes, agricultores, sector educación), así como los líderes comunitarios.

- **Sector industrial**

La zona industrial de Cota ha generado gran impulso en la economía municipal, debido a la gran inversión que se ha presentado hace ya más de tres años, en donde se optó por la implementación del parque industrial que para el año 2007 estaba conformado por aproximadamente 1.300 hectáreas en las cuales se realizaron procesos de adecuamiento del terreno para la construcción de infraestructura para empresas [22].

Para el año 2014 se habían registrado una cantidad de 1.267 empresas nuevas en Cota, lo que contribuyó a que el municipio fuera uno de los que contenían mayor concentración industrial en la Sabana de Bogotá. Los principales grupos industriales se encuentran focalizados en la elaboración de productos químicos, productos de caucho, alimentos y bebidas, productos que a nivel regional constituyen gran importancia, siendo los principales en las exportaciones realizadas [22].

- **Artesanos y comerciantes**

Constituye un sector importante dentro de la economía del municipio, sin embargo, existen ciertos aspectos por mejorar como la reglamentación de los espacios del comercio (zonificar por tipo de comercio), falta de parqueaderos públicos, el mal estado de la malla vial, la invasión del espacio público frente a los establecimientos comerciales y establecer horarios y zonas de cargue y descargue.

- **Agricultores**

La agricultura se destaca como uno de los sectores que favorecen el mercado laboral, generando un porcentaje significativo al PIB siendo este del 5.3%, el municipio se dedica principalmente a la producción de hortalizas y verduras; dentro de las principales plantaciones se encuentran: acelga, calabacín, perejil crespo, cilantro, perejil liso, brócoli, espinaca y rábano blanco [22].

- **Sector educación**

El municipio cuenta en su interior con alrededor de 27 instituciones educativas que brindan niveles para preescolar, básica primaria y básica secundaria, que se encuentran distribuidas en la zona urbana y rural.

En la zona urbana se encuentra la institución de Camilo torres, que ofrece una cobertura en la educación preescolar y básica primaria, así mismo se encuentra la institución Sol solecito que brinda educación para la primera infancia [22].

En la zona rural se encuentra constituida la institución departamental Enrique Pardo Parra que cuenta con tres diferentes sedes que son: La Moya, Puerto Viejo y el Colegio Indígena Ubamux, el cual cuenta con unas instalaciones representativas a las viviendas de sus ancestros, construida de acuerdo a la cosmovisión que presenta el municipio [22].

Líderes comunitarios

El fortalecimiento y capacitación de las Juntas de acción comunal, con el fin de que participen activamente y eficazmente apoyando todas las acciones que se generen en su sector y en las que se desarrollen planes, proyectos, programas comunitarios promoviendo la integración y la participación ciudadana. En efecto las Juntas deberán ser el hilo conductor y motor de impulso en la ejecución de los proyectos como garantía de la sostenibilidad del Municipio [31].

4.1.1.4. Problemática ambiental

Factores de perturbación en el humedal

Existen ciertos factores como lo son tensores ambientales que perturban la estabilidad ecosistémica del humedal El Resbalón, entre ellos la llegada de vertimientos de casas y colegios aledaños al mismo, como se puede observar en la Ilustración 13; además factores como el cambio climático, el cambio en el espejo y columna de agua, la remoción de la cobertura vegetal natural, cambios en el ciclo de fósforo y nitrógeno, alteración de la calidad del agua, contaminación en el área aledaña al humedal y la pérdida de la biodiversidad por las diferentes actividades antrópicas como la caza de especies, la tala y quema de bosques, la habilitación de terrenos para áreas de explotación agropecuaria y asentamientos humanos, el uso de plaguicidas y el vertimiento de aguas residuales domésticas, entre otras, han ejercido presión sobre la salud ecosistémica del Humedal, lo cual se ve reflejado en la pérdida de hábitats y nichos en donde las especies encuentran alimento y refugio.

Ilustración 13. Vertimientos en el sector del humedal El Resbalón.



Fuente: Autora.

La calidad del agua es baja en ciertos sectores del humedal, lo cual es consecuencia de los vertimientos de agua residual que recibe por parte de las industrias y las aguas contaminadas con plaguicidas y pesticidas que llegan al humedal desde los cultivos aledaños.

Se evidencia también problemas de erosión del suelo del humedal, lo que es atribuible a la cantidad de cultivos que se presentan en las zonas aledañas al mismo; de modo que se utilizan técnicas de preparación del suelo que reducen la capacidad de infiltración de aguas lluvias y aumentan la escorrentía superficial del agua y generan pérdida de las propiedades del suelo, de igual manera el descapote y disminución de la cobertura vegetal para la construcción de conjuntos cerrados e instalación de torres de energía eléctrica contribuyen a este problema de erosión.

Por otro lado, el humedal presenta problemas de eutrofización, en algunos sectores se denota un aumento excesivo de nutrientes y una reproducción masiva de algas que cubren gran cantidad de la superficie del mismo. En la Ilustración 14 se puede observar la eutrofización que se está presentando en algunas zonas del humedal.

Ilustración 14. Eutrofización en el humedal.



Fuente: Autora

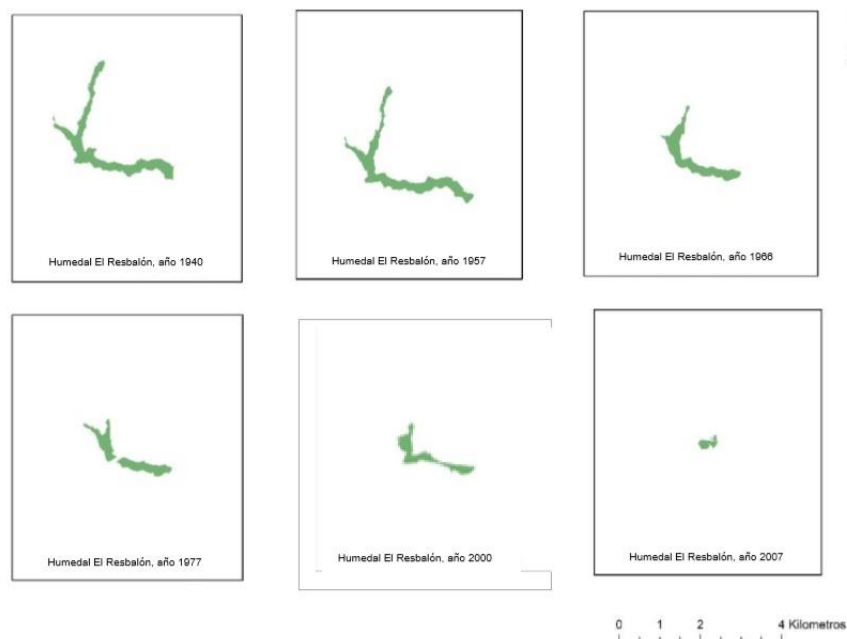
Pérdida del área del Humedal El Resbalón

Como se ha mencionado anteriormente, la pérdida de la cobertura vegetal es un factor importante de la problemática ambiental que gira en torno al humedal El Resbalón; según Camargo et al (2017), el impacto de la intervención antrópica y las políticas ambientales han propiciado una reducción considerable del área inundable y degradación paisajística del ecosistema, por medio de herramientas geoespaciales, con el fin de identificar y evaluar los diferentes tipos de cobertura, así como de los usos que se han dado a la tierra en los últimos treinta años; se puede analizar este cambio en la cobertura vegetal y el impacto que ha tenido la intervención humana en el ecosistema.

Según la metodología planteada por Camargo et al (2017), se tuvo en cuenta el cambio que se presentó en el humedal durante los años 1940, 1957, 1966, 1977, 2000 y 2007; se tuvieron en cuenta estas fechas ya que vendrían siendo las más significativas en cuanto a la pérdida del área del humedal El Resbalón y la pérdida de uso del suelo por actividades antrópicas. “El objetivo del proyecto, es hacer un análisis multitemporal por comparación de aerografías de diferentes épocas, con la aplicación del sistema de información geográfica para determinar los cambios en la cobertura de área del humedal El Resbalón” [32].

A continuación, se presenta el análisis multitemporal del cambio de la cobertura vegetal en el Humedal El Resbalón en los años 1940, 1957, 1966, 1977, 2000 y 2007.

Ilustración 15. Cambio en el Humedal El Resbalón en los años 1940, 1957, 1966, 1977, 2000 y 2007.



Fuente: Camargo et al (2017).

En la ilustración 15 se evidencia un drástico cambio en la cobertura vegetal del humedal El Resbalón, pues en el año 1940 el humedal cubría una superficie de 112,5 Ha, en 1957 se redujo a 107,9 Ha y para el año 1966 se redujo drásticamente a tan sólo 57,7 Ha, es decir, en 10 años perdió 50,2 Ha; a partir de este entonces el humedal presenta grandes cambios, por ejemplo, en el 2007 cubre una superficie de 8,8 Ha, en donde se puede decir que ha perdido gran cobertura por actividades agrícolas, ganaderas, antrópicas e impactos de industrias aledañas al mismo.

La intervención antrópica ocurrida es considerable debido a que las actividades económicas desarrolladas alrededor del humedal como la agricultura, la ganadería con zonas de pastizales y la construcción de viviendas impactaron negativamente el área del humedal y por tanto los servicios ecosistémicos que este presta [32].

4.1.2. Identificación y evaluación de los servicios ecosistémicos del humedal El Resbalón.

Para la identificación y evaluación de los servicios ecosistémicos se toma como referencia lo estipulado por el ANLA [33] en donde se consideran aspectos como el estado actual del servicio ecosistémico (bueno, regular o malo) y la evaluación de la dependencia de las comunidades a los servicios ecosistémicos y clasificación de dicha dependencia en categorías (alta, media o baja), de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- Dependencia alta: los medios de subsistencia de la comunidad dependen directamente del servicio ecosistémico.
- Dependencia media: la comunidad se beneficia del servicio ecosistémico, pero su subsistencia no depende directamente del mismo.
- Dependencia baja: la comunidad se beneficia del servicio ecosistémico, pero su subsistencia no depende directa ni indirectamente del mismo; existen múltiples opciones alternativas para el aprovechamiento del servicio ecosistémico.

Formato 1. Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento del Humedal El Resbalón

Servicios de aprovisionamiento					
Servicio ecosistémico	Presencia del servicio ecosistémico		Uso del servicio ecosistémico	Estado actual del servicio ecosistémico (Bueno, regular o malo)	Dependencia de la comunidad al servicio ecosistémico (Alta, media o baja)
	Sí	No			
Agua	x		Captación del agua del humedal para riego de cultivos	Malo	Media
	x		Provisión de agua para sostenimiento animal	Regular	Baja
	x		Uso de agua para floricultura	Regular	Baja
Alimento por agricultura	x		Presencia de cultivos de fresa, maíz y papa aledaños al humedal	Bueno	Alta
Alimento por ganadería	x		Pastizales aptos para ganadería	Bueno	Media
Biomasa	x		Materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos	Bueno	Baja
Fibras y resinas		x	-	-	-

Madera		x	-	-	-
Productos forestales no maderables		x	-	-	-
Pesca (recursos pesqueros)		x	-	-	-
Plantas medicinales	x		Plantas encontradas en el Humedal que por sus propiedades pueden ser utilizadas para curar enfermedades, por ejemplo: sauce	Regular	Media

Fuente: elaboración propia.

El Formato 1 relaciona los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento que brinda el Humedal El Resbalón, entre ellos el consumo de agua para riego de cultivos cuyo estado actual es malo debido a las condiciones físico-químicas del cuerpo de agua y teniendo en cuenta que son cultivos para consumo humano, la dependencia de la comunidad es media, ya que es una actividad que no depende completamente de este recurso para su subsistencia; así mismo, se utiliza el agua para sostenimiento animal, cuyo estado actual es regular y la dependencia de la comunidad es baja, pues se beneficia de este servicio pero no depende directa ni indirectamente de éste; de igual forma el agua se utiliza para floricultura, su estado actual es regular y la dependencia de la comunidad es baja, pues existen otras fuentes para suplir esta necesidad. Un servicio ecosistémico que brinda el humedal es proveer alimento por agricultura, encontrándose cultivos de fresa, maíz y papa aledaños al humedal (Ilustración 16), su estado actual es bueno, teniendo en cuenta las propiedades de los suelos, siendo fértiles y aptos para este tipo de cultivos y la dependencia de la comunidad a dicho servicio es alta, pues como sociedad dependemos directamente de los cultivos para subsistir. De igual forma, el alimento por ganadería es un servicio ecosistémico que brinda el humedal debido a los pastizales aptos para esta actividad, su estado actual es bueno y la dependencia de la comunidad a dicho servicio es media, teniendo en cuenta que se beneficia, pero su subsistencia no depende directamente del mismo.

Igualmente, es relevante el aporte de la biomasa o materia orgánica de origen vegetal o animal incluyendo los residuos y desechos orgánicos que se encuentra en el humedal, su estado actual es bueno, ya que el humedal dentro de sus procesos de transformación, alberga gran cantidad de biomasa y la dependencia de la comunidad a este servicio ecosistémico es baja. Finalmente, uno de los servicios de aprovisionamiento de igual forma importante es la existencia de plantas medicinales, que por sus propiedades pueden ser utilizadas para curar enfermedades, como por ejemplo el sauce; su estado es regular debido a que actualmente se han perdido gran variedad de especies de plantas y la dependencia de la comunidad a este servicio es media, pues si bien es cierto que aprovechan este servicio que brinda el humedal, no dependen directamente del mismo.

Vale la pena resaltar que aquellas casillas que tienen un guión (-) hace referencia a que dicho servicio ecosistémico no lo brinda el humedal El Resbalón.

Ilustración 16. Cultivos de maíz aledaños al humedal El Resbalón.



Fuente: Autora

Formato 2. Servicios ecosistémicos de regulación del Humedal El Resbalón.

Servicios de Regulación					
Servicio ecosistémico	Presencia del servicio ecosistémico		Uso del servicio ecosistémico	Estado actual del servicio ecosistémico (Bueno, regular o malo)	Dependencia de la comunidad al servicio ecosistémico (Alta, media o baja)
	Sí	No			
Regulación del clima	X		Estabilización del microclima en la zona de estudio	Bueno	Alta
Control biológico	X		Control de plagas	Bueno	Media
Control de inundaciones y eventos naturales extremos	X		Recarga de acuíferos	Bueno	Media
Regulación hídrica	X		Regulación de caudales	Bueno	Alta
Regulación de la calidad del aire	X		Purificación del aire en la zona de estudio	Regular	Alta
Control de la erosión	X		Reducción de la erosión en el Humedal	Regular	Media
			Captura de carbon	Bueno	Media
Fertilización	X		Aporte de sedimentos	Bueno	Media
Regulación de la biodiversidad	x		Plantas acuáticas que tienen como función oxigenar las aguas, fijar CO2 atmosférico, reciclar y absorber nutrientes, regular los efectos de la temperatura, luz y transporte de sedimentos y	Bueno	Alta

			hábitat para especies de aves.		
Polinización	X		Producción de la alimentación	Bueno	Alta

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los servicios ecosistémicos de regulación que provee el humedal El Resbalón, uno de los más significativos es la regulación del clima, pues según Moreno (2011), los humedales son importantes ecosistemas que almacenan gases y contrarrestan el cambio climático [34], el estado actual de dicho servicio es bueno y la dependencia de la comunidad es alta, debido a que, si estos ecosistemas no existieran, el entorno natural se afectaría a tal punto de generar desórdenes climáticos, desequilibrio ambiental, riesgo en las especies (disminución, extinción) y un sinnúmero de consecuencias graves como las inundaciones. Es importante resaltar que el control biológico de plagas es fundamental para la regulación de especies como por ejemplo mosquitos y zancudos, su estado actual es bueno y la dependencia de la comunidad a este servicio ecosistémico es media, ya que su subsistencia no depende directamente de este. El control de inundaciones y eventos naturales extremos es otro servicio que provee el humedal, con la recarga de acuíferos los cuales son reservas del recurso hídrico que se almacenan bajo tierra y son alimentados por los humedales; su estado actual es bueno y la dependencia de la comunidad es media.

La regulación hídrica es fundamental por la regulación de caudal del río Chicú, debido a que los humedales almacenan el agua que reciben de canales y de la lluvia liberándola lentamente para que siga su curso por el sistema hídrico evitando inundaciones en las zonas cercanas, su estado actual es bueno pues tiene gran capacidad de amortiguación o mitigación y la dependencia de la comunidad es alta; además de la regulación hídrica, la regulación de la calidad del aire también es relevante como servicio ecosistémico, pues implica la purificación del oxígeno que respiramos, gracias a la cobertura vegetal presente en el área, de aquí la importancia de conservar y plantar árboles por la cantidad de servicios que proveen al ecosistema, su estado actual es regular debido a la pérdida de la cobertura vegetal que se ha venido presentando a lo largo del tiempo y la dependencia de la comunidad es alta. Otro servicio ecosistémico que brinda el humedal es el control de la erosión, mediante su reducción y la captura de carbono cuyo estado es regular y bueno, respectivamente, y la dependencia de la comunidad es media, puesto que no depende directamente de este servicio para su subsistencia. Igualmente, se tiene la fertilización y el aporte y retención de sedimentos, los humedales actúan como una trampa de polvo y lodos; sin embargo, cuando son muchos los sedimentos que les llegan exceden su capacidad y pueden llegar a colmatarlos, secándolos o dejándoles un espacio mínimo en su cuerpo de agua, el estado actual de este servicio es bueno y la dependencia de la comunidad al mismo es media, ya que no depende directamente de éste. La conservación o regulación de la biodiversidad es importante porque los humedales son sitios de residencia de muchas especies de aves, de igual forma, se encuentran plantas acuáticas que tienen como función oxigenar las aguas, fijar CO_2 atmosférico, reciclar y absorber nutrientes, regular los efectos de la temperatura, luz y transporte de sedimentos; el estado actual de este servicio es bueno y la dependencia de la comunidad es alta, ya que se crea una relación de interdependencia debido al conjunto de funciones que aporta todo

el ecosistema en conjunto. Finalmente, se encuentra la polinización la cual es fundamental para la producción de la alimentación, por medio de los agentes polinizadores como por ejemplo las abejas, este servicio tiene un estado actual bueno y la dependencia de la comunidad es alta, debido a la demanda de alimentos de la sociedad, la polinización es la función más importante, ya que sin insectos cualquier tipo de cultivo no podría reproducirse, por lo que la supervivencia de las plantas y del resto de seres vivos dependen en gran parte de un acto tan sencillo como este.

Formato 3. Servicios ecosistémicos culturales del Humedal El Resbalón.

Servicios Culturales					
Servicio ecosistémico	Presencia del servicio ecosistémico		Usol del servicio ecosistémico	Estado actual del servicio ecosistémico (Bueno, regular o malo)	Dependencia de la comunidad al servicio ecosistémico (Alta, media o baja)
	Sí	No			
Recreación y turismo	x		Valor paisajístico	Bueno	Baja
Estético	x		Valor paisajístico	Regular	Media
Herencia cultural y pertenencia al territorio	x		Valor simbólico para habitantes de la comunidad	Regular	Alta
Educativo	x		Presencia de colegios aledaños al Humedal	Bueno	Alta

Fuente: elaboración propia.

Los servicios ecosistémicos culturales contemplan los beneficios no materiales que se obtienen de los ecosistemas, es decir, son el resultado de las percepciones del hombre y están en función de las diferentes culturas y sus valores; entre ellos se encuentran recreación y turismo que nos proporciona la naturaleza, representado como un valor paisajístico el cual tiene un estado actual bueno y una dependencia baja, debido a que el Humedal El Resbalón no es objeto de este tipo de actividades recreacionales; otro servicio es la belleza escénica de la naturaleza, de igual forma como valor paisajístico, la cual tiene un estado actual regular debido a la degradación y los diversos tensores ambientales presentes en el humedal, mientras que la dependencia de la comunidad es media, porque si bien se beneficia, no depende totalmente de dicho servicio; la herencia cultural y pertenencia al territorio como valor simbólico para los habitantes de la comunidad tiene un estado actual regular debido al estado casi de abandono en el que se encuentra el humedal y una dependencia alta y finalmente, el servicio educativo, también como aulas vivas, es decir, lugares donde se puede aprender mucho sobre la naturaleza y la relación que debemos tener con ella; teniendo en cuenta además la presencia de dos colegios aledaños al humedal: el Colegio José Max León y la Institución Educativa Departamental Instituto Parcelas

(Ilustración 17), el estado actual de este servicio ecosistémico es bueno y la dependencia de la comunidad es alta, debido a que adelantan labores de estudio del mismo.

Ilustración 17. Institución Educativa Departamental Instituto Parcelas.



Fuente: Autora.

Formato 4. Servicios ecosistémicos de soporte del Humedal El Resbalón.

Servicios de Soporte					
Servicio ecosistémico	Presencia del servicio ecosistémico		Uso del servicio ecosistémico	Estado actual del servicio ecosistémico (Bueno, regular o malo)	Dependencia de la comunidad al servicio ecosistémico (Alta, media o baja)
	Sí	No			
Reciclaje de nutrientes	x		Retención, remoción y transformación de nutrientes	Bueno	Media
Formación de suelos	x		Fertilización y aporte de sedimentos	Regular	Baja
Captura de carbono	x		Suelos del Humedal	Bueno	Alta
Hábitat para especies	x		Nichos ecológicos de especies del Humedal	Regular	Alta
Producción primaria	x		Producción de materia orgánica que realizan los organismos autótrofos a través de los procesos de fotosíntesis o quimiosíntesis	Regular	Media

Fuente: elaboración propia.

En el Formato 4 se evidencian los servicios ecosistémicos de soporte que brinda el Humedal El Resbalón, entre ellos el reciclaje de nutrientes, es decir, la retención, remoción y transformación de nutrientes, el cual tiene un estado actual bueno y una dependencia de la comunidad media;

mientras que el servicio de formación de suelos en el que se presenta fertilización y aporte de sedimentos tiene un estado actual regular, debido a los cambios en la cobertura vegetal y la dependencia de la comunidad es baja, ya que no depende ni directa ni indirectamente del mismo; de igual forma la captura de carbono que se encuentra secuestrado de dos maneras: 1) como materia orgánica en los suelos (proveniente de los tejidos suaves de los organismos) y 2) como carbonatos (provenientes de los esqueletos de plantas y animales); los ecosistemas de humedales, como un todo, contienen una parte importante del carbono total de la tierra y desempeñan un papel fundamental en el ciclo del carbono de nuestro planeta, de tal manera que la dependencia de la comunidad a este servicio es alta, por lo que la destrucción de los humedales incrementaría el carbono atmosférico (CO_2) y contribuiría al calentamiento global (efecto de invernadero), ya que se libera la gran cantidad de carbono que estaba almacenado en el ecosistema en forma de gases, principalmente metano. Por otro lado, un servicio ecosistémico de gran importancia es el hábitat para especies, pues los humedales son cunas de biodiversidad, en muchos casos endémicas y muchas otras que cumplen un papel fundamental dentro de la cadena trófica; por lo tanto, la dependencia de la comunidad a este servicio ecosistémico es alta, debido a las relaciones que se establecen dentro del ecosistema. Finalmente, la producción primaria, la cual es la producción de materia orgánica que realizan los organismos autótrofos a través de los procesos de fotosíntesis, y es el punto de partida de la circulación de energía y nutrientes a través de las cadenas tróficas; la dependencia de la comunidad a este servicio es media, debido a que no se beneficia directamente del mismo, pero sí juega un papel importante.

4.1.3. Determinación de la salud ecosistémica del humedal El Resbalón a partir de la oferta y la demanda de los bienes y servicios ambientales

La salud ecosistémica denota el vigor y el estado del ecosistema, y se debe estudiar o definir teniendo en cuenta los procesos de estructura (caja blanca) y de la función (caja negra); la salud ecosistémica se define como la capacidad que tiene un ecosistema para llevar a cabo sosteniblemente los procesos ecológicos esenciales y su autonomía a través del tiempo, dada la complejidad, diversidad y resiliencia, como respuesta al estrés producido por las necesidades humanas, manteniendo el balance entre los componentes del sistema.

Para la determinación del estado de salud del ecosistema Humedal el Resbalón, se seleccionaron una serie de indicadores de sostenibilidad ecosistémica, que se definen a continuación, resaltando que el material aquí presentado constituye una primera aproximación de la salud ecosistémica a partir de los servicios ambientales o ecosistémicos, teniendo como objeto de estudio la estructura y la dinámica del humedal. Para esta determinación, primero que todo, se abordaron una serie de preguntas que permitieron establecer más adelante el propósito de la determinación de la salud ecosistémica, como las siguientes: ¿Cómo se debe abordar la evaluación de la salud ecosistémica?, ¿Cuáles son los indicadores que se deben usar? y ¿Para qué evaluar la salud ecosistémica del humedal El Resbalón? Para dar cumplimiento al último objetivo específico de la presente investigación el alcance fue evaluar la salud ecosistémica del humedal El Resbalón a partir de la oferta y la demanda de los bienes y servicios ambientales, teniendo como ejes de acción el agua, el suelo, y sus interacciones con las dimensiones bióticas, físicas y socioculturales; esto con el fin de generar una propuesta de indicadores físicos y biológicos que permitan el monitoreo y seguimiento de los servicios ecosistémicos.

Para evaluar la salud ecosistémica se resolvieron las siguientes preguntas:

¿A partir de qué se va a evaluar?

- Servicios ecosistémicos.

¿Qué se va a medir?

- La salud en términos de síntomas, síndromes y efectos negativos.

¿Qué aspectos de la salud ecosistémica del Humedal El Resbalón se desea evaluar?

- La estabilidad
- La actividad
- La resiliencia
- El balance

¿Quién es el “paciente”?

- Humedal El Resbalón

¿Cuáles son los signos, síntomas y síndromes?

- Pérdida de biodiversidad.
- Deforestación.
- Pérdida de la capacidad de proveer servicios ecosistémicos.
- Vertimientos.
- Cambio en el espejo y columna de agua
- Alteración de la calidad del agua.
- Habilitación de terrenos para áreas de explotación agropecuaria.
- Uso de plaguicidas.

Una vez definido qué se quiere medir, se procede a elaborar el indicador, incluyendo las variables que lo integrarán y la relación entre las mismas, como se puede apreciar en la Tabla 11.

Tabla 11. Indicadores propuestos.

Tipo de Indicador	Indicador	Descripción	Cálculo	
Físico	Índice de uso del agua (IUA)	Representa la principal herramienta para evaluar la disponibilidad del recurso hídrico en un área hidrográfica, región, municipio o cabecera. Se define como la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios	$IUA = \left(\frac{D}{O_n}\right) * 100\% \quad (1)$ Dónde: $IUA = \text{Índice de uso del agua}$ $D = \text{Demanda de agua (m}^3\text{)}$ $O_n = \text{Oferta hídrica superficial neta (m}^3\text{)}$ $O_n = O_T * Q_{amb} \quad (2)$ Dónde: $O_n = \text{Oferta hídrica superficial neta (m}^3\text{)}$ $O_T = \text{Oferta hídrica superficial (m}^3\text{)}$ $Q_{amb} = \text{Caudal ambiental (m}^3\text{)}$	$IUA = \left(\frac{1,567m^3}{3,7m^3}\right) * 100\%$ $IUA = 0,42$ En este caso no fue necesario calcular la oferta hídrica superficial neta (O_n) debido a que al igual que la demanda de agua (D) fue un dato proporcionado por el Plan Básico de Ordenamiento Territorial PBOT de Cota.
Biológico	Oferta de servicios (O_s)	Tiene en cuenta la estructura, la función y el capital natural de los ecosistemas, que a su vez son indicadores independientes de diferentes aspectos de la salud del ecosistema.	$O_s = R_V + R_F + B_U + R_{SC} \quad (3)$ Dónde: $R_V = \text{Proporción de riqueza del tipo de vegetación}$ $R_F = \text{Proporción de riqueza del tipo de fauna}$ $B_U = \text{Proporción de biomasa de las especies útiles nativas de vegetación}$ $R_{SC} = \text{Proporción de riqueza de los servicios ecosistémicos culturales}$	$O_s = 0,52 + 0,64 + 0,012 + 1$ $O_s = 2,17$ Este valor representa una condición de prestación de servicios ecosistémicos Muy buena, teniendo en cuenta que el valor de O_s puede variar entre 0 y 4, de manera que el ecosistema ofrece más servicios entre más cercano a 4 sea su valor.

Físico	Índice de calidad del agua British Columbia (BCWQI)	Se basa en la consecución de objetivos los cuales son los límites seguros de las variables dadas por la normatividad, con el fin de proteger todos los usos de un cuerpo de agua.	$\text{Índice BCWQI} = \sqrt{F_1 + F_2 + \frac{F_3}{3}} \quad (4)$ Dónde: <i>Factor F_1 = Alcance: número de objetivos que no se alcanzaron</i> <i>Factor F_2 = Frecuencia a la cual los objetivos no se alcanzaron</i> <i>Factor F_3</i> <i>= Cantidad de veces por la cual los objetivos no se alcanzaron</i>	Índice BCWQI = 45,863
--------	---	---	---	-----------------------

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.1. Interpretación de los índices

Índice de uso del agua (IUA)

Según el rango y categorías del índice de uso del agua (IUA) (Tabla 12) establecido por el IDEAM, para el caso del área rural del municipio de Cota, la presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible, debido a que el IUA = 0,42

Tabla 12. Rangos y categorías del IUA.

Rango	Categoría	Significado
>50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20.01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10.01 - 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1 - 10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

Fuente: IDEAM (2013)

Oferta de servicios (O_s)

Hay que tener en cuenta para la interpretación de O_s que su valor puede variar entre 0 y 4, de manera que el ecosistema ofrece más servicios entre más cercano a 4 sea su valor. Para facilitar esta interpretación, la salud ecosistémica se presenta con una escala de valores, en donde cada valor se identifica con un color:

Tabla 13. Escala de valores del indicador de Oferta de servicios (O_s)

Condición de salud ecosistémica	Rango	Color
Excelente	3 - 4	Azul
Muy buena	2 - 3	Verde
Buena	1 - 2	Amarillo
Regular	0.5 - 1	Naranja
Mala	< 0.5	Rojo

Fuente: Evaluación de la salud ecosistémica de las sabanas inundables asociadas a la cuenca del río Pauto (Casanare-Colombia).

Las cuatro variables que conforman el índice O_s evalúan diferentes aspectos de la salud del ecosistema y su cálculo se describe a continuación:

Proporción de riqueza del tipo de vegetación (R_V)

Esta variable evalúa el estado del ecosistema en términos de su estructura, en este caso, con respecto a su riqueza. Se mide como la proporción del número de especies encontradas según cada categoría (sombrija, focal, clave y endémica) con respecto al número total de especies del tipo de vegetación, de la siguiente manera:

$$R_V = \frac{\sum r_i}{r} \quad (5)$$

Dónde:

r_i =riqueza total por categoría del tipo de vegetación (sombrija, focal, clave, endémica)

r =riqueza (número de especies) total para la zona de estudio.

Teniendo en cuenta la clasificación de las categorías para la flora que se encuentra en la tabla 6 del presente documento, se tiene que: existen 4 especies sombrilla, 11 especies focales, 1 especie clave y 1 especie endémica y un total de 33 especies de flora; a partir de estos datos se calcula la proporción de riqueza del tipo de vegetación (R_V)

$$R_V = \frac{4 + 11 + 1 + 1}{33}$$

$$R_V = 0,52$$

Como R_V es una proporción, el resultado siempre se encontrará entre 0 y 1, de manera que entre más cercano a 1 sea su valor, quiere decir que existe mayor riqueza para el tipo de vegetación.

Riqueza de macrófitas

A continuación, se presenta el cálculo de la proporción de riqueza del tipo de vegetación para macrófitas según el artículo de investigación titulado Estimación de la comunidad de Macrófitas en el Humedal El Resbalón en el Municipio de Cota, Cundinamarca; en el que se identificaron en el sector 1: 8 especies de macrófitas: Junco (*Schoenoplectus californicus*), Barbasco (*Polygonum punctatum*), Botoncillo (*Bidens laevis*), Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), Buchón cucharita (*Limnobium laevigatum*), Sombrija de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*), Helecho de agua (*Azolla filiculoides*) y Lenteja de agua (*Lemna minor*). En este sector predominan especies helófitas, vegetación que emerge de la superficie del agua, pero su parte basal y en algunos casos algunas hojas permanecen sumergidas, como el Junco *Schoenoplectus californicus*, además de localizarse en el borde del cuerpo de agua [35].

En el sector 2 se identificaron 5 especies de macrófitas: Junco (*Schoenoplectus californicus*), Botoncillo (*Bidens laevis*), Barbasco (*Polygonum punctatum*) y Enea (*Typha latifolia*). Entre las especies características-dominantes se encuentra el Botoncillo *Bidens laevis*, con un porcentaje de cobertura del 77%, son sus tallos rojizos y flores amarillas que se extienden ampliamente por todo el sector 2. En los parches de las macrófitas domina la comunidad con *Polygonum punctatum* y las comunidades de ribera están dominadas por *Schoenoplectus californicus* y *Typha latifolia* [35].

En el sector 3 se registran 6 especies, entre las que se destacan Barbasco (*Polygonum punctatum*), Botoncillo (*Bidens laevis*), Sombrilla de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*), Junco de esfera (*Juncus effusus*), NN y Botón de oro (*Cotula coronopifolia*). En el sector se puede contar con presencia de varias especies de macrófitas típicas como Botoncillo (*Bidens laevis*) y Sombrilla de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*) que se extienden ampliamente por la zona [35]. Lo descrito anteriormente se puede evidenciar en la tabla 14:

Tabla 14. Especies de macrófitas encontradas en tres sectores del humedal El Resbalón.

Nombre científico	Sector 1	Sector 2	Sector 3
R-01 Junco (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	X	X	X
R-02 Barbasco del Pantano (<i>Polygonum punctatum</i>)	X	X	X
R-03 Botoncillo (<i>Bidens laevis</i>)	X	X	X
R-04 Helecho de agua (<i>Azolla filiculoides</i>)	X		
R-05 Jacinto de agua (<i>Eichhornia crassipes</i>)	X		
R-06 Lenteja de agua (<i>Lemna minor</i>)	X		
R-07 Sombrilla de agua (<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>)	X		X
R-08 Buchón cucharita (<i>Limnobium laevigatum</i>)	X		
R-09 Junco enea (<i>Typha latifolia</i>)		X	
R-10 Junco esfera (<i>Juncus effusus</i>)			X
R-11 Botón de oro (<i>Cotula coronopifolia</i>).			X

Fuente: M. F. Sánchez Molina, D. A. Gómez Medina y L. Salazar López

A partir de esto se calcula la riqueza de macrófitas del Humedal El Resbalón para cada sector del mismo, de la siguiente manera:

$$R_V = \frac{r_i}{r} \quad (6)$$

Donde:

r_i : Cantidad de especies presentes en el sector

r : Total de especies presentes

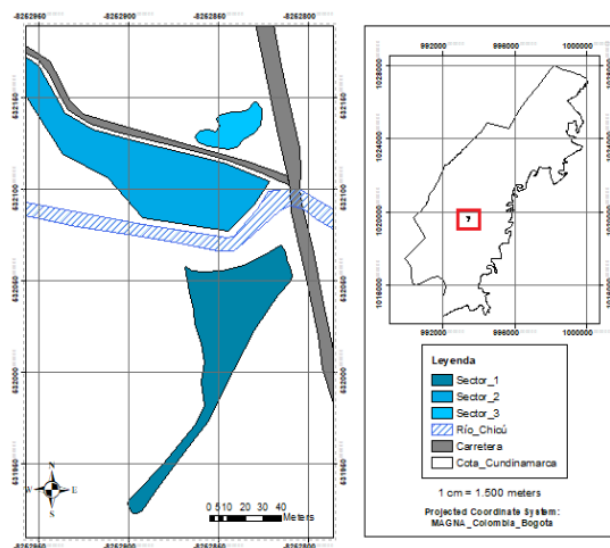
Tabla 15. Riqueza de macrófitas presentes en tres sectores del humedal El Resbalón.

Sector 1	Sector 2	Sector 3
$R_V = \frac{8}{11}$	$R_V = \frac{4}{11}$	$R_V = \frac{6}{11}$
$R_V = 0,73$	$R_V = 0,36$	$R_V = 0,55$

Fuente: elaboración propia.

Como R_V es una proporción, el resultado siempre se encontrará entre 0 y 1, de manera que entre más cercano a 1 sea su valor, quiere decir que existe mayor riqueza para el tipo de vegetación; en este caso se evidencia mayor riqueza de macrófitas en el sector 1 del humedal:

Ilustración 18. Ubicación de los sectores en el Humedal El Resbalón.



Fuente: M. F. Sánchez Molina, D. A. Gómez Medina y L. Salazar López

Proporción de riqueza del tipo de fauna (R_F)

Esta variable evalúa el estado del ecosistema en términos de su estructura través de su composición de especies (sombrija, focal, clave y endémica) con respecto al número total de especies, como se muestra a continuación:

$$R_F = \frac{\sum r_i}{r} \quad (6)$$

Dónde:

r_i =riqueza total por categoría del tipo de fauna (sombrija, focal, clave, endémica)

r =riqueza (número de especies) total para la zona de estudio.

Teniendo en cuenta la clasificación de las categorías para la fauna que se encuentra en la tabla 7 del presente documento, se tiene que: existen 4 especies sombrilla, 7 especies focales, 3 especies clave y 2 especies endémicas y un total de 25 especies de fauna; a partir de estos datos se calcula la proporción de riqueza del tipo de fauna (R_F):

$$R_F = \frac{4 + 7 + 3 + 2}{25}$$

$$R_F = 0,64$$

Como R_F es una proporción, el resultado siempre se encontrará entre 0 y 1, de manera que entre más cercano a 1 sea su valor, quiere decir que existe mayor riqueza para el tipo de fauna.

– Proporción de biomasa de las especies útiles nativas de vegetación (B_U)

Esta variable evalúa el estado del ecosistema en términos de los servicios que presta, en este caso, a través de la proporción de biomasa total de las especies útiles nativas de vegetación. La biomasa es la cantidad de materia producida por área o por volumen dentro de cada nivel trófico, o de manera global, producida por un ecosistema, se calcula de la siguiente forma:

$$B_U = \frac{\sum B_A}{B_T} \quad (7)$$

Dónde:

B_A =Biomasa acumulada

B_T =Biomasa total

$$B_A = P_P + P_S + P_B + P_N \quad (8)$$

Dónde:

P_P =Productividad primaria

P_S =Productividad secundaria

P_B =Productividad bruta

P_N =Productividad neta

Un aspecto muy importante de la dinámica de un ecosistema, es la productividad, que se define como la cantidad de biomasa que produce cada nivel trófico. Se pueden diferenciar los siguientes parámetros:

La **productividad primaria (P_P)** es la cantidad de biomasa producida por los productores ($\text{mgC m}^3 * \text{año}$). Que para un ecosistema de humedal se estima de acuerdo al estado trófico en el que se encuentre, como se puede observar en la tabla 16:

Tabla 16. Estado trófico basado en la concentración de clorofila y la producción primaria.

Estado trófico	Concentración de clorofila (mg/m^3)	Producción primaria fitoplancton ($\text{mgC m}^3 * \text{año}$)
Oligotrófico	<2,5	<30
Mesotrófico	2-8	25-60
Eutrófico	6-35	40-200
Hipertrófico	20-400	130-600

Fuente: Boulion y Hakanson (2003).

Teniendo en cuenta que el Humedal El Resbalón es un ecosistema con un nivel intermedio de productividad, en el que se evidencia lechos de plantas acuáticas sumergidas, se asume un valor de productividad primaria de $42 (\text{mgC m}^3 * \text{año})$

La **productividad secundaria (P_S)** representa la cantidad de biomasa producida por los consumidores y los descomponedores. Esta productividad es menor que la primaria y para su cálculo se tomó como referencia los valores propuestos en Boulion y Hakanson (2003) para un ecosistema de humedal, como se muestra a continuación:

Tabla 17. Cálculo de la productividad secundaria.

Nivel trófico	Biomasa (kg/m^2)	Producción ($\frac{kg}{m^2}/año$)	Biomasa total (Biomasa+Producción)	Productividad (Producción/Biomasa total)
Productor	10.000	1.825.000	1.835.000	0,99
Consumidor primario	18.000	110.000	128.000	0,86
Consumidor secundario	5.400	11.000	16.400	0,67
Total			1.979.400	2,52

Fuente: Boulion y Hakanson (2003).

La **productividad bruta** (P_B) es la cantidad de energía producida durante un año en un determinado nivel trófico, como se muestra a continuación en donde los productores tienen una P_B de $13000 \text{ kcal}/cm^2/año$; los consumidores primarios de $1800 \text{ kcal}/cm^2/año$ y los consumidores secundarios de $367 \text{ kcal}/cm^2/año$.

Tabla 18. Representación de la productividad bruta de los niveles tróficos.

	C2	367	67
C1	1800	800	
P	13000	5000	

Fuente: elaboración propia.

Productividad bruta (P_B):

Respiración

La **productividad neta** (P_N) resulta de restar la productividad bruta con la energía gastada en los procesos de respiración.

$$P_N = P_B - R \quad (9)$$

Dónde:

P_B =Productividad bruta

R =Energía invertida o gastada en los procesos de respiración.

En la tabla 18 se representa la productividad bruta y la energía gastada en los procesos de respiración, para calcular la productividad neta (P_N) se deben restar estos dos valores:

- Productores: $13000 - 5000 = 8000 \text{ kcal/cm}^2/\text{año}$.
- Consumidores primarios: $1800 - 800 = 1000 \text{ kcal/cm}^2/\text{año}$.
- Consumidores secundarios: $367 - 67 = 300 \text{ kcal/cm}^2/\text{año}$.

Para determinar la productividad neta del sistema, se suman la productividad neta de los productores, los consumidores primarios y los consumidores secundarios dando como resultado $9300 \text{ kcal/cm}^2/\text{año}$.

Teniendo los valores asociados a la fórmula de la biomasa acumulada (B_A) se calcula:

$$B_A = 42 + 1,53 + 15167 + 9300$$

$$B_A = 24510,53$$

Una vez calculada la biomasa acumulada, se reemplazan los valores en la fórmula 6, teniendo en cuenta la biomasa total $B_T = 1.979.400$ previamente calculado en la tabla 17:

$$B_U = \frac{24510,53}{1.979.400}$$

$$B_U = 0,012$$

– Proporción de riqueza de servicios ecosistémicos culturales (R_{SC})

Para calcular la proporción de riqueza de los servicios ecosistémicos culturales se emplea la siguiente fórmula en donde se relaciona la cantidad de servicios prestados por el Humedal sobre el total de servicios ecosistémicos culturales existentes:

$$R_{SC} = \frac{S_P}{S_T} \quad (10)$$

De acuerdo a los servicios ecosistémicos culturales presentados en el Formato 3 del presente documento, los servicios culturales contemplados son 4: recreación y turismo, estético, educativo y herencia cultural y pertenencia al territorio.

$$R_{SC} = \frac{4}{4}$$

$$R_{SC} = 1$$

Índice de calidad del agua British Columbia (BCWQI)

Para calcular este índice primero es necesario hallar el valor de los tres factores descritos en la ecuación 4, para lo cual se utilizaron los valores presentados en el estudio titulado Diagnóstico de aspectos limnológicos del humedal El Resbalón (Cundinamarca, Colombia), como apoyo a estrategias para su conservación y manejo [36]:

Tabla 19. Parámetros fisicoquímicos Humedal El Resbalón.

Muestreo	Estación de Muestreo	Oxígeno Disuelto mg O ₂ /L	DBO mg O ₂ /L	DQO mg O ₂ /L	Nitrógeno Amoniacal mg NH ₃ -N/L	Nitrógeno total mg/L N	Nitritos mg NO ₂ -N/L	Nitratos mg NO ₃ -N/L	Fosfatos mg/L PO ₄ -P	Fosforo total mg P/L
M1	1	6,1	<20	<20	3	9,4	0,004	4,7	0,824	<0,2
	2	5,8	<20	71	1	<4	0,24	0,6	0,747	<0,2
	3	6	<20	53	3	<4	0,041	0,3	0,763	<0,2
	4	6	<20	65	1	5,04	0,008	0,6	0,717	0,26
	5	5,6	<20	74	1	7,07	0,147	1	0,698	0,29
M2	1	6	<20	<20	5	8,34	0,103	<0,3	<0,2	0,58
	2	6	98	<20	2	<4	0,018	0,3	<0,2	0,23
	3	4,8	100	29	4	7,08	0,005	<0,3	<0,2	<0,2
	4	2,5	187	83	1	<4	0,005	0,3	0,22	0,25
	5	1,8	173	77	2	<4	0,008	<0,3	<0,2	<0,2
M3	1	5	<20	66	7	11,69	0,01	<0,3	0,38	0,44
	2	5	80	<20	1	<4	0,009	<0,3	0,26	0,31
	3	5,3	87	<20	7	13,49	0,007	<0,3	<0,2	<0,2
	4	3,5	71	<20	1	<4	0,006	<0,3	0,21	0,23
	5	3	100	<20	1	<4	0,008	<0,3	0,22	0,26

Fuente: A. M. Jaramillo Londoño, K. Carrillo, A. M. Cerón, E. Chavez, R. Sierra Parada y L. Salazar

En la tabla 19 se relacionan los valores de los parámetros fisicoquímicos medidos en el Humedal El Resbalón, necesarios para el cálculo de los factores (F_1 , F_2 y F_3); los valores rojos representan los parámetros que no cumplen los estándares de calidad del agua para cada muestreo.

Cálculo del número de objetivos no alcanzados (Factor F_1)

Este es expresado como un porcentaje del número de objetivos comprobados. Se calcula F_1 para un año, por la suma del número de objetivos no alcanzados en el año, dividido por el total de objetivos medidos en el año, multiplicado por 100, así:

$$F_1 = \left(\frac{n}{N} \right) * 100 \quad (11)$$

Dónde:

n : suma del número de objetivos no alcanzados en el año.

N : Total de objetivos medidos en el año.

Las variables se pueden interpretar como objetivos, así este factor se puede leer como el porcentaje de variables que no alcanzaron el estándar sobre el número total de variables.

$$F_1 = \left(\frac{1 + 2 + 3}{9} \right) * 100$$

$$F_1 = 66,67\%$$

– **Cálculo de la frecuencia de los objetivos no alcanzados (Factor F_2)**

F_2 Corresponde al porcentaje de pruebas fallidas sobre el total de pruebas realizadas, entendida prueba como la medición de una u otra variable, y su fallo, el no haber alcanzado el valor requerido por la normatividad. Su fórmula es la siguiente:

$$F_2 = \left(\frac{m}{M} \right) * 100 \quad (12)$$

Donde:

m : Es el número de veces en que los objetivos no se encontraron en los estándares de calidad del agua para el uso propuesto.

M : Es el número de veces de medición de los objetivos.

$$F_2 = \left(\frac{35}{135} \right) * 100$$

$$F_2 = 25,93\%$$

– **Cálculo de la cantidad de objetivos no alcanzados (F_3)**

F_3 Es la medida de la cantidad máxima de variables objetivo que no fueron alcanzados para un año. Se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$F_3 = \sum \frac{XMM}{Std} \quad (13)$$

Donde:

XMM : Es el máximo valor de la variable (objetivo) en la muestra (a excepción del oxígeno disuelto)

Std: Es el límite permisible de la variable para la específica determinación del índice.

En la tabla 20 se presenta la categorización y clasificación del índice de calidad del agua British Columbia (BCWQI) en donde se describen las características de cada categoría.

Tabla 20. Categorización y clasificación del índice de calidad del agua British Columbia (BCWQI)

Categoría	Clasificación	Características
Excelente	0-3	Todos los usos tienen ausencia de amenazas o deterioro. Las condiciones son muy cercanas a las naturales. La utilización de este tipo de agua puede ser continua.
Bueno	4-17	Todos los usos presentan solo un grado menor de tratamiento o deterioro. Las condiciones raramente se alejan de las naturales o de los niveles deseables. Los usos se pueden dar de manera permanente.
Aceptable	18-43	Muchos de los usos presentan deterioro. Las condiciones algunas veces se alejan de las naturales o de los niveles deseables. Usos individuales o particulares pueden verse temporalmente interrumpidos.
Marginal (en el límite)	44-59	Muchos de los usos necesitan de tratamiento. Las condiciones a menudo se alejan de las naturales o deseables. Más de un uso puede ser temporalmente interrumpido.
Pobre	60-100	Muchos de los usos requieren de tratamiento o están amenazados y deben ser temporalmente interrumpidos. Las condiciones usualmente se alejan de lo natural o de los niveles deseables.

Fuente: Universidad de Pamplona.

La tabla 21 representa los índices de calidad del agua British Columbia para los puntos de muestreo en el humedal El Resbalón registrados en el Diagnóstico de aspectos limnológicos del humedal El Resbalón (Cundinamarca, Colombia), como apoyo a estrategias para su conservación y manejo, en donde se evidencia una condición de calidad entre Aceptable y Marginal dependiendo el punto de muestreo, lo que significa que muchos de los usos presentan deterioro, las condiciones algunas veces se alejan de las naturales o de los niveles deseables y muchos de los usos necesitan de tratamiento, las condiciones a menudo se alejan de las naturales o deseables. Más de un uso puede ser temporalmente interrumpido.

Tabla 21. Índice BCWQI del humedal El Resbalón.

Muestreo	Índice BCWQI	Categoría
1	45,863	Marginal
2	45,591	Marginal

3	45,576	Marginal
4	45,77	Marginal
5	45,813	Marginal
M1	34,841	Aceptable
M2	31,428	Aceptable
M3	21,875	Aceptable

Fuente: A. M. Jaramillo Londoño, K. Carrillo, A. M. Cerón, E. Chavez, R. Sierra Parada y L. Salazar

Por otro lado, una vez identificados los servicios ecosistémicos del humedal por medio de los formatos de campo, se estableció el modelo de caja blanca (estructura) y caja negra (función), que se explicarán a continuación:

4.1.3.2. Metodología caja blanca

Se estableció un modelo de caja blanca orientada a la definición de la estructura de los componentes bióticos y abióticos del ecosistema, ésta es un elemento esencial en la identificación de los componentes del humedal, ya que se estudian no sólo las entradas y salidas sino también los elementos del sistema y sus interacciones.

4.1.3.3. Metodología caja negra

Se estableció el modelo de caja negra, se representa como si fuera una caja dentro de la cual lo más importante son las entradas y salidas de materia, de energía y sus comunicaciones, e información en el sistema y no sus elementos ni las interacciones que se establecen entre ellos, que se definen en la caja blanca. Por tanto, no interesan los elementos del sistema ni sus interacciones. La caja negra se compone por los flujos de energía, cantidad de materia, homeostasis, resiliencia y evolución del humedal.

Para la determinación de la salud ecosistémica del humedal El Resbalón a partir de la oferta y la demanda de los bienes y servicios ambientales; es importante identificar los componentes claves del humedal, la diversidad y la capacidad de brindar servicios a la comunidad, se deben conocer los actores sociales, sus usos, necesidades y demanda de los servicios ecosistémicos y estimar el abastecimiento por parte del humedal El Resbalón y la demanda de los servicios por parte de la sociedad. Para cumplir con lo descrito anteriormente, a continuación, se describen las actividades que incluyen procesos y mediciones que permiten el acatamiento de los objetivos propuestos, mediante la aplicación del modelo de símbolos de Odum:

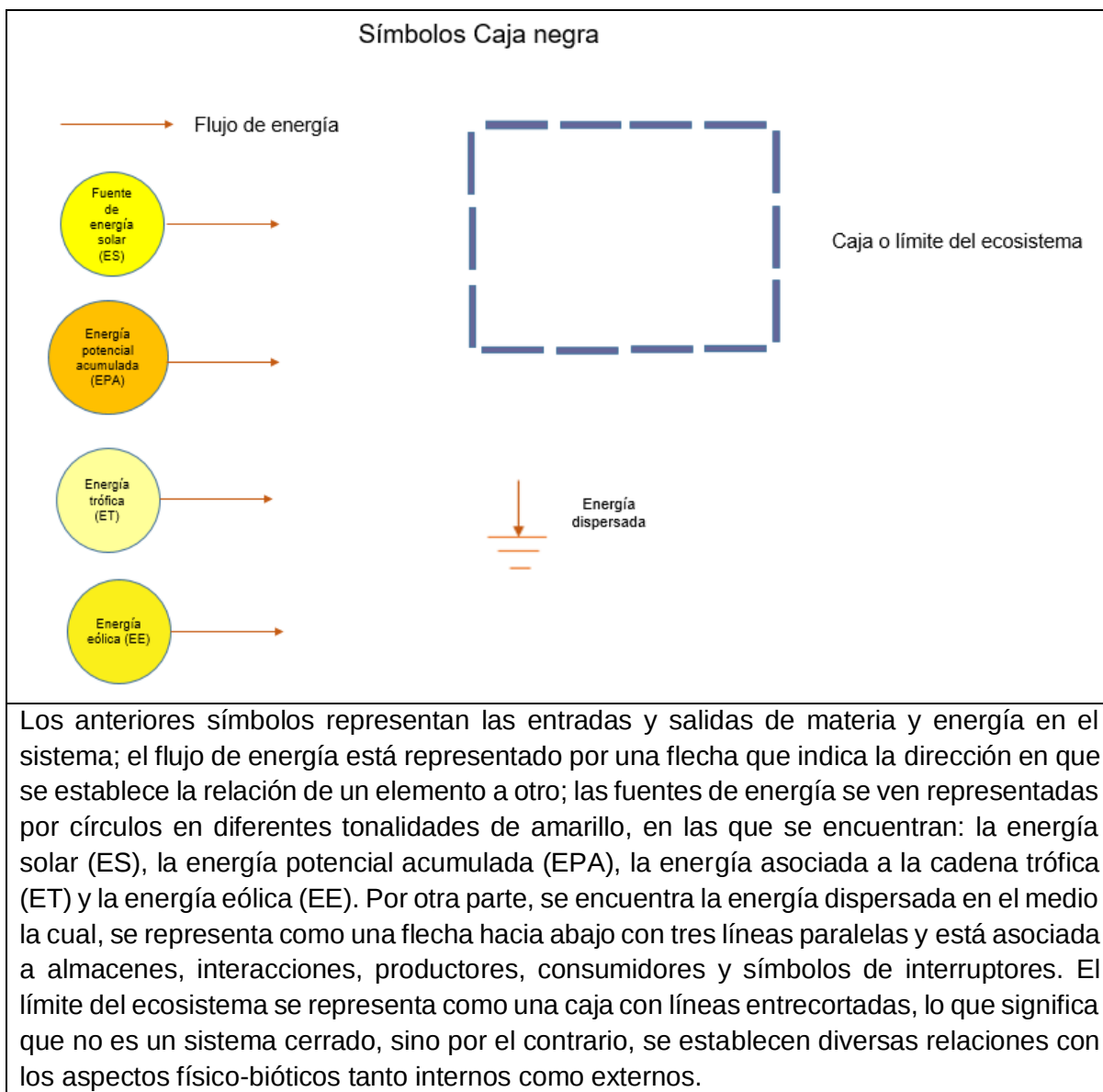
Tabla 22. Componentes del ecosistema del Humedal.

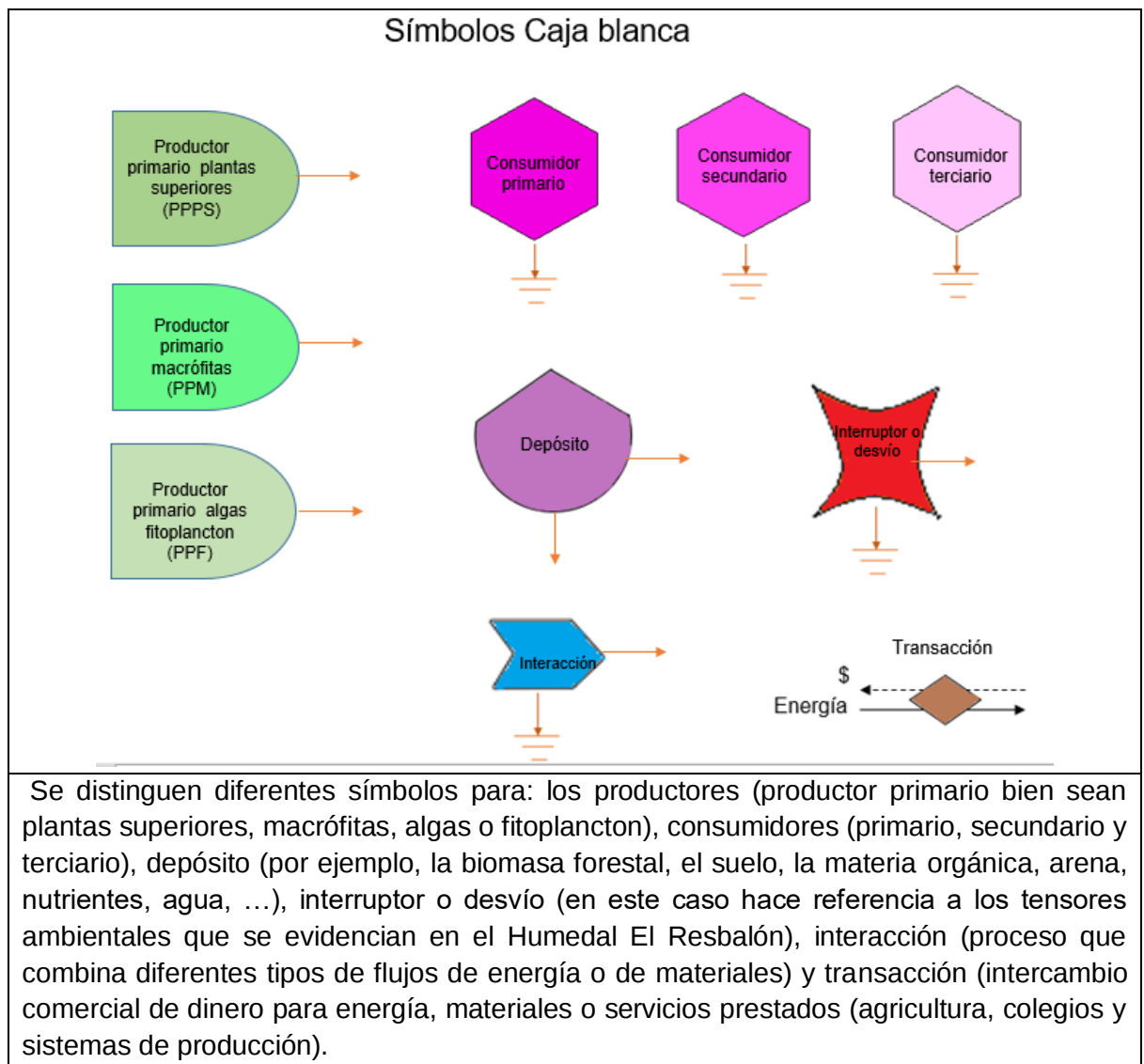
Humedal El Resbalón		
	Componentes vivos	Componentes inertes
1	Animales	Agua
2	Árboles	Factores climáticos

3	Hongos	Materia orgánica
4	Microorganismos	Nutrientes
5	Plantas acuáticas	Sol
6		Suelo

Fuente: elaboración propia.

Tabla 23. Símbolos ecológicos de Odum, para designación de estructura y función ecosistémica.

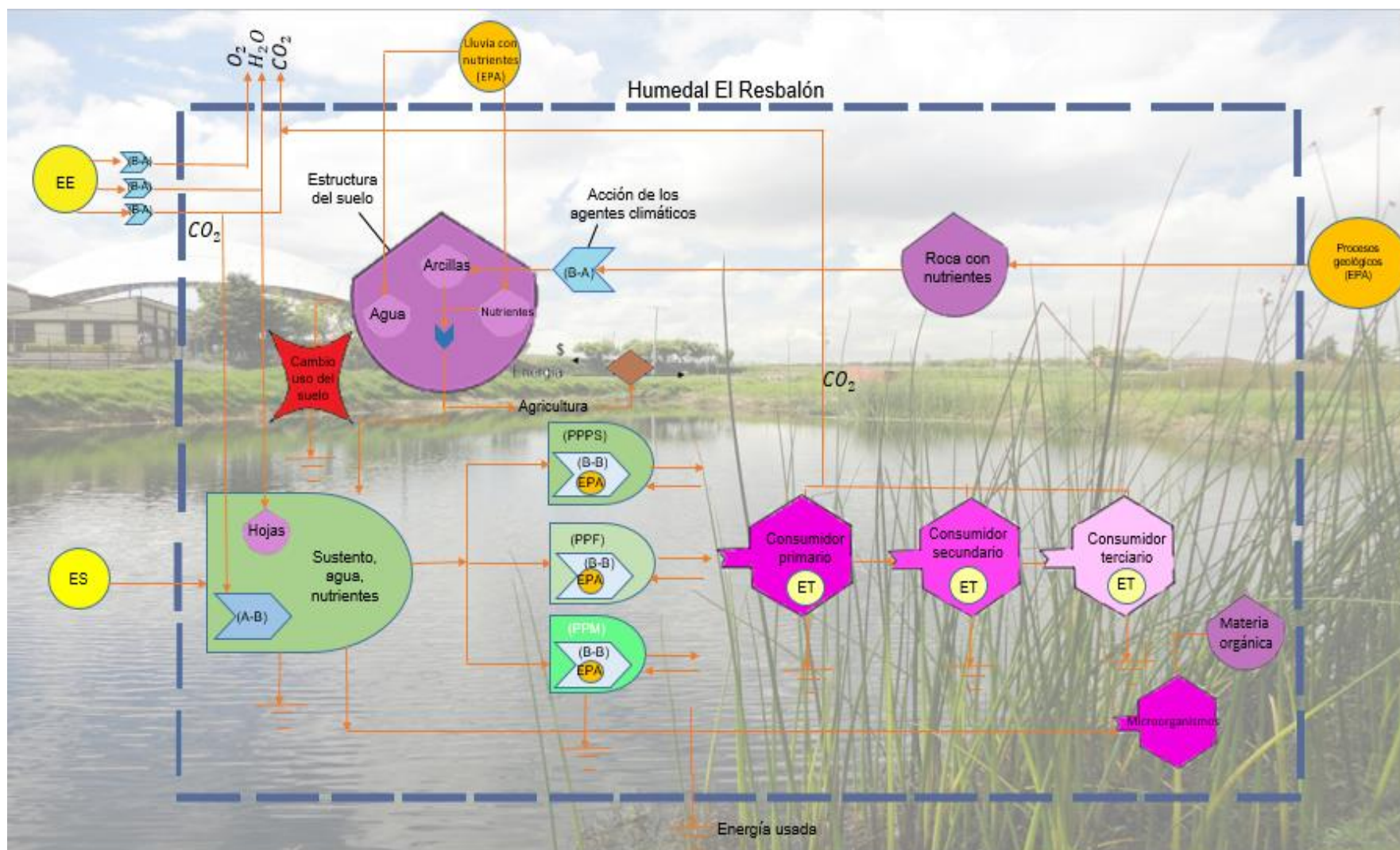




Fuente: elaboración propia.

A continuación, se relaciona el modelo de estructura y función del ecosistema Humedal el Resbalón, mediante la aplicación de símbolos ecológicos:

Ilustración 19. Diagrama del ecosistema del humedal El Resbalón a partir de la metodología de símbolos de Odum.

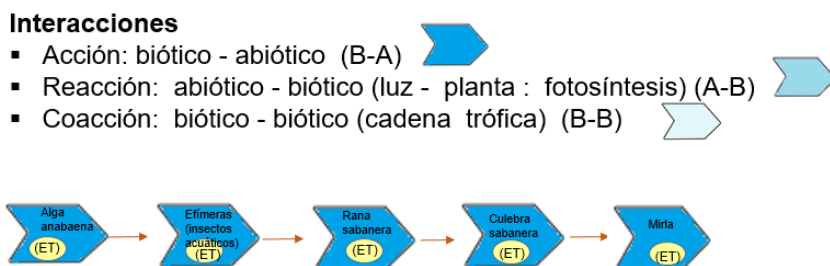


Fuente: elaboración propia

4.1.3.4. Aspectos importantes del modelo

A continuación, se presentan unos aspectos importantes del modelo que permiten la comprensión del diagrama del ecosistema del humedal El Resbalón (Ilustración 19).

Ilustración 20. Interacciones del ecosistema.

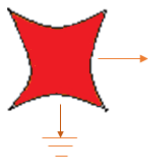


Fuente: elaboración propia.

En la ilustración 20 se pueden observar las interacciones del ecosistema, en donde se encuentra una interacción de acción que se refiere al aspecto biótico-abiótico; una interacción de reacción que se refiere al aspecto abiótico-biótico como por ejemplo la relación existente entre la luz (fotosíntesis) y las plantas y finalmente, una interacción de coacción que se refiere a un aspecto biótico-biótico propio de la cadena trófica.

Ilustración 21. Símbolo de interruptor o desviación del proceso.

Interruptor o desviación del proceso
Tomado como tensor ambiental
Derivado de aspectos ambientales
Ganadería
Agricultura
Cambio del uso del suelo
Pérdida de la biodiversidad

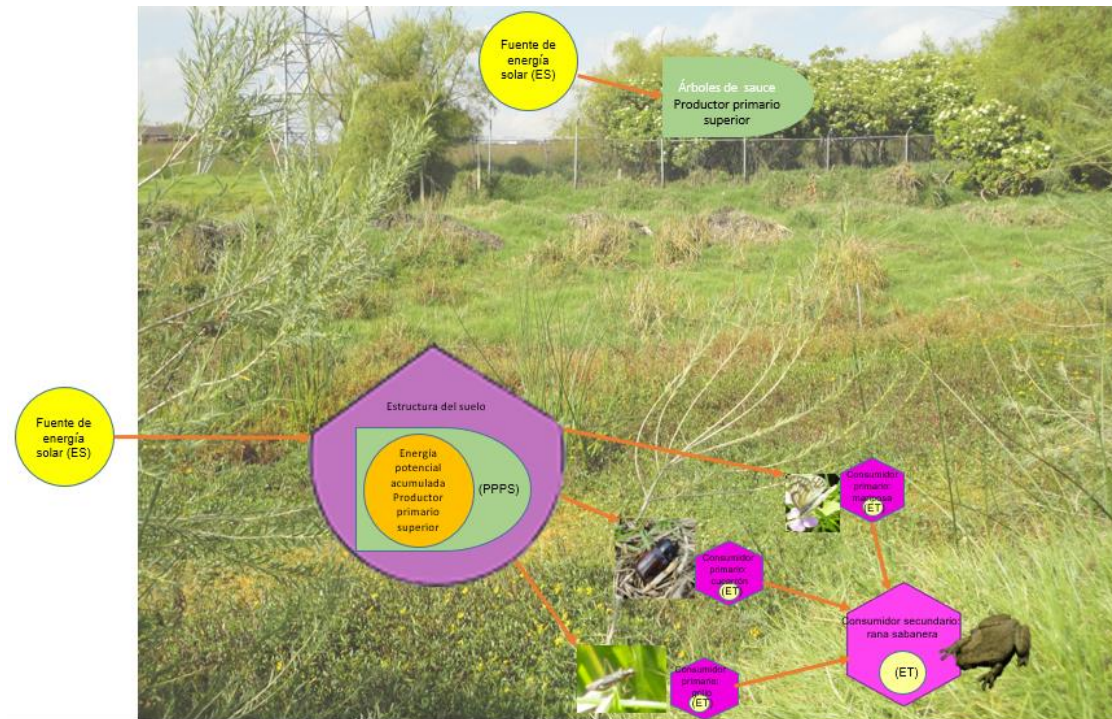


Fuente: elaboración propia.

La ilustración 21 representa el símbolo de interruptor o desviación del proceso, que en este caso hace referencia a los tensores ambientales presentes en el Humedal, como lo son: la ganadería, la agricultura, el cambio del uso del suelo, pérdida de la biodiversidad, entre otros...

4.1.3.5. Explicación del modelo

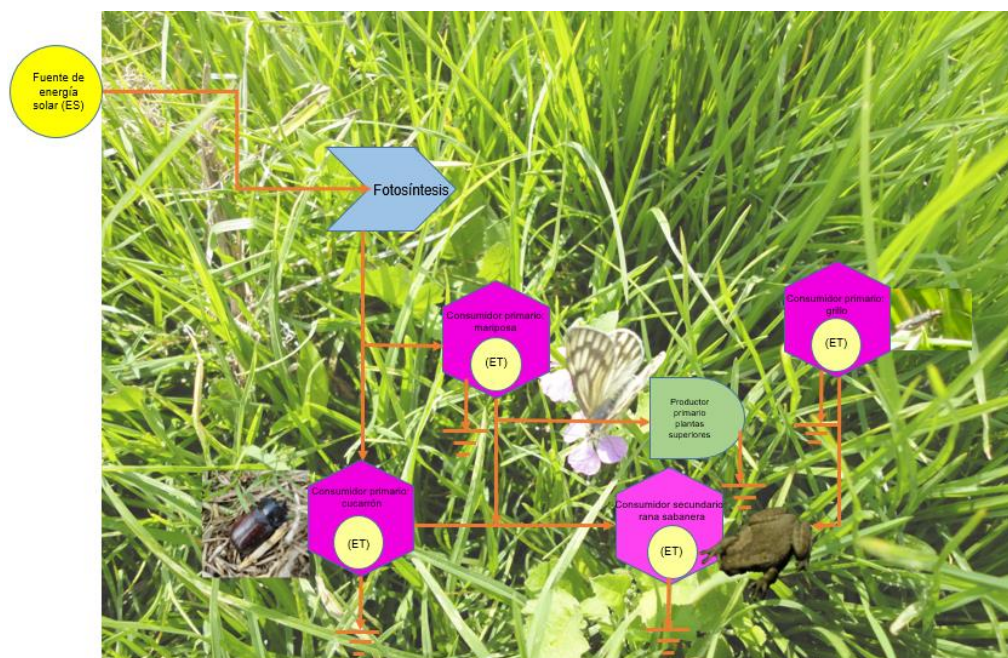
Ilustración 22. Representación 1 de la dinámica ecosistémica en el humedal El Resbalón.



Fuente: elaboración propia.

En la ilustración 22 se evidencian las interacciones entre los productores, consumidores y las fuentes de energía, que en este caso son la energía solar y la energía potencial acumulada (productor primario superior) hay que resaltar la función ecosistémica de los productores primarios como el árbol de sauce que provee oxígeno por medio de la fotosíntesis. Se puede observar que existen 3 consumidores primarios: la mariposa (*Lepidoptera*), el cucarrón (*Coleoptera*) y el grillo (*Gryllidae*) que son fuente de alimento para el consumidor secundario que es la rana sabanera (*Hyla labialis*).

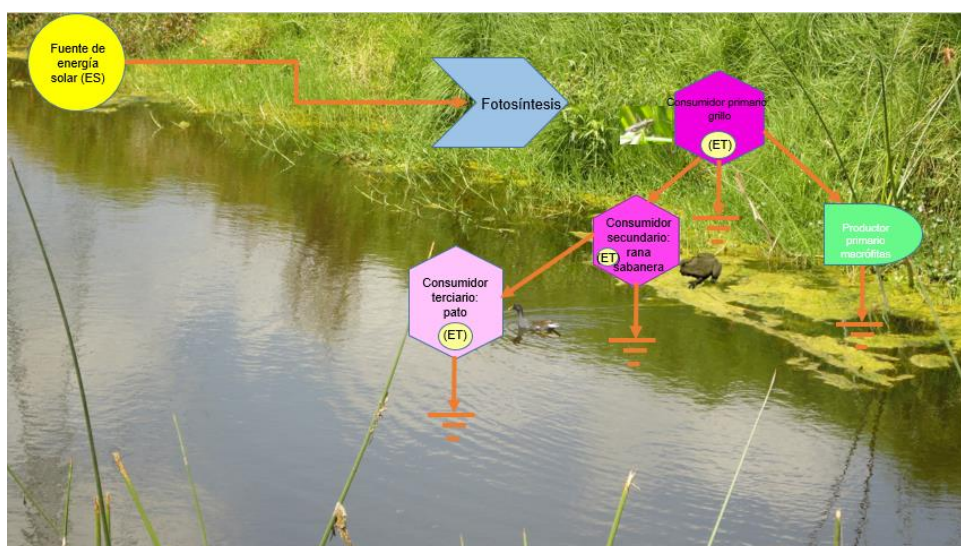
Ilustración 23. Representación 2 de la dinámica ecosistémica en el humedal El Resbalón.



Fuente: elaboración propia.

La ilustración 23 es una representación de la dinámica trófica que se presenta en el Humedal El Resbalón, en donde se destacan las relaciones entre los productores primarios (plantas superiores) y los consumidores: mariposa (*Lepidoptera*), abeja (*Anthophila*), grillo (*Gryllidae*), cucarrón (*Coleoptera*), rana sabanera (*Hyla labialis*) todo esto ligado a un proceso fundamental como lo es la fotosíntesis a partir de la energía solar (ES).

Ilustración 24. Representación 3 de la dinámica ecosistémica en el humedal El Resbalón.



Fuente: elaboración propia.

En la ilustración 24 se puede apreciar la relación entre los productores, consumidores y la fuente de energía; en este caso aparece un consumidor terciario: pato (*Anas platyrhynchos domesticus*).

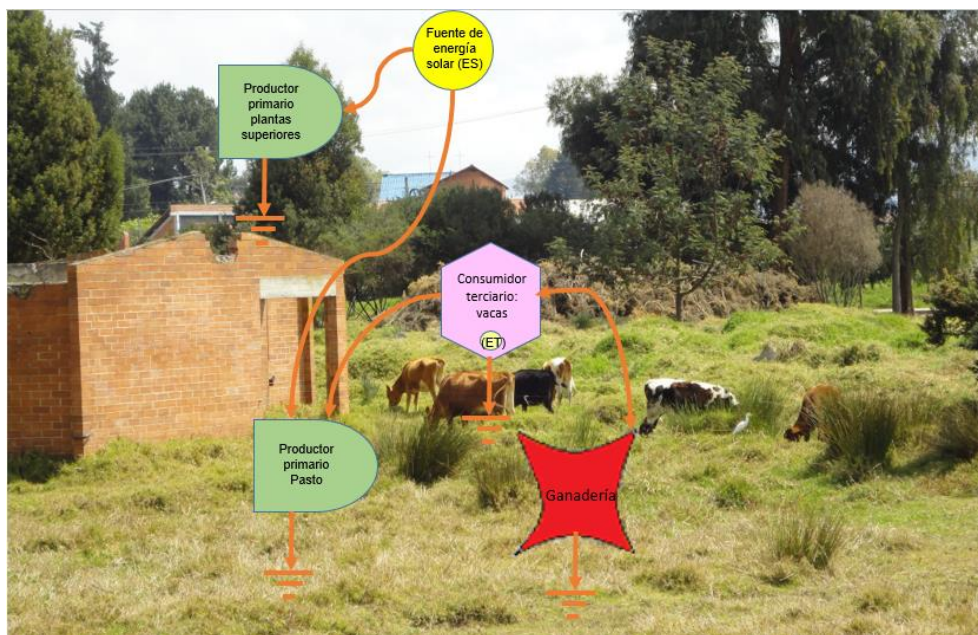
Ilustración 25. Representación 4 de la dinámica ecosistémica en el humedal El Resbalón.



Fuente: elaboración propia.

En la ilustración 25 se puede observar la relación entre la fuente de energía (sol) que por medio de la fotosíntesis permite la proliferación de plantas como por ejemplo las macrófitas, y se establece entre el depósito como lo es la estructura del suelo, sedimentos o nutrientes y agua y la dependencia del productor primario (algas, fitoplancton) a este. Se evidencia que existe un tensor ambiental dentro del humedal como lo es el cambio en el uso del suelo, ya que el humedal ha sido objeto de múltiples presiones antrópicas que se evidencia en su deterioro y en la pérdida de la cobertura vegetal.

Ilustración 26. Representación 5 de la dinámica ecosistémica en el humedal El Resbalón.



Fuente: elaboración propia.

En la ilustración 26 se puede observar la actividad de ganadería en una zona aledaña al humedal, que de igual manera constituye una dinámica en la que el ganado se alimenta de un productor primario (pasto) y se distingue también las plantas superiores y la fuente de energía solar. Se evidencia un interruptor que representa un tensor ambiental como lo es la ganadería, que causa pérdida de la cobertura vegetal y la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

1. Identificación de los factores limitantes externos e internos dentro de un sistema energético.

A continuación, se presentan los factores limitantes, también conocidos como límites de tolerancia los cuales son recursos, variables, elementos o condiciones de un sistema que por su carácter escaso respecto al resto de factores determina y limita el desarrollo y evolución de un proceso determinado, en este caso limita la estabilidad del ecosistema (flora y fauna):

- Luz
- Agua
- Nutrientes del suelo
- Temperatura
- Presión atmosférica
- Relaciones interespecíficas: el número de depredadores limita el número de presas, y viceversa.
- Relaciones intraespecíficas: las relaciones que se establecen entre individuos de la misma especie también pueden limitar su existencia.

2. Valores potenciales del humedal.

El Humedal El Resbalón es un ecosistema que provee gran variedad de servicios ecosistémicos, a continuación, se describen los valores potenciales del mismo:

Tabla 24. Valores potenciales del humedal El Resbalón.

Servicio ecosistémico	Valor potencial	Valoración de la importancia
Provisión de agua para sostenimiento animal, captación para riego de cultivos y para floricultura.	Es un bien básico de consumo para todos los seres vivos, es una pieza clave para la vida en la Tierra y esencial para la existencia de riqueza de un país.	Media
Alimento por agricultura (Presencia de cultivos de fresa, maíz y papa aledaños al humedal)	La agricultura desempeña un papel crucial en la economía de un país; es la columna vertebral de nuestro sistema económico; no sólo proporciona alimentos y materias primas, sino también oportunidades de empleo a una importante cantidad de población.	Alta
Biomasa	La biomasa es por tanto un tipo de energía renovable que surge del aprovechamiento de la materia orgánica e inorgánica constituida en un proceso biológico o mecánico.	Baja
Plantas medicinales	El tratamiento de enfermedades muy complejas puede requerir en algunos casos el apoyo de las propiedades medicinales de las plantas o de los derivados que ellas nos proporcionan.	Baja
Regulación del clima	Si estos ecosistemas no existieran, el entorno natural se afectaría a tal punto de generar desórdenes climáticos, desequilibrio ambiental, riesgo en las especies (disminución, extinción) y un sinnúmero de consecuencias graves como las inundaciones.	Alta
Control biológico de plagas	Permite la reducción de pérdidas de la producción agrícola, el control de la dinámica ecosistémica y la reducción o eliminación de los daños a la salud de las personas.	Media
Control de inundaciones y eventos naturales extremos	Las inundaciones representan el fenómeno natural que genera el mayor número de devastaciones y pérdidas económicas a nivel mundial, por lo que su control es de vital importancia para la sociedad.	Alta
Regulación hídrica	Fundamental para mantener un equilibrio hídrico.	Media
Regulación de la calidad del aire	Purificación del oxígeno	Alta
Control de la erosión	Conservación de suelos	Media

Fertilización	Aporte y retención de sedimentos, los humedales actúan como una trampa de polvo y lodos; sin embargo, cuando son muchos los sedimentos que les llegan, exceden su capacidad y pueden llegar a colmatarlos, secándolos o dejándoles un espacio mínimo en su cuerpo de agua.	Baja
Regulación de la biodiversidad	El potencial de restauración faunística de un humedal es efectivamente el valor potencial del humedal para la conservación de la fauna, dando énfasis en las aves como el componente más visible y mejor conocido.	Alta
Polinización	Es fundamental para la producción de cultivos, y el conocimiento de este servicio esencial de los ecosistemas es importante para la seguridad alimentaria.	Alta
Recreación y turismo	Facilita la relación con otros, desarrolla la creatividad e integra al individuo a la vida comunitaria.	Baja
Estético o belleza escénica de la naturaleza	Valor paisajístico	Media
Herencia cultural y pertenencia al territorio	Valor paisajístico	Media
Educativo	La educación ambiental relaciona al hombre con su ambiente, con su entorno y busca un cambio de actitud, una toma de conciencia sobre la importancia de conservar para el futuro y para mejorar nuestra calidad de vida.	Alta
Reciclaje de nutrientes	Hay que destacar el importante papel que juega en la retención y/o eliminación de los nutrientes que llegan a través de la escorrentía superficial o vía subterránea.	Media
Formación de suelos	Recuperar la cobertura vegetal para mejorar la infiltración en acuíferos y conservación de suelos para incrementar el almacenamiento de agua en acuíferos.	Baja
Captura de carbon	Reducir las emisiones de CO2 provocadas por las actividades humanas.	Media
Hábitat para especies	Los humedales son cunas de biodiversidad, en muchos casos se encuentran especies endémicas y muchas otras que cumplen un papel fundamental dentro de la cadena trófica.	Alta
Producción primaria	Es el punto de partida de la circulación de energía y nutrientes a través de las cadenas tróficas.	Media

Fuente: elaboración propia.

Resultados salud ecosistémica

A continuación, se presentan los resultados de la salud ecosistémica (Tabla 26) teniendo en cuenta los índices anteriormente calculados. En la Tabla 25 se evidencian la condición y los rangos de salud ecosistémica establecidos en la Evaluación de la salud ecosistémica de las sabanas inundables asociadas a la cuenca del río Pauto (Casanare-Colombia).

Tabla 25. Condición y rangos de salud ecosistémica.

Condición de salud ecosistémica	Rango	Color
Excelente	91 - 100	Azul
Buena	81 - 90	Verde
Regular o intermedia	71 - 80	Amarillo
Aceptable	61 - 70	Naranja
Umbral mínimo de conservación	51 - 60	Púrpura
Condición pobre	≤ 50	Rojo

Fuente: Evaluación de la salud ecosistémica de las sabanas inundables asociadas a la cuenca del río Pauto (Casanare-Colombia).

Tabla 26. Condición de salud ecosistémica del humedal El Resbalón.

Indicador o aspecto	Rango	Valor del rango	Condición	Color
Oferta de servicios (Os)	1 -- 10	7	Muy buena	Verde
Índice de uso del agua (IUA)	1 -- 10	3	Muy baja	Rojo
Índice de calidad del agua British Columbia (BCWQI)	44 - 59	45,86	Marginal	Naranja
Productividad primaria	1 -- 10	7	Muy buena	Verde
Productividad secundaria	1 -- 10	4	Regular	Amarillo
Productividad bruta	1 --10	6	Aceptable	Naranja
Productividad neta	1 --10	7	Muy buena	Verde
Condición de salud ecosistémica del Humedal El Resbalón	71 - 80	79,86	Regular o intermedia	Amarillo

Fuente: elaboración propia.

5. IMPACTO SOCIAL Y/O HUMANÍSTICO DEL PROYECTO

Desde años atrás, el humedal El Resbalón viene siendo objeto de múltiples presiones antrópicas que se evidencian en su acelerado deterioro y en la pérdida de su capacidad para desarrollar las funciones ecosistémicas de humedal, es por esto que este estudio sobre la salud ecosistémica es de gran importancia, genera un impacto positivo en la comunidad aledaña al humedal y ayuda además a crear conciencia sobre la conservación y el buen manejo de sus recursos naturales. De igual manera, es fundamental tener en cuenta que el deterioro que se ha venido presentando durante los últimos años en el humedal, se debe entre otras cosas a diversos factores ambientales, como lo son la llegada de vertimientos domésticos (casas y colegios), agrícolas y ganaderos; afectando la prestación de sus servicios ecosistémicos y bienes ambientales, lo que conlleva al deterioro de la superficie del humedal, que desde el año 2003 ha perdido aproximadamente 10 hectáreas, lo que preocupa a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y posibilita los estudios que se han venido desarrollando en el humedal desde el año 2016.

De igual forma, un impacto social positivo que tuvo este proyecto fue la socialización del mismo en la Institución Educativa Departamental Instituto Parcelas a estudiantes de grado décimo y once el día 8 de Febrero de 2019, en donde se presentaron los resultados de la investigación; además de la participación en la Feria Ambiental Cota 2018, que se llevó a cabo el día 24 de Octubre de 2018 en el Parque Principal Luis Carlos Galán Sarmiento, con motivo de presentar las evidencias del trabajo que se viene desarrollando en materia ambiental con el ánimo de fortalecer la cultura y responsabilidad frente al cuidado del entorno.

6. CONCLUSIONES

Son múltiples las funciones de los ecosistemas de humedales y su valor para la humanidad, debido a la alta oferta de bienes y servicios, lo que los hace esenciales para el desarrollo de las comunidades; en este caso, el humedal El Resbalón provee gran variedad de servicios ecosistémicos, dentro de los más importantes se encuentran: los servicios de aprovisionamiento como el alimento por agricultura (presencia de cultivos de fresa, maíz y papa aledaños al humedal), de regulación como la regulación del clima, la calidad del aire y de la biodiversidad, servicios culturales como la herencia cultural y pertenencia al territorio y el valor educativo, y los servicios de soporte como el hábitat para especies.

Se reconocen además diversas categorías de especies que juegan un papel importante dentro del ecosistema, como lo son las especies: sombrilla, focales, clave y endémicas. En cuanto a flora, las especies sombrilla más relevantes son el Chuque (*Viburnum triphyllum*) y el duraznillo o velita (*Viburnum triphyllum*) las cuales son especies que benefician a los humedales y son vitales en la recuperación de varios de estos ecosistemas, además sus flores atraen multitud de insectos, entre ellos abejas, moscas y mariposas; las especies focales que se destacan son el buchón cucharita (*Limnobia leavigatum*) y el corono (*Xylosma spiculiferum*) ya que atraen insectos, proveen alimento para la avifauna, son ideales para la conservación de suelos y el control de la erosión. Una especie clave que se encontró en el humedal es el Buchón (*Xylosma spiculiferum*) el cual es una especie invasora que nace en los espejos de agua de los cuerpos hídricos y una especie endémica es el Naranjillo (*Styloceras laurifolium*) que se utiliza para la conservación de suelos.

La fauna constituye un bioindicador, que permite identificar cambios en los ecosistemas como producto de la intervención humana, principalmente en los ecosistemas de alta montaña; se distinguen especies sombrilla como las abejas (*Anthophila*) y las mariposas (*Lepidoptera*) las cuales tienen un papel muy importante en el ecosistema, son los agentes polinizadores más relevantes, son indicadores ecológicos de la diversidad y salubridad de los ecosistemas en que habitan. Por otro lado, se encuentran especies focales como los cucarrones (*Coleoptera*) y la mirla (*Mimus gilvus*) reconocidos dentro del grupo de especies biorreguladoras (control biológico de insectos); dentro de las especies clave se encuentran el mosquito (*Culicidae*) y el Chamón (*Molothrus bonariensis*) pues se consideran especies invasoras y pueden llegar a crear un desequilibrio en el ecosistema. Las especies endémicas son el Cucarachero (*Troglodytes aedon*) importante para el control biológico de insectos y el Chamicero de la sabana (*Synallaxis subpudica*) importante para la conservación de humedales.

Por otro lado, existen ciertos factores como lo son tensiones ambientales que perturban la estabilidad ecosistémica del humedal El Resbalón, entre ellos la llegada de vertimientos de casas y colegios aledaños al mismo, además factores como el cambio climático, el cambio en el espejo y columna de agua, la remoción de la cobertura vegetal natural, cambios en el

ciclo de fósforo y nitrógeno, alteración de la calidad del agua, contaminación en el área aledaña al humedal y la pérdida de la biodiversidad por las diferentes actividades antrópicas como la caza de especies, la tala y quema de bosques, la habilitación de terrenos para áreas de explotación agropecuaria y asentamientos humanos, el uso de plaguicidas y el vertimiento de aguas residuales domésticas, entre otras, han ejercido presión sobre la salud ecosistémica del Humedal, lo cual se ve reflejado en la pérdida de hábitats y nichos en donde las especies encuentran alimento y refugio.

La calidad del agua es baja en ciertos sectores del humedal, lo cual es consecuencia de los vertimientos de agua residual que recibe por parte de las industrias y las aguas contaminadas con plaguicidas y pesticidas que llegan desde los cultivos aledaños. Además, la pérdida del área del humedal es significativamente alta y tiene un impacto negativo tanto en el ambiente como para la comunidad teniendo en cuenta los servicios ecosistémicos prestados por el mismo.

La salud ecosistémica del humedal El Resbalón se determinó a partir de la oferta y la demanda de los bienes y servicios ambientales, por medio de indicadores como el índice de uso del agua (IUA) que para el área rural de Cota es igual a 0,42, lo que significa que la presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible; el índice de la oferta de servicios (O_s) dio un valor de 2,17, lo cual representa una condición de prestación de servicios ecosistémicos Muy buena, teniendo en cuenta que su valor puede variar entre 0 y 4, de manera que el ecosistema ofrece más servicios entre más cercano a 4 sea su valor y el índice de calidad del agua British Columbia (BCWQI) el cual establece que muchos de los usos necesitan de tratamiento, las condiciones a menudo se alejan de las naturales o deseables y más de un uso puede ser temporalmente interrumpido.

Se puede concluir que el Humedal El Resbalón es un ecosistema que provee gran cantidad de servicios, y que, a pesar de los diversos tensores ambientales como la llegada de vertimientos domésticos, agrícolas y ganaderos, se encuentra en un nivel intermedio de afectación o perturbación de la estabilidad ecosistémica, ya que realiza su proceso de resiliencia ecológica.

7. RECOMENDACIONES

- Para próximos estudios relacionados a este se recomienda la aplicación del software inVEST para la valoración de los bienes y servicios ecosistémicos de una manera más precisa.
- Teniendo en cuenta el papel fundamental que juegan las aves dentro del ecosistema, se recomienda realizar estudios de movilidad de aves que permitan ver el alcance e importancia del movimiento de aves acuáticas entre los humedales de la Sabana con el fin de conocer rutas, facilitarlas y protegerlas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] CONSULCO INGENIERÍA LTDA, ESTUDIO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LOS ECOSISTEMAS HÍDRICOS SUPERFICIALES DEL MUNICIPIO DE COTA FORMULACIÓN Y DESARROLLO DE LOS RESPECTIVOS PLANES DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, Cota, 2014.
- [2] Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, «Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá,» Bogotá, 2006.
- [3] P. Balvanera y H. Cotler, «Acercamiento al estudio de los servicios ecosistémicos,» *Gaceta ecológica*, nº 84-85, pp. 9-14, 2007.
- [4] D. Gretchen, «Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems,» *Island Press*, 1997.
- [5] R. De Groot y M. A. W. y. R. M. J. Bowmans, «A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services.,» *Ecological Economics*, 2002.
- [6] Millenium Ecosystem Assesment, «Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis,» *Island Press*, 2005.
- [7] J. Boyd y S. Banzhaf, « What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units,» *Ecological Economics*, pp. 616-626, 2007.
- [8] F. Quétier, E. Tapella, G. Conti y D. y. D. S. Cáceres, «Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario,» *Gaceta ecológica*, nº 84-85, pp. 17-27, 2007.
- [9] V. Camacho y L. Ruiz, «MARCO CONCEPTUAL Y CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS,» *Revista Bio Ciencias*, vol. 1, nº 4, pp. 3-15, 2012.
- [10] E. Sajurjo, Valoración Económica de Servicios Ambientales Prestados por Ecosistemas: Humedales en México, Instituto Nacional de Ecología, 2001.
- [11] P. Kandus, N. Morandeira y F. Schivo, «Bienes y Servicios Ecosistémicos de los Humedales del Delta del Paraná,» *Fundación Humedales- Wetlands International*, vol. 1, pp. 10,11, 6 Octubre 2010.
- [12] INSTITUTO HUMBOLDT, «INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT COLOMBIA,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.humboldt.org.co/es/actualidad/item/618-humedales>. [Último acceso: Abril 2018].

- [13 RAMSAR, «Acerca de la importancia de los humedales,» 2014. [En línea]. Available:
] <https://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-importancia-de-los-humedales>. [Último
acceso: Abril 2018].
- [14 Ó. Betancourt, F. Mertens y M. Parra, Enfoques ecosistémicos en salud y ambiente,
] Ediciones Abya-Yala, 2016.
- [15 D. Marcogliese, «Parasites of the superorganism: Are they indicators of ecosystem
] health?,» *International Journal for Parasitology* 35, pp. 705-716, 2005.
- [16 P. C. Cantú Martínez, «Medio ambiente y salud: un enfoque ecosistémico,» *CIENCIA*
] *XV UANL*, nº 57, pp. 29,31, Marzo 2012.
- [17 CORPOCALDAS, «CORPOCALDAS,» 2018. [En línea]. Available:
] http://www.corpocaldas.gov.co/dynamic_page.aspx?p=640.
- [18 G. Pérez, «Ciclo del carbono.com,» 2017. [En línea]. Available:
] https://www.ciclodelfcarbono.com/captura_del_carbono . [Último acceso: Marzo
2018].
- [19 M. Maroto, «Environmental Challenges and Greenhouse Gas Control for Fossil Fuel
] Utilization in the 21st Century,» de *Sequestration of Carbon Dioxide by Ocean
Fertilization*, New York, 2002, p. 122.
- [20 E. Odum, «ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS,» Ed. University of Florida,
] 1988.
- [21 E. Gómez, «Sistemas Ambientales,» 29 Septiembre 2011. [En línea]. [Último acceso:
] Abril 2018].
- [22 Secretaría de Planeación Municipal. Consorcio POT Cota, «REVISIÓN GENERAL
] DEL PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL COTA,» Cota, 2018.
- [23 MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL,
] «Resolución No. 196 del 01 de febrero de 2006,» Colombia, 2006.
- [24 CIDETER SAS, «REVISIÓN GENERAL PBOT COTA. DOCUMENTO DE
] DIAGNÓSTICO,» Cota, 2010.
- [25 World Wildlife Fund (WWF) , «WWF,» 4 Julio 2018. [En línea]. Available:
] <http://www.wwf.org.co/?uNewsID=330510>. [Último acceso: Febrero 2019].
- [26 Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN), «¿Qué son las especies
] focales?,» CONtextoganadero, Bogotá, 2013.
- [27 R. Paine, «A Conversation on Refining the Concept of Keystone Species,» de
] *Conservation Biology*, 1995, pp. 962-964.

- [28 Ministerio de Medio Ambiente, «Inventario Nacional de especies de Chile,» 2015. [En línea]. Available: <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/pagina.aspx?id=89&pagId=85>. [Último acceso: Febrero 2019].
- [29 Concejo municipal de Cota, Cundinamarca Colombia, «PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2016 – 2019. “COTA MUNICIPIO ECOINDUSTRIAL DE LA SABANA”,» Cota, 2016-2019.
- [30 Departamento Nacional de Planeación (DNP); TerriData (Sistema de Estadísticas Territoriales), «Cota, Cundinamarca,» Cota, 2018.
- [31 Alcaldía Municipal de Cota, «PLAN DE DESARROLLO 2012-2015,» Cota, 2012.
- [32 L. M. Camargo Rodríguez, G. Quivano Salinas, R. J. Sierra Parada, Á. M. Jaramillo Londoño y L. Salazar López, «ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LOS PROCESOS DE CAMBIO DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA EN LA FUNCIONALIDAD ECOSISTÉMICA DE HUMEDALES ALTOANDINOS. ESTUDIO DE CASO: HUMEDAL EL RESBALÓN EN COTA, CUNDINAMARCA, COLOMBIA,» *XI CONVENCIÓN INTERNACIONAL SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO*, pp. 8-12, 2017.
- [33 AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES (ANLA); MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, 2018, pp. 158-163.
- [34 P. Moreno Casasola, «Regulación del clima,» de *SERVICIOS AMBIENTALES QUE PROPORCIONAN LOS HUMEDALES*, Instituto de Ecología, 2011, pp. 4-11.
- [35 M. F. Sánchez Molina, D. A. Gómez Medina y L. Salazar López, «ESTIMACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACRÓFITAS EN EL HUMEDAL EL RESBALÓN EN EL MUNICIPIO DE COTA, CUNDINAMARCA,» *Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia*, 2019.
- [36 A. M. Jaramillo Londoño, K. Carrillo, A. M. Cerón, E. Chavez, R. Sierra Parada y L. Salazar López, «Diagnóstico de aspectos limnológicos del Humedal El Resbalón (Cundinamarca, Colombia), como apoyo a estrategias para su conservación y manejo,» INAM-USTA, Bogotá, 2017.
- [37 L. Bonilla, J. Gallo, L. Salazar, Á. Jaramillo y R. Sierra, «Estructura y dinámica de la comunidad fitoplanctónica en el humedal "El Resbalón",» Ediciones USTA, Bogotá.
- [38 J. Cujía y J. Reyes, «Plan de manejo ambiental del humedal El Resbalón en el municipio de Cota, Cundinamarca,» Ediciones USTA, Bogotá, 2017.

Anexo A. Formatos de campo servicios ecosistémicos del humedal El Resbalón

Formato 5. Formato de campo servicio ecosistémico de aprovisionamiento.

Servicios de aprovisionamiento					
Servicio ecosistémico	Presencia del servicio ecosistémico		Uso del servicio ecosistémico	Estado actual del servicio ecosistémico (Bueno, regular o malo)	Dependencia de la comunidad al servicio ecosistémico (Alta, media o baja)
	Sí	No			
Agua					
Alimento por agricultura					
Alimento por ganadería					
Biomasa					
Fibras y resinas					
Madera					
Productos forestales no maderables					
Pesca (recursos pesqueros)					
Plantas medicinales					

Fuente: elaboración propia.

Formato 6. Formato de campo servicio ecosistémico de regulación.

Servicios de Regulación					
Servicio ecosistémico	Presencia del servicio ecosistémico		Uso del servicio ecosistémico	Estado actual del servicio ecosistémico (Bueno, regular o malo)	Dependencia de la comunidad al servicio ecosistémico (Alta, media o baja)
	Sí	No			
Regulación del clima					
Control biológico					
Control de inundaciones y eventos naturales extremos					
Regulación hídrica					
Regulación de la calidad del aire					
Control de la erosión					
Fertilización					
Regulación de la biodiversidad					
Polinización					

Fuente: elaboración propia.

Formato 7. Formato de campo servicio ecosistémico cultural.

Servicios Culturales					
Servicio ecosistémico	Presencia del servicio ecosistémico		Ubicación espacial del servicio ecosistémico	Estado actual del servicio ecosistémico (Bueno, regular o malo)	Dependencia de la comunidad al servicio ecosistémico (Alta, media o baja)
	Sí	No			
Recreación y turismo					
Estético					
Herencia cultural y pertenencia al territorio					
Educativo					

Fuente: elaboración propia.

Formato 8. Formato de campo servicio ecosistémico de soporte.

Servicios de Soporte					
Servicio ecosistémico	Presencia del servicio ecosistémico		Uso del servicio ecosistémico	Estado actual del servicio ecosistémico (Bueno, regular o malo)	Dependencia de la comunidad al servicio ecosistémico (Alta, media o baja)
	Sí	No			
Reciclaje de nutrientes					
Formación de suelos					
Captura de carbono					
Hábitat para especies					
Producción primaria					

Fuente: elaboración propia.

Anexo B. Actas de participación en los talleres asociados al humedal El Resbalón

Ilustración 27. Acta de reunión Feria Ambiental de Cota 2018.

ACTA DE REUNIÓN

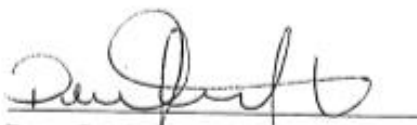
Feria Ambiental Cota 2018

Bogotá, 24 de Octubre de 2018

La feria ambiental realizada el día de hoy, miércoles 24 de octubre de 2018 de 7:00 am – 12:30 pm en el Parque Principal Luis Carlos Galán Sarmiento, con motivo de presentar las evidencias del trabajo que se viene desarrollando en materia ambiental con el ánimo de fortalecer la cultura y responsabilidad frente al cuidado del entorno; contó con la presencia del Semillero de investigación (Humedales USTA) de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomás, representado por los estudiantes: David Andres Gómez Medina, Laura Gisella Moreno Forero, Natalia Munevar Guerrero, Ever Ramírez Mahecha, Leidy Lorena Reyes Torres y María Fernanda Sánchez Molina; además contó con la participación de la Secretaría Agropecuaria Medio Ambiente y Desarrollo Económico (SAMADE).

La feria ambiental tuvo una duración de cinco horas y media en donde se presentaron diferentes trabajos de investigación realizados por los estudiantes anteriormente mencionados, titulados: Caracterización de comunidad de flora subacuática y comunidad de microorganismos fitoplancton en el humedal El Resbalón sector parcelas de Cota, Determinación de la salud ecosistémica del humedal El Resbalón con base en la identificación de los servicios ecosistémicos, Evaluación de los riesgos ambientales en el humedal El Resbalón ubicado en el municipio de Cota (Cundinamarca) y Análisis socioambiental del humedal El Resbalón ubicado en el municipio de Cota (Cundinamarca).

De esta manera, se deja esta constancia de que los estudiantes David Andres Gómez Medina, Laura Gisella Moreno Forero, Natalia Munevar Guerrero, Ever Ramírez Mahecha, Leidy Lorena Reyes Torres y María Fernanda Sánchez Molina participaron voluntariamente en la “Feria Ambiental Cota 2018”.



Dayan Caterin Carvajal
Coordinadora área de educación ambiental



Rocío Bernal
Profesional de la Alcaldía de Cota



Liliana Salazar López
Docente de Ingeniería Ambiental de la
Universidad Santo Tomás, Bióloga Universidad
Nacional

Fuente: Autora.

Ilustración 28. Acta de participación "VIVE EL RÍO BOGOTÁ".

SECRETARÍA
DESARROLLO
ECONÓMICO
CARLOS JULIO MORENO GÓMEZ - ALCALDE

EL SUSCRITO SECRETARIO AGROPECUARIO, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO ECONÓMICO

ALCALDÍA MUNICIPAL
DE COTA - CUNDINAMARCA
EL CAMINO CON EL PUEBLO DE COTA

17 MAR 2019 08:44

CERTIFICA

Que los estudiantes María Fernanda Sánchez Molina identificada con c.c. 1.018.470.247 de Bogotá, David Gómez Medina identificado con c.c. 1.011.450.888 de Bogotá y Laura Moreno Fierro identificada con c.c. 1.013.678.194 de Bogotá, bajo la coordinación de la docente Liliana Salazar, participaron en la celebración del Festival "VIVE EL RÍO BOGOTÁ" como representantes de la Universidad Santo Tomás a través de un stand dando a conocer el proceso del semillero de investigación titulado "Humedales USTA", evento que se llevó a cabo el pasado 07 de marzo de 2019 en el Municipio de Cota, a su vez, los estudiantes mencionados con anterioridad, participaron activamente en el desarrollo del evento aportando el conocimiento y la experiencia a través de los proyectos implementados en el Humedal El Redalón.

Cordialmente,

ANDRÉS MIGUEL GARCÍA GARCÍA
Secretario Agropecuario, Medio Ambiente y Desarrollo económico SAMADE
Municipio de Cota Cundinamarca

Presente: Diana Carolina Carvajal - Correo: LAG@COTA.CUNDINAMARCA.GOV.CO
Revisó: Andrés Miguel Díaz Gálvez - Secretario Agropecuario, Medio Ambiente y Desarrollo económico SAMADE

Fuente: Autora.