

**LÍNEA BASE PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE CUATRO  
HUMEDALES DEL BOSQUE SECO TROPICAL DEL HUILA**



Universidad  
del Cauca

**LEIDY CATHERIN CLAVIJO RIVERA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
MAESTRÍA RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS CONTINENTALES  
POPAYÁN  
2023**

**LÍNEA BASE PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE CUATRO  
HUMEDALES DEL BOSQUE SECO TROPICAL DEL HUILA**

**LEIDY CATHERIN CLAVIJO RIVERA**

**Informe final de trabajo de grado modalidad investigación como requisito  
para optar al título de Magister en Recursos Hidrobiológicos Continentales**

**Director:**

**DIEGO JESÚS MACÍAS PINTO  
PROFESOR TITULAR  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**Co Director:**

**FRANCISCO TORRES ROMERO  
JEFE PLAN DE DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA BOSQUE SECO TROPICAL  
FUNDACIÓN NATURA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
MAESTRÍA RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS CONTINENTALES  
POPAYÁN  
2023**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---



---

Firma del Director

---

Firma del Co-Director

---

Jurado

---

Jurado

Popayán, 23 de febrero de 2023

## **DEDICATORIA**

A Mauxi por ser mi protección y compañía  
A mis padres Pedro y Ana Cecilia por su ejemplo y amor incondicional  
A mis sobrinas Silvana y Luciana a quienes amo y espero ser un referente y guía  
en sus vidas.



## **AGRADECIMIENTOS**

- Quiero dar gracias a Dios por permitirme disfrutar el don de la vida y luchar por mis propósitos, uno de ellos el presente proceso investigativo.
- Agradezco al profesor y biólogo Diego Jesús Macías Pinto quien orientó el proceso investigativo y al ingeniero forestal Francisco Torres Romero que apoyó la consolidación del presente documento; ambos forjaron y dirigieron el éxito de esta investigación.
- Al equipo de Fundación Natura y Enel Colombia en específico al proceso de restauración de bs-T de la Central Quimbo, por su acompañamiento y disponibilidad en el cumplimiento de los objetivos propuestos y quienes desde su experiencia aportaron información valiosa sobre el proyecto de restauración ecológica del cual son partícipes.
- A la Universidad del Cauca, profesores y compañeros de la maestría por el conocimiento y enseñanzas académicas que permitieron la culminación del proyecto investigativo.
- A la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM por la labor protectora de ecosistemas como el bosque seco tropical bs-T y los humedales asociados, a los cuales le ha dado especial importancia, al ser uno de los ecosistemas más vulnerados a nivel nacional y en el departamento del Huila, promoviendo a través de la restauración ecológica la aplicación de la normatividad ambiental.
- A mi familia quienes siempre están presentes para guiar mis proyectos y en especial mis procesos de formación.

## **RESUMEN**

El bosque seco tropical (bs-T) es uno de los ecosistemas más transformados en el país. Así mismo, los humedales del bs-T han sido poco investigados de tal manera que no hay una metodología de diagnóstico ecológico especial para recuperarlos cuando estos han sido alterados por la actividad humana. En la presente propuesta de investigación se buscó formular una línea base biofísica ambiental para la restauración ecológica y el monitoreo de cuatro humedales de bs-T. El trabajo se realizó mediante una revisión documental y una evaluación ecológica rápida (EER), sustentada en tres parámetros de evaluación y muestreo (avifauna, vegetación y parámetros fisicoquímicos), contrastando un análisis cartográfico a cuatro humedales circunscritos en el área de compensación ambiental y restauración ecológica de la Central Hidroeléctrica El Quimbo en el departamento del Huila Colombia (La Enea; Pozo Comején 1; Pozo Comején 2 y Pozo Comején 3) y en función de los hallazgos se proponen algunas de las estrategias consideradas más adecuadas para restaurar los humedales del bs-T de la cuenca alta del río Magdalena.

Palabras clave: El Quimbo, evaluación ecológica rápida (EER), Cuenca alta del río Magdalena.

## **ABSTRACT**

The tropical dry forest (TDF) is one of the most transformed ecosystems in the country. Likewise, the TDF wetlands have been little investigated in such a way that there is no special ecological diagnostic methodology to recover them when they have been altered by human activity. In this research proposal, we sought to formulate an environmental biophysical baseline for ecological restoration and monitoring of four TDF wetlands. The work was carried out through a documentary review and a rapid ecological evaluation (REE), based on three evaluation and sampling parameters (avifauna, vegetation and physicochemical parameters), contrasting a cartographic analysis of four wetlands circumscribed in the area of environmental compensation and restoration, of the El Quimbo Hydroelectric Power Plant, in the department of Huila Colombia (La Enea; Pozo Comején 1; Pozo Comején 2 and Pozo Comején 3) and based on the findings, some of the strategies considered most appropriate to restore the wetlands of the bs are proposed. TDF of the upper basin of the Magdalena river.

Keywords: El Quimbo, Rapid Ecological evaluation (REE), Upper Magdalena River Basin.

## Contenido

1	INTRODUCCIÓN .....	17
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	19
3	JUSTIFICACIÓN .....	21
4	OBJETIVOS .....	23
4.1	OBJETIVO GENERAL .....	23
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
5	MARCO CONCEPTUAL .....	24
5.1	HUMEDALES DEL INTERIOR .....	24
5.2	DEFINICIÓN E IMPORTANCIA DE LOS HUMEDALES .....	25
5.3	DELIMITACIÓN DE HUMEDALES.....	25
5.4	DEFINICIÓN DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA RE.....	28
5.5	CONTEXTO INTERNACIONAL DE LA RE .....	33
5.6	CONTEXTO NACIONAL DE LA R.E .....	34
5.7	RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE HUMEDALES .....	35
5.8	ANTECEDENTES ZONA DE ESTUDIO .....	36
5.8.1	Enel Colombia. ....	37
5.8.2	Fundación Natura. ....	37
5.8.3	Modificaciones a la Licencia ambiental.....	38
5.8.4	Situación bs-T de Colombia.....	38
6	METODOLOGÍA .....	40
6.1	LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO .....	40
	.....	43

6.2	REVISIÓN DOCUMENTAL .....	43
6.3	REVISIÓN DE LA CARTOGRAFÍA EXISTENTE .....	44
6.4	REVISIÓN EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA .....	47
6.4.1	Caracterización biológica y fisicoquímica del agua.....	48
7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
7.1	DERIVADOS DE LA REVISIÓN DOCUMENTAL.....	56
7.1.1	Generalidades para RE .....	56
7.1.2	Estrategias de restauración ecológica. ....	58
7.1.3	Estudios sobre especies para la RE. ....	62
7.1.4	Tipo de cobertura en RE.....	64
7.1.5	Del monitoreo de las estrategias de RE. ....	69
7.1.6	Parámetros fisicoquímicos.....	72
7.2	DERIVADOS DE LA CARTOGRAFÍA EXISTENTE .....	74
7.2.1	Humedal La Enea .....	75
7.2.2	Humedal Pozo Comején 1 .....	99
7.2.3	HUMEDAL POZO COMEJÉN 2.....	121
7.2.4	HUMEDAL POZO COMEJÉN 3.....	142
7.3	ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN.....	165
8	CONCLUSIONES .....	169
9	RECOMENDACIONES .....	171
10	BIBLIOGRAFÍA.....	172
11	ANEXOS .....	193

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clasificación de Humedales Naturales según la Convención Ramsar, Naranjo (1997)</i> .....	24
Tabla 2 <i>Estrategias de restauración ecológica (Tomado de: Adaptado de Torres-Rodríguez et al., 2019, Díaz et al., 2019)</i> .....	31
Tabla 3 <i>Metodología aplicada para la toma de parámetros fisicoquímicos del agua.</i> .....	54
Tabla 4 <i>Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover La Enea.</i> .....	77
Tabla 5 <i>Composición florística fustales en el Humedal La Enea en la vereda Matambo del Municipio de Gigante Huila.</i> .....	79
Tabla 6 <i>IVI del Humedal La Enea.</i> .....	81
Tabla 7 <i>Coeficiente de mezcla en el Humedal La Enea.</i> .....	82
Tabla 8 <i>Posición sociológica del Humedal La Enea.</i> .....	84
Tabla 9 <i>Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Humedal La Enea.</i> .....	87
Tabla 10 <i>Volumen en el Humedal La Enea.</i> .....	88
Tabla 11 <i>Índices de diversidad en el Humedal La Enea</i> .....	90
Tabla 12 <i>Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal La Enea</i> .....	90
Tabla 13 <i>Parámetros de regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal La Enea.</i> .....	91
Tabla 14 <i>Plantas macrófitas registradas en el Humedal La Enea.</i> .....	93
Tabla 15 <i>Aves identificadas en La Enea, junto con gremio(s) y la categoría de amenaza en el país.</i> .....	96
Tabla 16 <i>Parámetros fisicoquímicos registrados para el humedal La Enea.</i> .....	98
Tabla 17 <i>Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover Pozo Comején 1.</i> .....	101
Tabla 18 <i>Composición florística fustales en el Humedal Pozo Comején 1.</i> .....	104

Tabla 19 <i>IVI del Humedal Pozo Comején 1</i> .....	106
Tabla 20 <i>Coeficiente de mezcla en el Humedal Pozo Comején 1</i> .....	107
Tabla 21 <i>Posición sociológica del Humedal Pozo Comején 1</i> .....	109
Tabla 22 <i>Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Humedal Pozo Comején 1</i> .....	112
Tabla 23 <i>Volumen en el Humedal Pozo Comején 1</i> .....	113
Tabla 24 <i>Índices de diversidad en el Humedal Pozo Comején 1</i> .....	115
Tabla 25 <i>Parámetros de regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal Pozo Comején 1</i> .....	115
Tabla 26 <i>Plantas macrófitas registradas en el Humedal Pozo Comején 1</i> .....	117
Tabla 27 <i>Aves muestreadas en Pozo Comején 1, junto con gremio(s) y la categoría de amenaza en el país.</i> .....	118
Tabla 28 <i>Parámetros fisicoquímicos registrados para Pozo Comején 1.</i> .....	121
Tabla 29 <i>Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover</i> .....	123
Tabla 30 <i>Composición florística fustales en el Humedal Pozo Comején 2</i> .....	126
Tabla 31 <i>IVI del Humedal Pozo Comején 2</i> .....	127
Tabla 32 <i>Coeficiente de mezcla en el Humedal Pozo Comején 2</i> .....	128
Tabla 33 <i>Diagrama de Dispersión de Ogawa en el Humedal Pozo Comején 2</i> ..	129
Tabla 34 <i>Posición sociológica del Humedal Pozo Comején 2</i> .....	130
Tabla 35 <i>Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Humedal Pozo Comején 2</i> .....	133
Tabla 36 <i>Volumen en el Humedal Pozo Comején 2</i> .....	134
Tabla 37 <i>Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal Pozo Comején 2</i> .....	135
Tabla 38 <i>Parámetros de regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal Pozo Comején 2</i> .....	136
Tabla 39 <i>Plantas macrófitas registradas en el Humedal Pozo Comején 2</i> .....	138
Tabla 40 <i>. Aves muestreadas en Pozo Comején 2, junto con gremio(s) y la categoría de amenaza en el país.</i> .....	140

Tabla 41 <i>Parámetros fisicoquímicos registrados para el humedal Pozo Comején 2.</i> .....	141
Tabla 42 <i>Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover Pozo Comején 3.</i> .....	144
Tabla 43 <i>Composición florística fustales en el Humedal Pozo Comején 3.</i> .....	146
Tabla 44 <i>IVI del Humedal Pozo Comején 3</i> .....	147
Tabla 45 <i>Coeficiente de mezcla en el Humedal Pozo Comején 3.</i> .....	149
Tabla 46 <i>Posición sociológica del Humedal Pozo Comején 3.</i> .....	151
Tabla 47 <i>Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Humedal Pozo Comején 3</i> .....	154
Tabla 48 <i>Volumen en el Humedal Pozo Comején 1</i> .....	155
Tabla 49 <i>Índices de diversidad en el Humedal Pozo Comején 3</i> .....	157
Tabla 50 <i>Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal Pozo Comején 3.</i> .....	157
Tabla 51 <i>Parámetros de regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal Pozo Comején 3</i> .....	158
Tabla 52 <i>Plantas macrófitas registradas en el Humedal Pozo Comején 3.</i> .....	159
Tabla 53 <i>Aves identificadas en Pozo Comején 3.</i> .....	161
Tabla 54 <i>Parámetros fisicoquímicos registrados para el humedal Pozo Comején 3.</i> .....	164



## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1	<i>Localización del área de compensación ambiental de la CHEQ.</i>	41
Figura 2	<i>Ubicación del área de estudio y de los cuatro humedales.</i>	42
Figura 3	<i>Diagrama de la metodología implementada en este estudio.</i>	43
Figura 4	<i>Diagrama de flujo del proceso metodológico empleado SIG.</i>	46
Figura 5	<i>Humedal La Enea.</i>	75
Figura 6	<i>Mapa Proyección Humedal La Enea.</i>	76
Figura 7	<i>Mapa de localización La Enea y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2013.</i>	78
Figura 8	<i>Mapa de localización La Enea y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2021.</i>	79
Figura 9	<i>IVI del Humedal La Enea</i>	81
Figura 10	<i>Grados de agregación en el Humedal La Enea.</i>	83
Figura 11	<i>Diagrama de Ogawa del Humedal La Enea</i>	84
Figura 12	<i>Estructura vertical por especie del Humedal La Enea.</i>	85
Figura 13	<i>Perfil de vegetación en el Humedal La Enea.</i>	86
Figura 14	<i>Abundancia por clase diamétrica en el Humedal La Enea</i>	87
Figura 15	<i>Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Humedal La Enea</i>	89
Figura 16	<i>Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) por especie en el Humedal La Enea.</i>	93
Figura 17	<i>Perfil de vegetación acuática en el Humedal La Enea</i>	95
Figura 18	<i>Aves registradas en el Humedal La Enea.</i>	97
Figura 19	<i>Humedal Pozo Comején 1. A. Vista Norte. B. Vista Sur.</i>	99
Figura 20	<i>Mapa Proyección Humedal Pozo Comején 1.</i>	100
Figura 21	<i>Mapa de localización Pozo Comején 1 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2013.</i>	102
Figura 22	<i>Mapa de localización Pozo Comején 1 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2015.</i>	103

Figura 23 <i>Mapa de localización Pozo Comején 1 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2020.....</i>	104
Figura 24 <i>Abundancia de familias en el Humedal Pozo Comején 1 en la vereda Bajo Buenavista del Municipio de Agrado Huila.....</i>	105
Figura 25 <i>IVI del Humedal Pozo Comején 1 .....</i>	106
Figura 26 <i>Grados de agregación en el Humedal Pozo Comején 1 .....</i>	108
Figura 27 <i>Diagrama de Ogawa del Humedal Pozo Comején 1 .....</i>	109
Figura 28 <i>Estructura vertical por especie del Humedal Pozo Comején 1.....</i>	110
Figura 29 <i>Perfil de vegetación en el Humedal Pozo Comején 1 .....</i>	111
Figura 30 <i>Abundancia por clase diamétrica en el Humedal Pozo Comején 1.....</i>	112
Figura 31 <i>Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Humedal Pozo Comején 1.....</i>	114
Figura 32 <i>Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) por especie en el Humedal Pozo Comején 1 .....</i>	116
Figura 33 <i>Perfil de vegetación acuática en el Humedal Pozo Comején 1.....</i>	117
Figura 34 <i>Aves registradas en el Humedal Pozo Comején 1.....</i>	119
Figura 35 <i>Pozo Comején 2.....</i>	121
Figura 36 <i>Mapa Proyección Humedal Pozo Comején 2.....</i>	122
Figura 37 <i>Mapa de localización Pozo Comején 2 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2013.....</i>	124
Figura 38 <i>Mapa de localización Pozo Comején 2 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2015.....</i>	125
Figura 39 <i>Abundancia de familias en el Humedal Pozo Comején 2 en la vereda Bajo Buenavista del Municipio de Agrado Huila.....</i>	126
Figura 40 <i>IVI del Humedal Pozo Comején 2 .....</i>	127
Figura 41 <i>Grados de agregación en el Humedal Pozo Comején 2 .....</i>	128
Figura 42 <i>Diagrama de Ogawa del Humedal Pozo Comején 2 .....</i>	130
Figura 43 <i>Estructura vertical por especie del Humedal Pozo Comején 2.....</i>	131
Figura 44 <i>Perfil de vegetación en el Humedal Pozo Comején 2 .....</i>	132
Figura 45 <i>Abundancia por clase diamétrica en el Humedal Pozo Comején 2.....</i>	133

Figura 46 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Humedal Pozo Comején 2.....	134
Figura 47 Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) por especie en el Humedal Pozo Comején 2 .....	138
Figura 48 Perfil de vegetación acuática en el Humedal Pozo Comején 2 .....	139
Figura 49 Aves registradas en el Humedal Pozo Comején 2.....	140
Figura 50 <i>Humedal Pozo Comején 3</i> .....	142
Figura 51 Mapa Proyección Humedal Pozo Comején 3.....	143
Figura 52 Mapa de localización Pozo Comején 3 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2013.....	145
Figura 53 Mapa de localización Pozo Comején 3 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2015.....	145
Figura 54 Abundancia de familias en el Humedal Pozo Comején 3.....	147
Figura 55 IVI del Humedal Pozo Comején 3 .....	148
Figura 56 Grados de agregación en el Humedal Pozo Comején 3 .....	149
Figura 57 Diagrama de Ogawa del Humedal Pozo Comején 3.....	150
Figura 58 Estructura vertical por especie del Humedal Pozo Comején 3.....	152
Figura 59 Perfil de vegetación en el Humedal Pozo Comején 3 .....	153
Figura 60 Abundancia por clase diamétrica en el Humedal Pozo Comején 3. ....	154
Figura 61 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Humedal Pozo Comején 3.....	156
Figura 62 Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) por especie en el Humedal Pozo Comején 3 .....	159
Figura 63 Perfil de vegetación acuática en el Humedal Pozo Comején 3 .....	160
Figura 64 Aves registradas en el Humedal Pozo Comején 3. ....	163

## LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1 Tabla 55. Ficha de caracterización preliminar.....	193
--	-----

## 1 INTRODUCCIÓN

Los humedales son de importancia y prioridad en relación con el desarrollo humano por la oferta de bienes y servicios ambientales que implican; desde el suministro de agua dulce, despensa de alimentos, fuente de materiales de construcción, sustento de la biodiversidad, control de crecidas, recarga de aguas subterráneas y mitigación del cambio climático (Izquierdo et al., 2018) (Kandus et al., 2010). No obstante, los humedales siguen disminuyendo a escala mundial, tanto en extensión como en calidad a causa de la expansión de la frontera agrícola y pecuaria, cambios en el uso del suelo, construcción de proyectos de ingeniería de gran escala y los distintos fenómenos naturales que se vienen presentando en el entorno; algunos originados por el cambio climático ( Moya et al., 2005) (Travieso et al., 2005).

La Central Hidroeléctrica El Quimbo (CHEQ) en el departamento del Huila, es un proyecto de gran importancia nacional, construido y operado por Enel Colombia (Enel Colombia. (s.f.)); el cual alteró por su embalse las dinámicas ecológicas de los humedales ubicados en su zona de influencia. Fue así como a través de la licencia ambiental 0899 del 15 de mayo de 2009 que se generó el requerimiento por parte de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) de un plan de restauración ecológica (RE) a desplegar en 11.079 ha de compensación por la modificación del paisaje y del ecosistema. Inicialmente se desarrolló un plan piloto en 140 ha. Con el fin de generar las estrategias de restauración más apropiadas y aplicarlas en el área total de compensación dentro de las cuales se encuentran los cuatro (4) humedales objeto del presente estudio que son: La Enea, Pozo Comején 1, Pozo Comején 2 y Pozo Comején 3.

De este licenciamiento se derivó la aprobación de una propuesta técnica de implementación del Plan Piloto de Restauración del bs-T, elaborado por la Fundación Natura para la empresa Enel Colombia; presentado mediante los

radicados 4120-E1-41485 del 6 de abril de 2010 y 4120- E1-169434 del 23 de diciembre de 2010, ANLA.(s.f.)..

Es importante reconocer que en el área de influencia del proyecto se encuentran tres zonas de vida (Holdridge, 1967): Bosque muy seco tropical (bms-T) ubicado en pequeñas franjas; Bosque seco tropical (bs-T) localizado sobre las márgenes del Río Magdalena y en menor proporción, Bosque húmedo premontano (bh-PM), extendiéndose sobre las márgenes del río Magdalena a partir de los 1000 msnm (Enel Colombia. (s.f.).)

Este bioma actualmente es uno de los más vulnerados por acciones antrópicas, justificados en que Colombia es un país rico en recursos naturales no renovables; así lo aclara (Pizano et al., 2016), el bs-T constituye solo el 6,4 % de las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP, y que de 9.000.000 ha que cubría originalmente solo queda el 8%, es imperante establecer estrategias integrales para su gestión, considerando zonas prioritarias para la conservación, RE mediante enriquecimiento de áreas degradadas (rastrojos y bosques secundarios) y conectividad de fragmentos estratégicos en territorios productivos.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los humedales en Colombia son ecosistemas prioritarios en la política nacional ambiental, ocupan 30.781.149 ha, que es alrededor del 26% del territorio continental nacional. La importancia de salvaguardarlos radica en que ayudan a regular el ciclo hídrico, poseen alta biodiversidad, hábitat de especies endémicas, migratorias y nativas. A pesar de esto, en Colombia los estudios relacionados con los humedales interiores son relativamente escasos, parciales o puntuales y se han direccionado al manejo de los mismos (Arango et al., 2008; Castellanos, 2001; Cortés, 2018; Lasso et al., 2014; Naranjo et al., 1999).

Dando vía al desarrollo energético del país, el gobierno nacional a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) existente en el 2002 consintió la construcción del Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo (PHEQ) sobre el río Magdalena, el cual tras el llenado del embalse sumergió un área de 7482.4 ha, entre bms-T y bs -T: las zonas de vida más representativas del área de influencia del proyecto. En consecuencia, las medidas de compensación ambiental impuestas a Enel Colombia, el constructor y operador de la hidroeléctrica, tienen como lineamiento principal la RE de un área de 11.079 ha de bs-T que se encuentra en la zona circundante al embalse (Higgs, 1997) (Polanco et al., 2015).

En un esfuerzo por adicionar la recuperación de los ecosistemas de humedales como una estrategia más para restaurar el bs-T, la Fundación Natura lideró de 2014 a 2018 el proyecto denominado: “Plan Piloto de RE de Bosque Seco - PHEQ” en su primera etapa; cuyo objetivo fue “Identificar las estrategias de RE más efectivas para la sucesión de la vegetación natural del bs-T, a través de procesos de investigación básica y aplicada” (Fundación Natura Colombia.(s.f.)), dicho proceso no se ha refrendado totalmente en toda el área de compensación ambiental y a través del tiempo, no ha podido generar un panorama actual de los conflictos ambientales que se ciernen sobre la dinámica de los humedales y el uso de la represa hidroeléctrica. En el desarrollo del proyecto se incluyó un informe de la

caracterización de los componentes fisicoquímicos y bióticos de 11 humedales encontrados en el área de influencia para la compensación ambiental. El informe en mención, si bien realizó una caracterización evaluando los parámetros principales que se esperan para estos ecosistemas, no los abordó desde la particularidad del bs-T; siendo esta condición determinante para identificar las estrategias ecológicas más pertinentes que permitan la restauración de dichos humedales.

Las preguntas que orientan esta investigación son: ¿Cómo se conformaría el contenido de una línea base específica que permita identificar las estrategias de RE y monitoreo más adecuadas para los humedales de bs-T? ¿Qué conocimiento se ha generado sobre los humedales del bs-T en el sur occidente colombiano? ¿Cuál es el estado actual de los humedales, La Enea, Pozo Comején 1, 2 y 3?



### 3 JUSTIFICACIÓN

En Colombia, el bs-T es uno de los ecosistemas más degradados al ser altamente intervenido para la producción agrícola y ganadera, la minería, el desarrollo urbano y el turismo no planificado. Esta situación ha generado que en Colombia solo quede un 8% de bs-T, es decir, solo se conservan 720.000 has de los 9 millones por las que contaba originalmente el país. Esta transformación es nefasta para la biodiversidad asociada al bs-T y los servicios que este presta, por lo tanto, el Ministerio del Medio Ambiente lo declaró como un ecosistema estratégico para la conservación a pesar de ser uno de los menos investigados del país (Enel Colombia.(s.f.).).

En consecuencia, la disminución y afectación a estos ecosistemas es un problema para los humedales y requiere la aplicación de estudios y políticas estrictas que garanticen una adecuada planificación y organización del sistema nacional de humedales interiores, con el fin de conservarlos y generar un equilibrio frente a los servicios fundamentales que ofrecen para el desarrollo y sostenimiento de las especies. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s.f.)

Por lo tanto, en aras de dar cumplimiento al objetivo nacional de recuperar y conservar los humedales como política ambiental, la escasa información publicada de estos ecosistemas, caso particular del bs-T; además la importancia local que representan por ser reservorios y fuente de abastecimiento del recurso hídrico en épocas de verano, refugio y hábitat de la fauna terrestre y acuática, portadores de vegetación adaptada y resistente a las marcadas épocas de sequía que ayudan a retener y estabilizar el suelo de procesos erosivos, generan sombra, mantienen la humedad y sirven de alimento de especies de fauna, todo lo anterior impulsa el desarrollo de este estudio queriendo proponer a través de una revisión documental y la realización de una evaluación ecológica rápida (EER) a cuatro humedales de la zona de influencia del embalse El Quimbo, los aspectos esenciales para formular una línea base con la cual se establezca estrategias de RE y monitoreo más

adecuadas; tanto para los humedales que acoge el plan piloto del licenciamiento ambiental como los pertenecientes al bs-T. (Castellanos, 2001; Cortés Ballén, 2018; Naranjo et al., 1999; Villa, 2012).

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Formular una línea base biofísica ambiental para la restauración ecológica y el monitoreo de cuatro humedales de bs-T del Huila, en el área de compensación ambiental de la CHEQ.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar estudios, investigaciones y publicaciones relacionadas con la caracterización, restauración ecológica y monitoreo de humedales en el ecosistema de bs-T.
- Diagnosticar mediante una evaluación ecológica rápida (EER) el estado actual de cuatro humedales del bs-T (La Enea; Pozo Comején 1; Pozo Comején 2 y Pozo Comején 3).
- Formular las estrategias de restauración ecológica apropiadas a aplicar en cuatro humedales del bs-T.

## 5 MARCO CONCEPTUAL

### 5.1 HUMEDALES DEL INTERIOR

Para la clasificación de los humedales del interior Ramsar adoptó un sistema de niveles jerárquicos consistentes en el ámbito apartir de su origen y funcionamiento, el sistema por la influencia de factores hidrológicos, geomorfológicos, químicos o biológicos, también menciona que los artificiales se diferencian por el proceso que los origina o mantiene. Seguido del subsistema por el patrón de circulación del agua, la clase se define con base en parámetros de la fisionomía del humedal, y la subclase por aspectos biofísicos de las comunidades bióticas presentes. (Scott, 1989).

Tabla 1 *Clasificación de Humedales Naturales según la Convención Ramsar, Naranjo (1997)*

INTERIOR	Fluvial	Perenne		Ríos/arroyos permanentes
		Intermitente	Emergente	Deltas interiores
	Lacustre	Perenne		Ríos/arroyos intermitentes
		Intermitente	Emergente	Planicies inundables
		Permanente		Lagos dulces permanentes
		Estacional		Lagos dulces estacionales
		Permanente/ Estacional		Lagos y pantanos salinos permanentes/ estacionales
				Pantanos y ciénagas dulces permanentes
			Emergente	Turberas abiertas
	Palustre	Permanente		Humedales alpinos y de tundra
			Arbustivo	Pantanos arbustivos
			Boscoso	Bosque pantanoso dulce
				Turbera boscosa
	Estacional	Emergente	Ojos de agua, oasis	
			Ciénaga estacional dulce	

## **5.2 DEFINICIÓN E IMPORTANCIA DE LOS HUMEDALES**

La convención sobre los humedales de importancia internacional, conocida como la convención de Ramsar la cual se celebró por primera vez en 1971 y en la que se definieron los humedales como “Ecosistemas o superficies cubiertos de agua que pueden ser naturales o artificiales, permanentes o temporales, estancadas o corrientes; dulces, salobres o saladas, cuya profundidad en marea baja no excede los 6 metros” (Ramsar, 1971). Estos ecosistemas son considerados estratégicos, por los bienes y servicios que ofertan, es decir, la riqueza biológica, la calidad y abastecimiento de agua, la reducción de las inundaciones, mejoramiento del ciclo del carbono, aporte en el desarrollo cultural, económico y ecológico para la región. Además de su enfoque por parte de la convención en torno a las necesidades básicas humanas, amortiguadores de la naturaleza; absorben las precipitaciones y conformación de hábitats (Ramsar, 2006).

Entre los diferentes factores que afectan los ciclos y procesos ecológicos en los humedales se destacan el impacto antrópico por el crecimiento exponencial de la humanidad, la expansión urbana y el impacto ambiental (Figueroa et al., 2009), por intervención de su espejo de agua para la urbanización, establecimiento de cultivos o potreros, drene de sus aguas, disposición de vertimientos de aguas residuales y residuos sólidos, por lo que se estima una pérdida aproximada en los últimos años del 30% a nivel mundial (Lasso et al., 2014). Por otro lado, el cambio climático, con una de sus principales consecuencias que es el calentamiento global, afecta principalmente su tamaño, lo cual tiene repercusiones en todos los componentes bióticos de su entorno (Boavida, 1999), (Finlayson et al., 1999), (Mitsch et al., 1994), (Moreno et al., 2014)

## **5.3 DELIMITACIÓN DE HUMEDALES**

La identificación de humedales se viene realizando a nivel mundial periódicamente y con base a instrumentos que se modernizan según las posibilidades, principalmente en el análisis de información cartográfica, correspondiente a las

aguas superficiales y coberturas de la tierra; indicado por la presencia de vegetación hidrofílica o de ribera, bioindicadores fundamentales para determinar las condiciones del humedal. De igual manera es necesario revisar las características de geología, geomorfología y geopedología de los suelos, y las variables ecológicas que resulten útiles para su clasificación (Cowardin, 1979).

El componente vegetal es de uso frecuente en la mayoría de clasificaciones, según Castillo et al. (2015), sin embargo, existen otros componentes indispensables, descritos por (Brinson y Rheinhardt, 1996), como la avifauna, la evaluación de parámetros fisicoquímicos en el medio acuático, la valoración integral de hábitats como el factor preponderante en la caracterización de nichos y las cadenas tróficas presentes en el ecosistema en función de su salud.

Igualmente, para Castillo et al. (2015), en Suramérica se denominó el uso de la biota acuática como una tipología de caracterización para la delimitación de humedales, y fue Canevari et al. (2001), quienes en concordancia con el mapa de zonificación hidrográfica de Colombia generado por IDEAM. (s.f.), definieron 19 ecorregiones, caracterizando las cuencas de los ríos Amazonas, Orinoco y humedales asociados; la costa Pacífica de Colombia y Ecuador; la región Andes del norte y costas del Caribe.

El estudio precursor de la conservación y restauración de humedales en Colombia parte del año 1997, en que el Ministerio del Medio Ambiente emprendió y realizó una consultoría con el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) con el fin de proporcionar las bases técnicas para la formulación de una política nacional de ecosistemas acuáticos. Los resultados de dicha consultoría se recogen en la publicación “Humedales Interiores de Colombia, bases técnicas para su conservación y desarrollo sostenible” (Naranjo et al., 1999).

En este mismo sentido, el Ministerio del Medio Ambiente realizó en 1999 un estudio que identificó las prioridades de gestión ambiental de varios ecosistemas, entre ellos los humedales. En 2002 se publica el documento: Política Nacional para Humedales interiores de Colombia buscando que las directrices propuestas fueran acogidas a

escala nacional, regional y local, desarrollándose en el marco del correspondiente Plan Nacional de Desarrollo que definía los responsables, acciones, recursos institucionales de infraestructura y financieros, que hicieran posible, mediante su implementación, el uso sostenible de los recursos y los ecosistemas acuáticos continentales de la Nación (Ibáñez, 2022).

De esta investigación se obtuvo información complementaria para la consolidación de un mapa de humedales colombianos que sin lugar a dudas se convirtió en un producto capaz de ilustrar las dificultades y necesidades de estudio que requieren estos ecosistemas en Colombia (Cortés et al., 2016).

Abud et al. (2017), trabajaron la cartografía digital generada por el IAvH, formulando una herramienta completa que permite consultar los registros de entidades como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), la Corporación de los Valle del Sinú y San Jorge (CVS) y Corporinoquia.

Olarte et al. (2017), crea la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia” indicando que, en el proceso de clasificación de los sistemas lénticos, estos, “se constituyen como humedales al presentar unas condiciones geomorfológicas e hidrológicas que permiten la acumulación de agua temporal o permanente”; Jaramillo et al., 2015 agrega a lo anterior, el desarrollo del tipo de suelo, los organismos y la vegetación propia de estos ecosistemas. Es así que para la región Andina y dependiendo del proceso que les dio origen a estos ecosistemas se plantean unos criterios de clasificación, dentro de los cuales se definen los involucrados con aspectos físico-biótico, como existencia de vegetación nativa de ribera, presencia de fauna o flora de tipo endémica o en alguna categoría de amenaza, presencia de especies migratorias, además criterios vinculados con aspectos socio-culturales, como aquellos en área de influencia de centrales hidroeléctricas con enfoque económico de interés nacional, y con altos impactos sobre el régimen hidrológico y las rondas hídricas.

Por lo anterior, la Autoridad ambiental Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena-CAM en el departamento del Huila para el año 2021 informa de la existencia de 818 humedales, de los cuales 206, han sido caracterizados y 16 humedales fueron priorizados y considerados como ecosistemas estratégicos por lo que cuentan con plan de manejo ambiental y 5 se encuentran en proceso de adopción del plan de manejo. Estos son: La Umata localizado en el municipio de Isnos, El Dorado de Saladoblanco, El Salado en Acevedo, Humedal Guapoton de Guadalupe, Las Pavas en Timaná, Casa Roja en Tesalia, Santa Inés y San Antonio ubicados en el municipio de Paicol, Las Nubes de Baraya y Alto Corozal en el municipio de Gigante, (La Nación. (s.f.).).

#### **5.4 DEFINICIÓN DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA (RE)**

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER) define la RE como una actividad que permite la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, transformado o destruido por la acción directa e indirecta del ser humano; que pueden ser impactos generados o empeorados por causas naturales como incendios, inundaciones, tormentas o erupciones volcánicas, a tal punto que el ecosistema no logra recuperarse por sí solo de dichas alteraciones o revertir a su trayectoria histórica de desarrollo, y que por lo tanto se hace necesaria el inicio o aceleración de recuperación del ecosistema respecto a su salud, integridad y sostenibilidad (SER International, 2004). Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el documento *Plan Nacional de Restauración, Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas*, define a la RE como el proceso de: “restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema pre disturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además, el ecosistema resultante debe ser un sistema autosostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general, así como de la mayoría de sus bienes y servicios” (Ospina et al., 2015).

“La RE es reconocida globalmente como una herramienta importante en los esfuerzos de conservación de la biodiversidad, para revertir la degradación



ambiental y para moderar el cambio climático” (Murcia y Guariguata, 2014). En el documento *Erradicación de retamo espinoso e inicio de RE en los cerros orientales de Bogotá. (Prueba piloto)* de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia, (Sánchez et al., 2018), la definen: “Actividad intencional que interrumpe los procesos responsables de la degradación, elimina las barreras bióticas y abióticas a la recuperación del ecosistema, e inicia o acelera la sucesión ecológica a través del establecimiento de propágulos de las especies del ecosistema de referencia. Este es el ideal que se busca obtener y se puede recrear a partir del ecosistema que se encontraba en ese sitio previo a la degradación (referencia histórica), de un ecosistema actual equivalente al que existía en ese sitio (referencia espacial) o de un ecosistema con elementos mínimos que recuperen uno o más servicios ecosistémicos críticos”.

Lo anterior, permite determinar que la RE tiene como objetivo restablecer los atributos que caracterizan un ecosistema y que definen su identidad, es decir, su composición, estructura y función; lo cual fija los bienes y servicios ecosistémicos en cantidad y calidad ofertados por el ecosistema.

Disturbios: es cualquier evento relativamente discreto en el tiempo, que irrumpe en la estructura de las poblaciones, las comunidades o el ecosistema y cambia la disponibilidad de recursos y el ambiente físico. También son considerados los eventos destructivos de origen natural o antrópico y las fluctuaciones ambientales que estos puedan presentar en espacio y tiempo. Entre los disturbios antrópicos naturales se encuentran la erosión, lluvias y vientos, heladas, disturbios producidos por animales y fuego. Los disturbios antrópicos son aquellos que se relacionan con ganadería y agricultura, la explotación de minas (calizas, carbón, oro), la construcción de obras civiles (embalses, oleoductos y carreteras) y el uso de especies (corte para leña) y del suelo (siembra de especies forestales).

Tensionantes: o barreras a la restauración ecológica se entiende todos aquellos factores que impiden, limitan o desvían la sucesión natural en áreas alteradas por disturbios naturales y antrópicos, (Vargas et al., 2007). Los tensionantes para la

restauración ecológica pueden clasificarse en dos tipos: ecológicos y socioeconómicos. Los de tipo ecológico se relacionan con factores bióticos y abióticos resultantes del régimen de disturbios natural y antrópico, los cuales influyen en los diferentes mecanismos de regeneración y colonización de las especies, es decir, los procesos necesarios para que ocurra dispersión de propágulos (principalmente semillas), establecimiento de plántulas y persistencia de individuos y poblaciones de plantas. Los de tipo socioeconómico son todos los factores políticos, económicos y sociales que limitan los procesos de regeneración natural, principalmente los tipos de uso de la tierra, (Vargas, 2011).

Ecosistema de referencia: sitio o sitios que representan la integridad (o aspectos de la integridad) que se busca reparar mediante la restauración proyectada. Estos ecosistemas de referencia, si existen en el paisaje, pueden estar cerca o lejos del proyecto física y temporalmente (White et al., 1997). En muchos casos no es posible recurrir a análogos existentes en el paisaje, por lo tanto, las fuentes de información sobre ecosistemas de referencia deben considerar registros históricos para construir un modelo probable del ecosistema particular. Este modelo debe ser sintetizado a partir de información sobre las condiciones pasadas, presentes y, en el contexto del cambio climático, anticipación de las condiciones futuras del sitio específico o sitios similares en la región, en consulta con la comunidad local (McDonald et al., 2016). La definición y descripción del ecosistema de referencias es una información necesaria para definir los objetivos del proyecto de restauración y para evaluar su éxito a través del monitoreo y gestión adaptativa de los cambios de la condición del ecosistema perturbado respecto al ecosistema de referencia, (Domínguez et al., 2022).

Restauración activa: consiste en la intervención directa del hombre sobre la estructura y características del ecosistema degradado, con el fin de reemplazarlo, rehabilitarlo o restaurarlo para garantizar la existencia de un ecosistema estructurado y funcional, (Mola et al., 2018).

Restauración pasiva: se centra en eliminar o minimizar las perturbaciones causantes de la degradación, dejando que el ecosistema degradado pueda recuperar por sí mismo su estructura y funcionalidad. Cabe destacar que esta posibilidad siempre debe contemplarse como primera opción, ya que en numerosas ocasiones sus resultados pueden ser comparables y con frecuencia superiores a los de la restauración activa (Mola et al., 2018).

Servicios ecosistémicos: todos aquellos beneficios que proporcionan los ecosistemas (Assessment, 2005) en donde se ven involucradas las reacciones existentes entre compensaciones entre servicios ecosistémicos y los humanos como beneficiarios, la producción o utilización de un servicio se puede dar en lugares y tiempos totalmente diferentes a expensas de otras situaciones que implican acciones similares, (Brauman et al., 2007). De acuerdo con la iniciativa de Assessment, 2005, los servicios ecosistémicos se pueden clasificar en 4 categorías las cuales son: Servicios de aprovisionamiento (agua, madera, fibra, etc), servicios de regulación que intervienen en las condiciones climáticas, inundaciones, enfermedades, deshechos, la calidad del agua, etc. Servicios culturales los cuales proporcionan beneficios espirituales, estéticos y recreativos; Finalmente se encuentran los servicios de apoyo o de soporte en donde se incluyen la formación del suelo, procesos de fotosíntesis, ciclado de nutrientes y similares.

Estrategias de restauración: Las estrategias usadas en un proceso de restauración ecológica para el bosque seco tropical son las acciones mediante las cuales se promueve la recuperación y el intento de retorno al ecosistema prismatico, que serán objeto de seguimiento y monitoreo con el propósito de identificar el éxito del proceso de RE.

Tabla 2 *Estrategias de restauración ecológica (Tomado de: Adaptado de Torres-Rodríguez et al., 2019, Díaz et al., 2019)*

Estrategia	Acciones
Nucleación en pastizales abiertos	-Implementación de parcelas cuadradas de 32 x 32 m con núcleos de ensambles florísticos de las siguientes características: *Combinación de especies pioneras, intermedias y avanzadas.

	<p>* Tratamiento de densidad alta con remoción de gramíneas invasoras y siembra en cuatro arreglos florísticos de 196 individuos de 30 especies. *Tratamiento de densidad intermedia con descompactación del suelo con tractor, siembra de 2 arreglos florísticos, 98 individuos y quince especies.</p> <p>*Tratamiento de densidad intermedia sin descompactación del suelo con siembra de dos arreglos florísticos, 98 individuos y quince especies.</p> <p>-Corte de gramíneas antes de la siembra salvo en el tratamiento con remoción de suelo.</p>
Siembra bajo árboles nodriza aislados en pastizales arbolados	<p>-Implementación de 30 parcelas circulares con las siguientes características:</p> <p>*37 individuos de seis especies en dos círculos bajo el dosel de arbolitos de <i>Guazuma ulmifolia</i> aislados en la matriz de pastos.</p> <p>*El primer círculo de siembra a 2,5 m del fuste con ocho individuos de tres especies esciófitas y el segundo círculo a 7 m con 29 individuos de cuatro especies de heliófitas durables.</p> <p>*Especies del círculo interno: <i>Hymenaea courbaril</i> y <i>Tabebuia rosea</i>. Especies del círculo externo: <i>Casearia corymbosa</i>, <i>Enterolobium cyclocarpum</i>, <i>Pseudosamanea guachapele</i> y <i>Senna spectabilis</i>.</p> <p>-Corte de gramíneas antes de la siembra en toda la parcela circular.</p>
Siembras bajo agrupaciones de árboles nodriza en transición de pastizales a arbustales	<p>-Implementación de 32 parcelas circulares con las siguientes características:</p> <p>*Dos arreglos florísticos de siembra (especies alternadas y sectorizadas)</p> <p>*71 individuos de once especies en tres círculos de siembra*Primer círculo a 2,5 m del fuste del árbol central con 8 individuos de dos especies esciófitas de estados sucesionales avanzados.</p> <p>*Segundo círculo a 5 m con 21 individuos de tres especies esciófitas.</p> <p>*Tercer círculo a 10 m con 42 individuos de seis especies heliófitas.</p> <p>*Especies - círculo interno: <i>Cedrela odorata</i>, <i>C. corymbosa</i>, <i>H. courbaril</i> y <i>P. guachapele</i> - círculo intermedio:<i>Ceiba pentandra</i>, <i>Celtis iguanaea</i>, <i>E. cyclocarpum</i>, <i>Guapira pubescens</i>, <i>Guarea guidonia</i> y <i>Maclura tinctoria</i>- círculo externo: <i>P. guachapele</i>, <i>C. pentandra</i>, <i>C. iguanaea</i>, <i>E. cyclocarpum</i>, <i>G. pubescens</i>, <i>Jacaranda caucana</i>, <i>Randia armata</i>, <i>Sapindus saponaria</i>, <i>S. spectabilis</i>, <i>Spondias mombin</i>,-Corte de gramíneas antes de la siembra en toda la parcela circular</p>
Ampliación de borde	<p>-Implementación de siembras en franjas de 10 x 5 m en el borde de transición entre bosques y arbustales, y pastizales.</p> <p>-Manejo de retoños sobre <i>Croton glabellus</i> y <i>C. corymbosa</i>, corte de lianas y ramas secas.</p> <p>-Siembra de 17 individuos de cinco especies incluyendo esciófitas para proveer hábitat en las áreas con mayor sombra y alimento para la fauna.</p> <p>-Corte de gramíneas antes de la siembra en la parcela rectangular.</p> <p>-Manejo silvicultural para mejorar desarrollo de individuos establecidos y generar espacios adecuados para la siembra.</p> <p>-Manejo de renuevos en especies dominantes como <i>C. corymbosa</i> y <i>C. glabellus</i> para focalizar la inversión de sus recursos en altura y no en más rebrotes.</p>
Enriquecimiento en arbustales y bosques	<p>-Implementación de 196 módulos de enriquecimiento incluyendo:</p> <p>*Siembra de 15 especies para favorecer el desarrollo de los estratos arbolito y arbóreo, atraer fauna y algunas amenazadas en módulos hexagonales de 6 m<sup>2</sup> con siete individuos de la misma especie. *Especies sembradas: <i>Albizia saman</i>, <i>Amyris pinnata</i>, <i>Anacardium excelsum</i>, <i>Astronium graveolens</i>, <i>Attalea butyracea</i>, <i>C. odorata</i>, <i>C. pentandra</i>, <i>Cinnamomum triplinerve</i>, <i>G. guidonia</i>, <i>H. courbaril</i>, <i>Pseudobombax septenatum</i>, <i>T. rosea</i>, <i>Trichantera gigantea</i>, <i>Triplaris cummingiana</i> y <i>Zygia longifolia</i>.</p>
<p>Para todas las estrategias de restauración activa se realizó el aislamiento de tensionantes con el encerramiento del área para evitar el pastoreo y el corte de leña. También se realizaron labores de</p>	

---

mantenimiento como el riego, la fertilización, el control de herbívoros, la liberación de enredaderas y el corte de pasto esporádico en las unidades de implementación. Las siembras se realizaron con individuos de alturas entre 40 y 50 cms. En todos los casos se realizó un evento de resiembra para sustituir los individuos muertos dentro del primer trimestre luego de la siembra.

Restauración espontánea: -Aislamiento de tensionantes y -Delimitación de parcelas de control a tratamientos de restauración activa.

---

## **5.5 CONTEXTO INTERNACIONAL DE LA RE**

Según Murcia y Guariguata (2014) la RE tuvo su origen en el año 1938 con el ingeniero forestal y ecólogo estadounidense Aldo Leopold quien con su ensayo *Estética de la conservación* hace énfasis en la polémica que se construye al indagarse desde la política pública sobre el proceso de esparcimiento al aire libre, y lo que es mantener la base de los recursos (protección) y también beneficiarse de los mismos (explotación). Hace hincapié en el cambio de conciencia que debería tener el ser humano, al concebir la fauna silvestre como un trofeo en actividades de cacería, la domesticación de la fauna y la ampliación de los cultivos agrícolas a costa de la intervención de la vegetación natural.

Con su obra *A Sand County Almanac 1949* (Almanaque del Condado Arenoso) Aldo Leopold introdujo la ética ecológica como disciplina filosófica, concibiendo la tierra como un sistema ecológico dinámico del cual el hombre hace parte, por ende, no se debía sentir propietario o poseedor. Dando inicio a procesos de RE con el establecimiento de un gran número de árboles en su granja localizada en Wisconsin el ahora Wilderness Society.

A mediados de los 80 la RE se formalizó como disciplina de la restauración de ecosistemas y su principal objetivo no era únicamente la recuperación del recurso flora sino el ecosistema como conjunto, es decir, incluía todos los recursos (Bradshaw, 1987). Para la década de los 90 y año 2012 la ecología de la restauración se fortaleció con publicaciones en las principales revistas científicas como *Restoration Ecology*, *Ecological Management and Restoration* y *Ecological Restoration* (Young et al., 2005). Es así como para el 2012 se consolida en Estados Unidos la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER) vinculando más de 70 países.

En América latina para el año 2007 se forjan dos sociedades SIACRE (Sociedad Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica) y SOBRADE que trabajan la recuperación de áreas degradadas en Cuba y Brasil, con proyectos en el Parque Nacional Tijuca, en Rio de Janeiro y Pacto para la Restauración de la Mata Atlántica (Calmon et al., 2011, Rodrigues et al., 2011).

Para el año 2000 la Society for Ecological Restoration International y IUCN Commission on Ecosystem Management vinculan la RE como estrategia de conservación de biodiversidad y de áreas protegidas, (Keenleyside et al., 2012) al igual que en el Convenio de Diversidad Biológica (CBD), (CBD, 2010).

Para el año 2012 en la Conferencia de las Partes en Hyderabad, India, el CBD insta a los participantes al cumplimiento de Metas 14 y 15 de Aichi mediante la RE (CBD 2012).

En el año 2013 durante el Convenio Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas, se define a la RE como estrategia para contrarrestar el cambio climático y su impacto en los ecosistemas, (Naranjo et al., 2013).

## **5.6 CONTEXTO NACIONAL DE LA RE**

Según Murcia y Guariguata (2014), en Colombia se forjó el interés por la RE cuando en 1998 el Ministerio de Medio Ambiente y el Consejo Nacional Ambiental aprobaron el “Plan Estratégico para la RE y el Establecimiento de Bosques en Colombia, Plan Verde, Bosques para la Paz”, conocido como “Plan Verde”, haciendo parte de la Estrategia para la Consolidación del Plan Nacional de Desarrollo Forestal. Como producto también se generó el documento “Colombia, Biodiversidad Siglo XXI”, una propuesta técnica para la formulación de un Plan Nacional en Biodiversidad (Fandiño y Ferreira, 1998), que contenía a la RE como una de sus líneas estratégicas (Murcia et al., 1998). Todo lo anterior daría paso a la formulación Plan Nacional de Restauración (Aguilar y Ramírez, 2016), el Protocolo Distrital de Restauración para el Distrito Especial de Bogotá (Salamanca y Camargo, 2002) y el programa de restauración en la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá.

## **5.7 RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE HUMEDALES**

Según SER International (2014) y Vargas (2011), para el diseño de un proceso de restauración se deben conocer las condiciones históricas del ecosistema a restaurar, es decir, información sobre condiciones ambientales, ecológicas, culturales e históricas de la región, datos ecológicos iniciales, antes y después de la existencia de tensionantes o disturbios, así como la evaluación de remanentes y fragmentos de la vegetación original, de especies vegetales sucesionales tempranas y tardías, que indican el estado inicial del ecosistema a estudiar. También, son insumos importantes los estudios de ecosistemas intactos comparables o ecosistemas de referencia, la consolidación de información de su estructura, composición y funcionamiento, la disponibilidad de recursos para llevar a cabo un proceso de restauración, como la biota nativa disponible, patrones de regeneración o estados sucesionales de las especies a usar y la identificación de barreras frente a la sucesión y la labor de la fauna en los procesos de restauración. Finalmente, un proceso de restauración debe tener claro los pasos a seguir, es decir, la planificación del proceso, del seguimiento, de los indicadores y del avance o de los resultados obtenidos de dicho proceso (Balensiefer et al., 2004), (Vargas, 2011).

Es así como SER International (2004) y Van der Hammen et al. (2008) definen etapas (6) y pasos (13) para llevar a cabo un proceso de RE: en primer lugar se debe establecer el ecosistema de referencia, pasando a evaluar el estado actual del ecosistema desde reconocimientos y premuestreos, desde una planeación conceptual que oriente las metas de la restauración, definiendo las escalas y niveles de organización en actividades preliminares, que van desde la elección de profesionales, la definición de metas, objetivos y presupuesto, el establecimiento de las escalas y jerarquías de disturbios, la evaluación del potencial de regeneración y de los tensionantes para la restauración; la selección de sitios, de especies adecuados, la propagación y su manejo.

Con el diseño de estrategias, desde la planeación y ejecución, se proyecta el programa de evaluación, publicidad, monitoreo y seguimiento de los objetivos planteados y la participación comunitaria que darán respuesta al cumplimiento de los objetivos y metas planteados, a la determinación de falencias y a la toma de acciones correctivas del trabajo adelantado.

Los atributos que demuestran éxitos en los proyectos de RE han contemplado el uso de especies nativas, ecosistemas de humedales autosostenibles y con resiliencia integrados en el paisaje general y la reducción o eliminación de las causas de la degradación de los humedales, (Balensiefer et al., 2004).

La RE aunque aborda los procesos de manera a escala de sitio, se debe considerar el contexto del paisaje ecológico (Holl et al., 2003), ya que acontecimientos de degradación como incendios, inundaciones, deslizamientos, etc, pueden generar la interacción de dos o más ecosistemas distantes y con características socioeconómicas distintas (Aronson et al., 2013), lo que infiere en la recuperación de ecosistemas desde un contexto paisajístico y abordado desde una visión espacial y temporal amplia, con visión interdisciplinaria y de múltiples escalas (Murcia y Guariguata, 2014). De esta manera se contribuye a la recuperación de “capital natural” (Aronson et al., 2007) y al aumento en la resiliencia de los ecosistemas (Lamb et al., 2011). Con los procesos de RE no solo se beneficia el ecosistema, sino se potencializa económica y socialmente la comunidad involucrada y las instituciones participantes (Alexander et al., 2011), (Gobster y Hull, 2000) .

## **5.8 ANTECEDENTES ZONA DE ESTUDIO**

Para entender quiénes y cómo son los actores involucrados en el establecimiento del proyecto de la Hidroeléctrica El Quimbo PHEQ, se procede a realizar una breve descripción.



### **5.8.1 Enel Colombia.**

Empresa multinacional dedicada al sector eléctrico y de gas en los 5 continentes y en 31 países, en América latina operan en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Panamá y Perú con plantas de energía térmica, hidroeléctrica y renovable (Enel Colombia. (s.f.)). Actualmente en Colombia opera la CHEQ, de la cual el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, otorgó a EMGESA S.A. E.S.P. la Licencia Ambiental para el PHEQ, localizado en jurisdicción de los municipios de Garzón, Gigante, El Agrado, Paicol, Tesalia y Altamira, en el departamento del Huila y tiene como obligación y el requerimiento por parte de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) la ejecución de un plan de RE a desplegar en 11.079 ha en compensación por la modificación del paisaje y del ecosistema.

### **5.8.2 Fundación Natura.**

ONG sin ánimo de lucro creada en 1983 con la misión de contribuir a la conservación de la naturaleza y a la búsqueda de alternativas de uso sostenible de la biodiversidad de Colombia. En el Huila es la encargada de generar e implementar el Plan de restauración de bs-T (Fase II), que tiene como objetivos, la priorización de áreas y el diseño de ERE de 500 ha, la propagación, siembra y mantenimiento de 478,000 plantas distribuidas en 40 especies diferentes, la restauración activa sobre 500 ha en coberturas de pastizales, arbustales y bosques, el mantenimiento de ERE del plan piloto inicial sobre 140 ha y de áreas nuevas distribuidas en 500 ha y el aislamiento de 15000 metros lineales de áreas ecosistémicas estratégicas, la ampliación y adaptación de un plan de manejo de áreas de reserva nacional de la sociedad civil, como etapa inicial de la declaratoria de un Área Protegida Nacional sobre el área total de compensación ambiental, es decir, en 11,079 ha. (Fundación Natura Colombia. (s.f.)).

### **5.8.3 Modificaciones a la Licencia ambiental.**

Desde el licenciamiento de la CHEQ, se han emitido 29 actos que obedecen a modificaciones de la Licencia ambiental otorgada mediante Resolución 0899 del 15 de mayo de 2009, de cuales 2 han sido al Plan de restauración., a continuación, se listan los actos administrativos realizados:

- Resolución 1628 del 21 de agosto de 2009: Modifica requerimientos del Plan de Restauración, cobertura vegetal, obras principales, vías sustitutivas, medidas de compensación, Plan de Gestión Social, manejo de fauna silvestre, manejo íctico y pesquero en el embalse, monitoreos limnológicos y comunidades hidrobiológicas, entre otros.
- Resolución 1814 del 17 de septiembre de 2010: Ajusta medidas relacionadas con el Plan de Restauración, manejo de cobertura vegetal y medidas de compensación por reasentamiento de la población del área de influencia del proyecto.

### **5.8.4 Situación bs-T de Colombia.**

El uso más extendido y evidente que se ha dado a los bs-T no sólo en Colombia sino en todo el mundo es el de transformarlos en otro sistema, debido a que los climas secos han sido preferidos por los humanos de las regiones tropicales, porque los suelos de esta zona de vida son por lo general de mejor calidad para asentarse y para el desarrollo de actividades productivas que los de las selvas húmedas. (Díaz, 2006).

La situación de este ecosistema se hace más compleja debido al limitado acceso a información y a datos de escala nacional que impiden conocer en detalle la riqueza de especies. Según Gómez et al. (2015), para el año 2014 la pérdida de los ecosistemas naturales de páramos, sabanas y bosques, fue de 15,9 %, 24,9 % y 37,5 % respectivamente. Siendo el ecosistema de bs-T El que ha disminuido a mayor velocidad, según datos de IDEAM del 2018. El bms-T y el bs –T son las zonas de vida representativas en el área de influencia del PHEQ. Estas unidades, especialmente el bs-T presenta alto grado de transformación predominando los

agroecosistemas y en menor presencia remanentes de bosques secundarios, áreas que han sido identificadas como prioritarias para conservación por el SPNN (Sistema de parques nacionales de Colombia), la CAM (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena), y el SINAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas).

El proyecto, especialmente el área ocupada con el vaso del embalse, afectó, entre otras coberturas, los remanentes de bs-T, caso similar al del Jardín Botánico de Cartagena en el caribe colombiano (Mendoza, 1999), esta afectación a las coberturas condujo al replanteamiento de las propuestas de protección de ecosistemas y las estrategias de conexión sistémica para el área propuestas por la CAM. Por ello fue necesario que con base en la obligación que implica para el proyecto mantener, conservar y restaurar una franja aledaña al embalse, los requerimientos relacionados con las compensaciones por la afectación del recurso forestal y la sustracción de la reserva, vayan articuladas con las actividades propuestas de dichas obligaciones con las estrategias de conservación y conectividad de la Corporación, esto, con el fin de lograr paulatinamente la recuperación y funcionalidad de los ecosistemas y su conectividad.

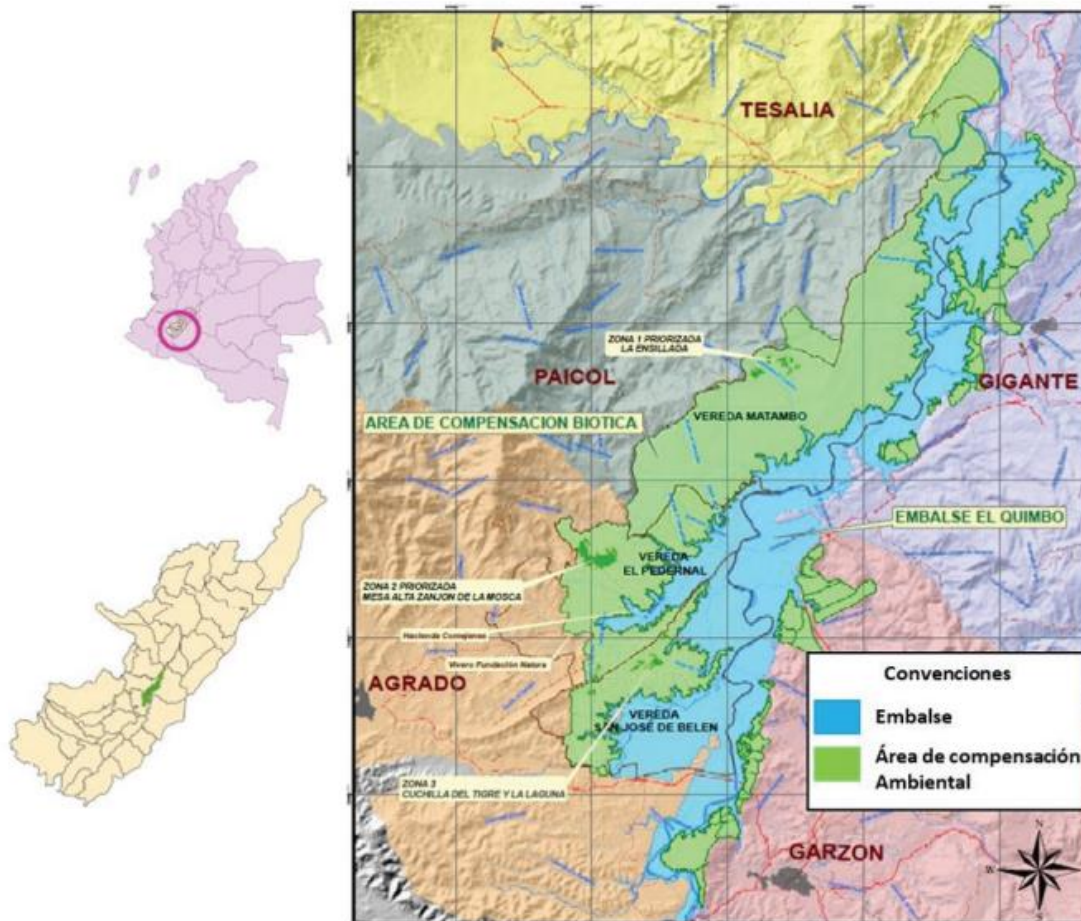
Lo anterior deja claro que el proyecto en su debido momento puede llegar a convertirse en un instrumento para lograr la conservación y recuperación del bs-T del área, mediante la puesta en marcha de programas que contribuyan a la recuperación, restauración y conectividad sistémica.

## **6 METODOLOGÍA**

### **6.1 LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO**

La CHEQ se localiza en la zona centro-sur del Huila, entre las cordilleras central y oriental y tiene influencia en los municipios de Gigante, Garzón, Altamira, El Agrado, Paicol y Tesalia. Ocupa un área total de 8.586 ha en los seis municipios, de las cuales 8.250 has constituyen el área del embalse, Comisión Internacional de Juristas. (s.f.). Dentro del área de compensación ambiental de la CHEQ (Figura 1), se ubican once humedales priorizados bajo un estudio rápido realizado en 2015, liderado por la Fundación Natura en el marco de la licencia ambiental 0899 de 2009, donde se obtuvo una ficha de caracterización preliminar con los datos más relevantes (Anexo 1, Tabla 55).

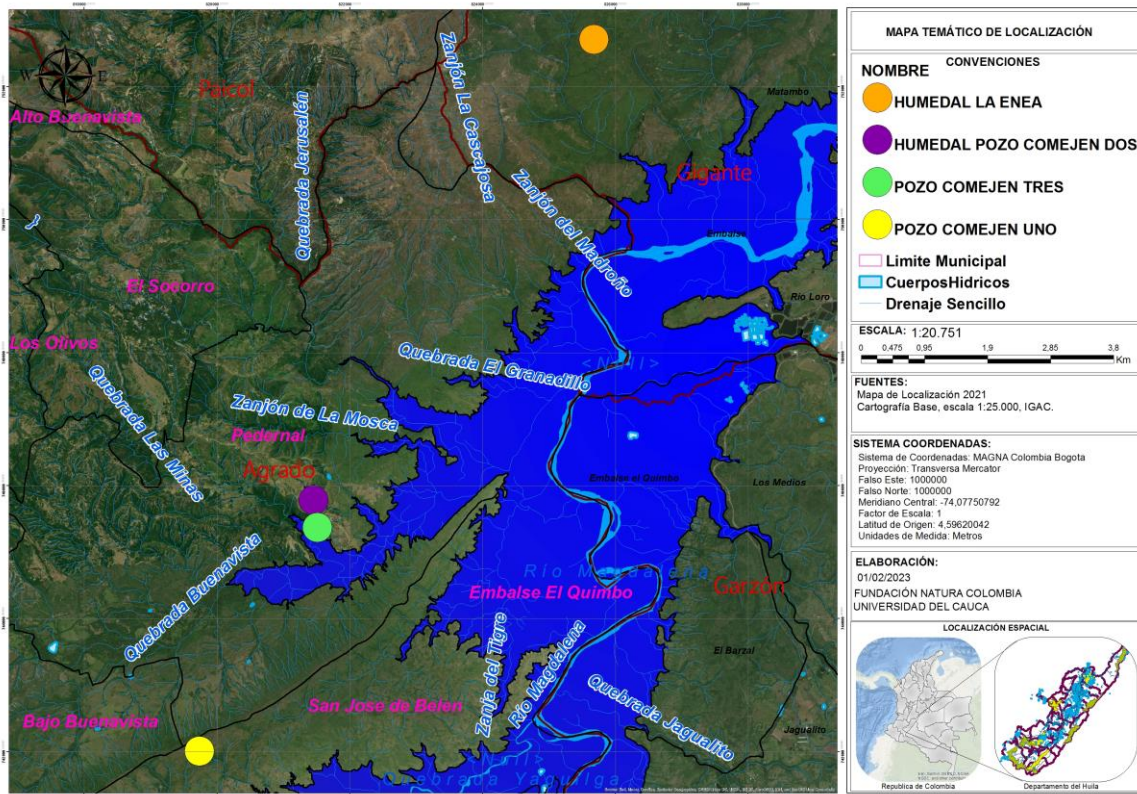
Figura 1 Localización del área de compensación ambiental de la CHEQ.



De los once humedales para el presente estudio se seleccionaron 4 en el perímetro del embalse (Figura 2), denominados pozos de Comején 1, pozos de Comején 2 y pozos de Comején 3, el primero en la vereda Bajo Buenavista, el segundo y el tercero en la vereda El Pedernal ubicados en el municipio de El Agrado, y en el municipio de Gigante La Enea en la vereda Matambo. Las veredas Bajo Buenavista y El Pedernal están localizadas en una microregión con altura que oscila entre 700 a 1200 metros sobre el nivel del mar, cobertura vegetal de bs-T y suelos superficiales francos, ocupados por el desarrollo de actividades de explotación agropecuaria como la ganadería semi-intensiva y cultivos de pancoger, Escuela Superior de Administración Pública. (s.f.). La vereda Matambo caracterizada por suelos muy superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, de fertilidad

moderada a alta, con bajas a altas pendientes, susceptibles a la erosión y con déficit de precipitación. Estas tierras son improductivas, no aptas para la producción agropecuaria, pero si aptas para pastos, bosques y conservación de vegetación natural. Es importante resaltar que en ella se encuentra el Cerro de Matambo considerado patrimonio cultural inmueble para este municipio. Escuela Superior de Administración Pública. (s.f.).

Figura 2 Ubicación del área de estudio y de los cuatro humedales.

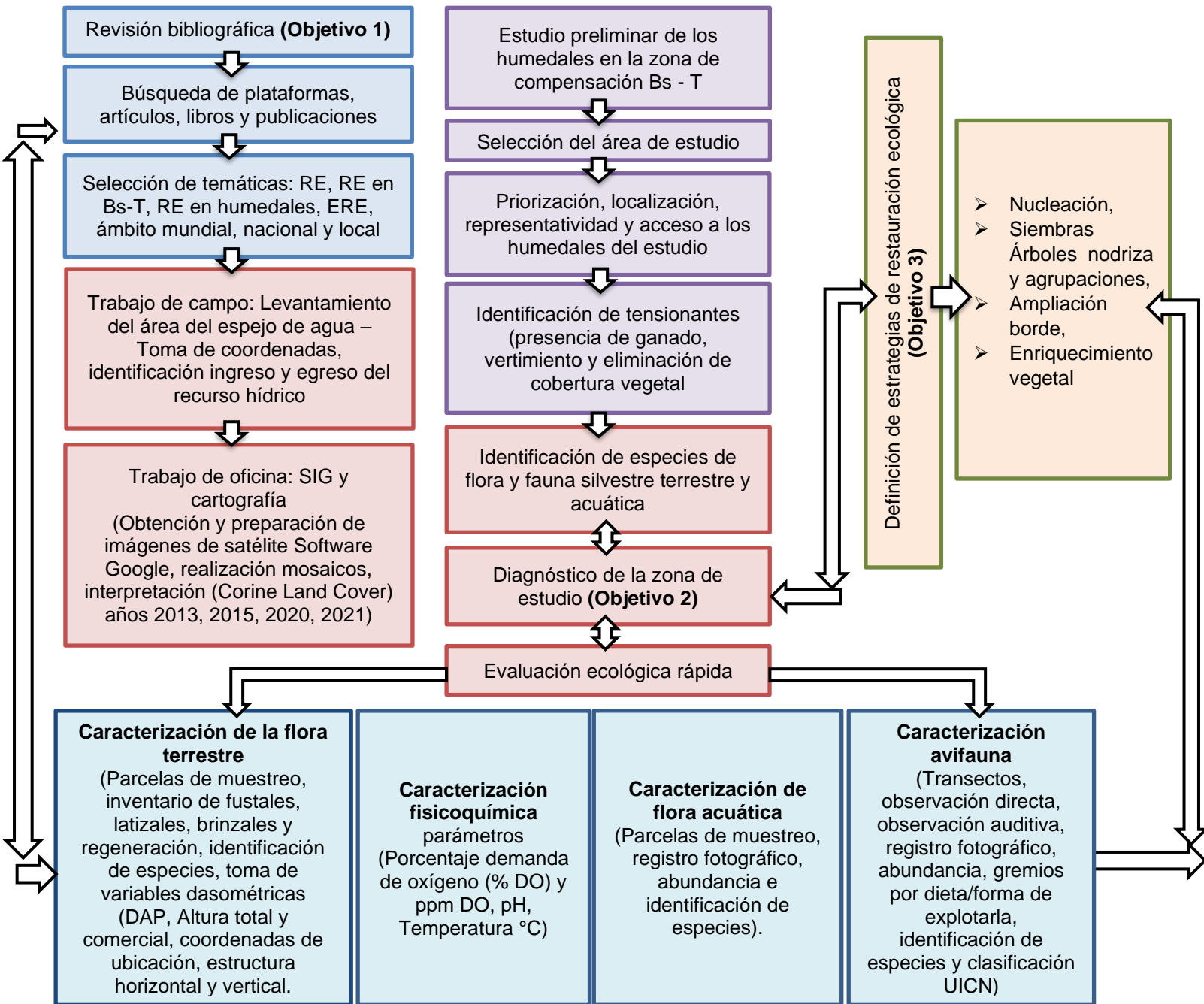


Nota: Elaboración propia.

La metodología empleada en este trabajo para la formulación de una línea base específica a implementar en los cuatros humedales de bs-T, se describe a continuación (Figura 3).



Figura 3 Diagrama de la metodología implementada en este estudio.



## 6.2 REVISIÓN DOCUMENTAL

En el presente estudio, el trabajo de revisión documental y/o bibliográfico sobre estudios de caracterización y planes de restauración de humedales en bs-T inician con la revisión de los antecedentes en cuanto a caracterización sobre estos ecosistemas a nivel nacional e internacional, este procedimiento se desarrolló

mediante el uso de plataformas digitales como biblioteca virtual de la Universidad del Cauca en la plataforma Colección Web of Science Core, Google académico, RAMSAR, bibliotecas modo físico gracias a los aportes de diversas universidades nacionales y extranjeras que han trabajado ERE en humedales pertenecientes a bs-T. De los documentos recopilados se extrajo información que aportó criterios, metodologías, lineamientos y estrategias preliminares para la implementación de una evaluación ecológica rápida de fácil replicación para otros humedales y en biomas del bs-T Colombiano.

### **6.3 REVISIÓN DE LA CARTOGRAFÍA EXISTENTE**

Para la construcción de la leyenda de coberturas de la tierra y la caracterización de las unidades que se presentan en los humedales y áreas circundantes, se tomó como base la leyenda de coberturas desarrollada por el IDEAM a nivel nacional denominada Corine Land Cover – CLC IDEAM. (s.f.).

Esta metodología tiene como propósito la realización del inventario homogéneo de la cubierta biofísica (cobertura) de la superficie de la tierra a partir de la interpretación visual de imágenes de satélite asistida por computador y la generación de una base de datos geográfica. (Ministerio de Ambiente de La República de Colombia, 2010).

La leyenda de Corine Land Cover según IDEAM & IGAC. (s.f.), fue estructurada de manera jerárquica, derivando las unidades de coberturas de la tierra con base en criterios fisonómicos de altura y densidad, claramente definidos y aplicables a todas las unidades consideradas para un grupo de coberturas del mismo tipo. De esta manera, se garantiza que sea posible la inclusión de nuevas unidades o la definición de nuevos niveles de unidades para estudios más detallados, permitiendo su ubicación y definición rápidamente a través de una clasificación que va del nivel uno al seis (Corine Land Cover según IDEAM. (s.f.)).

Para la categorización de las coberturas del suelo presentes en las áreas de estudio se tomó en cuenta la metodología de Corine Land Cover donde especifican cinco



(5) grandes grupos de clasificación que abarcan más subtipos de cobertura existentes. Estos cinco grupos de clasificación son: *Territorios artificializados, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas, cuerpos de agua.*

El proceso de identificación y clasificación de las coberturas en las áreas de estudio se realizó a partir de una fotointerpretación visual, aplicando la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia en junio del 2010 por el IDEAM mencionada anteriormente.

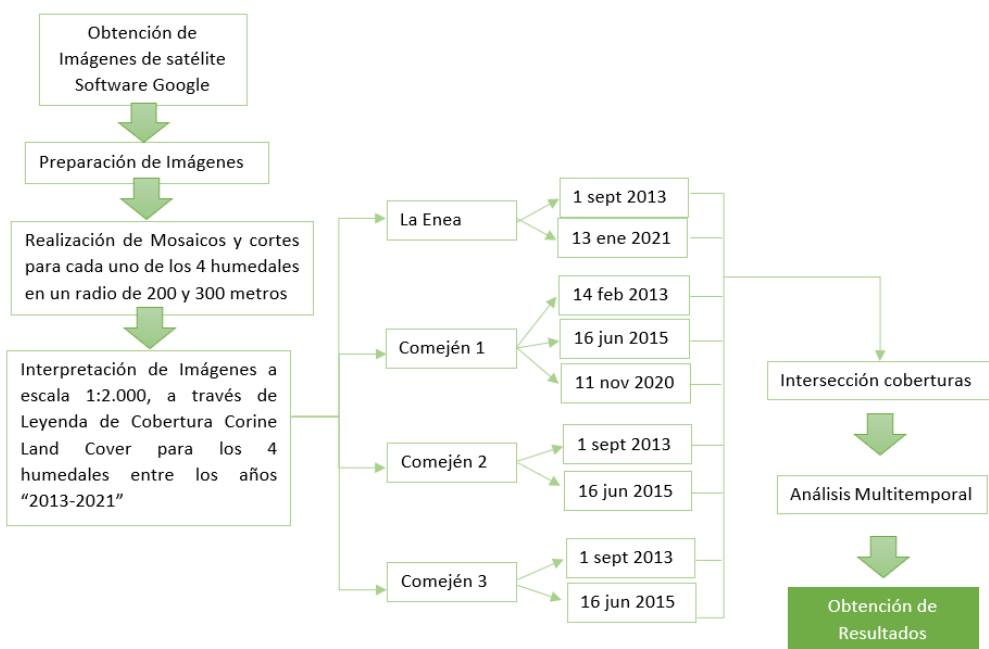
A través del uso de los sistemas de información geográfica con el software de ArcGIS 10,8, se realiza una georreferenciación, análisis y procesamiento de imágenes disponibles en el software de Google Earth Pro para cada uno de los humedales propuestos en el presente estudio, siguiendo unos criterios para la obtención de la imagen así: Cubrimiento total o parcial del área a interpretar, menor al 35% de nubosidad en el área de estudio, contar con una resolución espacial óptima que permita crear un producto digital a una escala 1:2.000, tener como mínimo dos fechas para establecer un análisis multitemporal.

Tomando en cuenta los parámetros mencionados anteriormente para cada área de estudio, se adquiere un total de nueve imágenes satelitales distribuida en los años 2013, 2015, 2020, 2021 como se evidencia en la Figura 4, a través de dicho proceso, y teniendo en cuenta dos radios de acción a 200 y 300 metros a partir del borde de los humedales, adicional a una composición de las imágenes más próxima a la percepción que tenemos desde nuestros ojos en el territorio en color natural denominada RGB 321 en el software de ArcGIS 10.8, se emplea la identificación de cobertura por cada humedal a partir de una fotointerpretación visual, teniendo en cuenta la forma, el tamaño, tono y textura de las imágenes obtenidas de los años en mención puesto que estas permitieron tener una visión amplia y detallada de la cobertura presente en cada humedal, es pertinente aclarar que no todas las fechas son disponibles para los cuatro humedales, estas varían respecto a la disponibilidad

de imagen clara y con los criterios establecidos para la identificación de la cobertura por humedal.

Como afirma el IDEAM & IGAC. (s.f.). El esquema metodológico de Corine Land Cover contempla unas etapas: Adquisición, preparación de la información; análisis e interpretación de las coberturas; y verificación, por lo cual, se realizó el siguiente proceso metodológico para la interpretación de la cobertura presente en cada Humedal:

Figura 4 *Diagrama de flujo del proceso metodológico empleado SIG.*



*Nota:* Elaboración propia, 2022

Con relación a la clasificación de la cobertura presente en las nueve imágenes satelitales obtenidas de los cuatro humedales del presente estudio, se toma como base el orden jerárquico de la metodología Corine Land Cover desde el código uno (1) hasta el código (6) hasta llegar al nivel máximo de interpretación identificada, cabe resaltar que no todas las unidades que integra la metodología Corine Land Cover, así que solo se presentan cada una de las unidades clasificadas e identificadas en los humedales y su área circundante. Posteriormente, las

coberturas identificadas en cada humedal fueron codificadas siguiendo los parámetros establecidos por la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia.

Posterior a lo anterior, se realiza una intersección de las coberturas a partir de la herramienta de análisis presente en Arctoolbox en el software de ArcGIS 10.8, obteniendo de ello, un estudio multitemporal con los productos obtenidos de la identificación de coberturas para cada imagen por año, teniendo en cuenta lo que afirma Veloza (2017), un estudio multitemporal es un análisis de tipo espacial realizados mediante la comparación de las coberturas interpretadas en imágenes de satélite, fotografías aéreas o mapas de una misma zona para diferentes periodos de tiempo.

Finalmente, de todo este proceso se obtienen una detección de cambios para los radios de 200 y 300 metros al borde de cada humedal, a través de la espacialización en mapas y de forma cuantitativa los resultados obtenidos de área en m<sup>2</sup>, correspondiente a la superficie clasificada por tipo de cobertura, y el código de clasificación Corine Land Cover para cada fecha presentada en el diagrama de flujo de la figura 4.

Con la información generada en los mapas temáticos resultantes, las áreas y porcentajes de cobertura calculados, fueron realizados los análisis respectivos y las correspondientes comparaciones entre periodos identificados, a fin de determinar los cambios en el uso de la cobertura y/o presión antrópica en cada uno de los humedales.

#### **6.4 REVISIÓN EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA**

Se adaptó la metodología de evaluación rápida planteada en el informe técnico de Ramsar núm. 1, Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2010. Esta metodología es acogida y recomendada por la “Política Nacional para Humedales interiores de Colombia”, de los cuales se resalta la formulación del diseño y

muestreo, las unidades de muestreo, parámetros a evaluar (calidad del agua, vegetación acuática y terrestre y avifauna) en los 4 humedales.

#### **6.4.1 Caracterización biológica y fisicoquímica del agua**

##### **6.4.1.1 *Caracterización vegetación***

**Terrestre:** A través de la metodología de coberturas vegetales e inventario florístico se realizó una verificación en campo de la composición florística. Para ello se trazó un transecto desde el borde del cuerpo del agua, con una distancia de 50 m de largo por 10 m de ancho hacia dentro de la cobertura, dentro de los cuales se realizaron parcelas de 10 x 10 m, para un total de 5 parcelas por transecto. Se ubicó el transecto en el área boscosa o con mayor vegetación a caracterizar, teniendo en cuenta que eran humedales con escasa cobertura vegetal y reducido tamaño. Dentro de cada parcela se identificó la especie (las especies encontradas en el ejercicio de la profesión, bajo en nombre común reconocido por el acompañante de Fundación natura, además las que se tuvo duda se registraron fotográficamente y se compararon con la base de datos de herbarios virtuales, en especial las de la universidad nacional) y para cada uno de los individuos se midió el DAP  $\geq 10$  cm, la altura total y fustal o altura hasta la primera ramificación (m) y el diámetro a la altura del pecho o a los 1.3 m del suelo (DAP). En el caso de los individuos con varias ramificaciones o bifurcaciones de su tronco, se midió independientemente el perímetro para cada brote o ramificación. Cada 20 metros se realizaron los muestreos de latizales con parcelas de 5 X 5 m (en total 5 parcelas), estimando la altura total y el diámetro a la altura del pecho (DAP) o a los 1.3 m del suelo, de cada individuo y parcelas de brinzales de 2 m x 2 m (en total 5 parcelas), donde se estimó la abundancia de cada una de las especies, alternando la posición de la sub parcela siguiendo y adaptado la metodología utilizada por Alvis, 2009. Es decir que los 4 humedales fueron caracterizados a través de la instalación de 1 parcela temporal. El tamaño de las parcelas fue de 0,01 ha cada una, muestreado un transecto que corresponde a un área total de 0,05 ha.

Se estimaron los índices para evaluar la estructura y composición de la vegetación terrestre con base en (Alvis, 2009).

**Estructura horizontal:** A partir de esta se evaluó el comportamiento de los árboles individualmente y de las especies en la superficie del bosque. Por lo que fue posible evaluarse con el uso de índices de abundancia, frecuencia y dominancia, de los cuales se obtiene el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.), (Alvis, 2009), los cuales definen la ocurrencia de las especies y su importancia en el ecosistema. Es así como se definieron la distribución espacial de las especies, el grado en que se agrupan o dispersan y el número de individuos por unidad de superficie, mediante los índices que a continuación se relacionan, (Castrillón et al., 2010):

**Abundancia:** define el número de árboles por hectárea y especie con el número total de individuos. Existen dos tipos Absoluta (Aba) y relativa que viene dada en porcentaje, (Alvis, 2009).

Fórmulas:

**Abundancia absoluta (Aba):**  $Aba = (n_i / N)$  y **Abundancia relativa (Ab%):**  $Ab\% = (n_i / N) \times 100$   
Dónde:  **$n_i$**  = número de individuos de la *i*ésima especie y  **$N$**  = número de individuos totales en la muestra

**Frecuencia:** Define el número de parcelas en que encuentra una especie, comparadas con el total de parcelas inventariadas, o la presencia o ausencia de una especie en una parcela. Existen dos tipos absoluta (FrA) y relativa (Fr%), (Alvis, 2009).

Fórmulas:

**Frecuencia absoluta (FrA):**  $FrA = (F_i / F_t) \times 100$  y **Frecuencia relativa (Fr%):**  $(Fr_{Ani} / Fr_{At}) \times 100$   
Dónde:  **$F_i$**  = Frecuencia absoluta de la *i*ésima especie y  **$F_t$**  = total de las frecuencias en el muestreo

**Dominancia:** Relaciona el grado de cobertura de las especies, expresado en el espacio ocupado por ellas, estableciéndose como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo. Existen dos tipos absoluta (Da) y relativa (D%), (Alvis, 2009).

Fórmulas:

**Dominancia absoluta (Da)**  $Da = Gi/Gt$

Dónde:  $Gi$  = Área basal en m<sup>2</sup> para la iésima especie y  $Gt$  = Área basal en m<sup>2</sup> de todas las especies

**Dominancia relativa (D%)**  $D\% = (DaS / DaT) \times 100$

Dónde:  $DaS$  = dominancia absoluta de una especie y  $DaT$  = dominancia absoluta de todas las especies

**Índice de valor de importancia (I.V.I.):** se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Se concibe como la medida de peso ecológico que indica cuales son las especies más importantes para el ecosistema (Melo y Vargas, 2003)

**Cociente de mezcla (CM):** se define como el indicador de la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies y el número de individuos totales ( $S: N$  ó  $S/N$ ), (Alvis, 2009).

Fórmulas:

$C.M. = \frac{S}{N} \left( \frac{S}{S} \right)$	Dónde: S = Número total de especies en el muestreo N = Número total de individuos en el muestreo
---	--

**Grado de agregación:** determina la distribución espacial de las especies y se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio. Permite establecer mecanismos y factores que establecen la coexistencia de especies y la diversidad vegetal de los ecosistemas naturales (Hyatt et al., 2003).

### Estructura vertical

La estructura vertical del ecosistema analizado los parámetros de posición sociológica (PS) y dispersión de Ogawa para individuos arbóreos con un DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) mayor a 10 cm, agrupándolos en los estratos vegetales: superior, medio e inferior.

**Diagrama de Dispersión de Ogawa o de copas:** Genera la visualización de los estratos presentes en un bosque. Corresponde a una gráfica cartesiana, en donde los árboles se representan por coordenadas generadas a partir de los valores de la altura total para el eje de las ordenadas (Y) y las alturas de reiteración en el eje de las abscisas (Melo y Vargas, 2003).

En cuanto a estratificación los bosques tienen de tres a cinco estratos definidos; la estratificación es un indicador de estado de la comunidad en cuanto a tamaños, ya que el tamaño es un indicador de la edad (Quiroga et al., 2019).

**Perfil de vegetación:** se deriva a partir de las parcelas caracterizadas, la aplicación de métodos de descripción cualitativos y cuantitativos y mediante un diagrama de perfil que es la representación bidimensional del bosque (Melo, 2019).

**Posición sociológica:** indica el valor de importancia de las especies por los diferentes estratos que componen el bosque. Con base en la construcción del Diagrama de Dispersión de Ogawa es posible diferenciar los estratos altitudinales que componen el bosque, una vez definido los estratos con sus respectivos intervalos para la altura total, se ubican las especies con sus abundancias dentro de cada una de ellos, para determinar la posición sociológica de las mismas. (Melo y Vargas, 2003). Los rangos usados para el presente estudio son los siguientes: inferior entre los < a 4 metros de altura e intermedio entre los 4,1 y 8,0 metros de altura, superior 8,1 a 12,0 m altura y emergente > 12,1 m altura.

#### **Área basal:**

Es la suma por unidad de superficie de todos los fustes a nivel del DAP, es otra expresión combinada de DAP y número de árboles. Es directamente deducible el diámetro cuadrático medio, las dos expresiones, área basal y diámetro medio cuadrático, son equivalentes y se utilizan como índices de densidad (Husch y Miller, 1993).

## Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad evaluados para los individuos de DAP >10 cm censados en las 5 parcelas muestreadas, donde se registraron individuos pertenecientes a 7 especies se evaluaron por medio del índice de Shannon Wiener y la riqueza con los índices de Margalef y Menhinick.

El índice de equidad de Shannon busca medir la abundancia proporcional de las especies tomando valores de cero (poco diversa) y cinco (áreas diversas), es decir la diversidad alfa (Mora et al., 2013), se basa en suponer que la heterogeneidad depende del número de especies presentes y de su abundancia relativa en una comunidad (Matteucci et al., 2001), se calcula así (Návar et al., 2009):

Fórmulas:

$$H' = \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:  **$p_i$**  = abundancia proporcional de la i-ésima especie:  $(n_i / N)$ ,  $\ln = x \sqrt{2.71828}$ .

Por su parte, el índice de Margalef estima la diversidad de la comunidad en función del número de individuos, es decir la riqueza de especies, (Mora et al., 2013), los valores inferiores a 2 indican baja diversidad y superiores a 5 alta, calculándose así (Návar et al., 2009):

Fórmulas:

$$D_{mg} = (S-1) / \ln N$$

Dónde: **S** = número de especies recolectadas y **N** = número total de individuos sumando todos los de las S especies.

Por su lado el índice de Menhinick evalúa la diversidad alfa basado en la cualificación del número de especies presentes que indican la riqueza específica, los valores de 3 en adelante indican zonas de biodiversidad alta, (Rodríguez et al., 2015), se calcula así, (Návar et al., 2009):



Fórmula:

$$D_{mn} = S / \sqrt{N}$$

Dónde: **S** = especies recolectadas, **N** = número total de individuos sumando todos los de las S especies.

### **Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos):**

La existencia de la regeneración natural garantiza la sostenibilidad del ecosistema en el tiempo, para su análisis se utilizaron 3 tipos de categorías de tamaños. Para la primera categoría de tamaño (CT1) individuos con alturas menores a 30 cm pertenecientes a los renuevos o plántulas, en la segunda categoría de tamaño (CT2) individuos con alturas entre los entre 31 a 150 cm representado por los brinzales y los latizales en la tercera categoría (CT3) individuos con alturas mayores a 150 cm y DAP menor a 10 cm, Aguirre et al., 2021.

**Acuática:** Para el muestreo de la vegetación acuática se realizó un muestreo semicuantitativo a partir de la determinación en abundancia porcentual de cada especie dentro de un cuadrante de 1 X 1 m y subcuadrantes de 0,1 X 0,1 m, por humedal se estableció 1 cuadrante y 1 subcuadrante, adaptando la metodología establecida por Zambrano et al., 2015.

#### **6.4.1.2 Caracterización Avifauna**


Para el inventario de aves se aplicó el método de conteo de puntos; el cual consiste en el registro de las aves vistas o escuchadas durante periodos de tiempo establecidos, en puntos separados por 50- 100 m. Para la evaluación, se seleccionó un transecto de 200 m en el sendero a muestrear en donde se establecen 5 puntos de muestreo cada 40 m. En cada punto fijo se permaneció durante 24 minutos con el fin de contar los individuos observados y escuchados, iniciando a las 8:00 a.m. y finalizando a las 10:00 a.m. aproximadamente. Así mismo, se realizaron búsquedas intensivas de aves en puntos fijos dentro del bosque, la información obtenida se utilizó para la lista final de aves, no así para la estimación de abundancia. Para el muestreo de aves se realizó un esfuerzo de 2 horas como mínimo, de las cuales el 50% se realizan en el método de conteo por punto y el otro 50% en las búsquedas intensivas (The Nature Conservancy, 2002). Usando la adaptación que realizó

(Arias Carrillo, 2022) a la clasificación de (Stiles y Rosselli, 1998), se realizó la clasificación por gremios por variedad de dieta y forma de explotarla. De igual modo, se clasificaron las especies teniendo en cuenta la lista roja de la Unión Internacional para la conservación de la naturaleza-UICN, en cuanto a las categorías de amenazas e identificando las especies con la ayuda de la Guía ilustrada de la avifauna colombiana del biólogo Fernando Ayerbe Quiñones, con la observación directa y conocimiento propio, uso de binoculares, registro con cámara fotográfica, consulta a expertos, bases de datos de plataformas virtuales como Cornell Lab of Ornithology y guías de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM.

#### 6.4.1.3 **Caracterización fisicoquímica del agua**

El procedimiento para la realización de la toma de muestras y caracterización de los parámetros fisicoquímicos se dio uso a los siguientes Métodos:

Tabla 3 *Metodología aplicada para la toma de parámetros fisicoquímicos del agua.*

Método	Parámetro	Observaciones	Instrumentación
ASTM D 888 – 12	Oxígeno disuelto	Para la toma de los parámetros Porcentaje demanda de oxígeno (% DO) y ppm DO, pH, Temperatura °C, se usó un Multiparameter HANNA referencia HI 9829.	

<p>E1 MÉTODO C SM 5220 D</p>	<p>DQO (Demanda química de oxígeno)</p>	<p>Se implementó en una hoja de campo el registro de los parámetros reportados en el momento de la toma de la muestra puntual y se aplicó la cadena de custodia correspondiente.</p>	
<p>SM 5210 B, SM 4500 O – H</p>	<p>DBO5 (Demanda biológica de oxígeno)</p>		
<p>SM 4500 H+ B</p>	<p>PH</p>		
<p>SM 2550 B</p>	<p>Temperatura de la muestra</p>		

El análisis de las muestras fue realizado por el Laboratorio CONSTRUCSUELO SUMINISTROS LTDA INGENIERIA-LABORATORIO-SERVICIOS, laboratorio acreditado ISO/IEC 17025: 2017 Resolución No. 0003 del 02 de enero del 2019.

## **7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **7.1 DERIVADOS DE LA REVISIÓN DOCUMENTAL**

Se realizó la revisión de 90 documentos de los cuales se tuvo en cuenta aquellos que aportaron información relevante para la presente investigación, a continuación se exponen los principales resultados obtenidos:

#### **7.1.1 Generalidades para RE**

En los procesos de restauración no se identifica una regla o modelo específico que determine el camino a seguir, debido a que cada ecosistema guarda unas características particulares, por ende, desde la ecología de la restauración un aporte importante a la hora de hacer investigación en RE, recomienda tener en cuenta los resultados obtenidos en otros procesos restaurativos; sin embargo, el apoyo institucional, la empresa privada, la comunidad interesada y la financiación de las actividades, son garantía de resultados positivos, (Vargas, 2011). Otro aspecto relevante que no se debe dejar de lado es el factor tiempo empleado en la planificación de actividades del cronograma propuesto, y que influirá en un futuro en la planificación de las estrategias de seguimiento, (Bell et al., 2014). Para todos los casos, es menester aclarar que siempre la restauración pasiva, acompañada de la eliminación de las presiones relevantes (Pastoreo, el fuego y los cultivos como degradadores del ecosistema y la presencia de especies exóticas) (Dimson et al., 2020), que causan el deterioro del ecosistema, la convierten en la estrategia más conveniente y de mejores resultados. Caso contrario cuando sea imposible el control de estas presiones, la mejor alternativa, será implementar la restauración activa como mecanismo de conservación, (Vargas, 2011). En procesos de RE activa esta tiene mayor contribución a la preservación de la avifauna, al registrarse especies con mayor especificidad y requerimiento de hábitat, lo que la convierte en

una buena alternativa para las aves típicas de bosque, trayendo mayores beneficios ambientales que la RE pasiva del ecosistema a recuperar (Gil, 2019).

Vargas (2011), plantea en su trabajo una lista de principios básicos a tener en cuenta en el proceso de RE dentro de los cuales resalta el análisis histórico y actual del área de estudio, que sirva de referente y para ello cita aspectos como el biótico y abiótico, climático, ecosistemas de referencia y sistemas productivos, que se pueden basar tanto en estudios técnicos como en la inclusión de la comunidad local como fuente de información primaria.

Arteta y Lázaro (2016), dicen que el diagnóstico del ecosistema a restaurar debe fundarse en la caracterización de los componentes físico, bióticos y socioeconómico, los cuales deben contener principalmente aspectos como el clima, suelo, hidrogeología e hidrología. La identificación de especies de flora y fauna endémica, con alguna categoría de amenaza contemplados en listados Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres - CITES, además de las aves y mamíferos, anfibios y reptiles. De la comunidad la disponibilidad de servicios públicos, educación, salud, vivienda y su economía, la concepción que tiene la comunidad de la importancia de los ecosistemas. Como principales disturbios del ecosistema se identifican el cambio de uso de suelo por la acción de la deforestación y el paso al pastoreo o cultivos agrícolas, los incendios forestales y la degradación de las zonas por el desarrollo de especies invasoras, (Galindo, 2017) o la sobreexplotación de sus recursos mineros, maderables, faunísticos, etc, (Meli, 2003). Para el caso del bs-T los procesos de RE según Meli, 2003 es indispensable tener en cuenta factores como la densidad poblacional, el ámbito socio económico de la comunidad del área de influencia, la planificación de política que direcciona el uso de los recursos naturales y destino de los recursos derivados del bs-T y el financiamiento e inversión en los proyectos de conservación e investigación de estos ecosistemas, así mismo, considerar la temporalidad del abandono de áreas con prácticas de uso del suelo y el reconocimiento de sus causas, (Alvarado y Otero, 2017). Igualmente, estos

últimos, hacen énfasis en la contribución de una política que favorezca la reconversión de la producción agrícola y pecuaria a la recuperación y restauración de las áreas intervenidas. Exponen que con la inexistencia de actividades en las áreas degradadas se consigue que, en los escasos fragmentos de bosque existentes, áreas naturales conservadas y persistentes se consoliden núcleos y corredores de restauración entre áreas, World Wildlife Fundation. (s.f.), generando que estos se conecten por la acción de recolonización de especies pioneras y el incremento de la diversidad biológica, asumiendo una dinámica de intercambio entre áreas naturales y cultivadas, asumiendo que la capacidad de recuperación del bosque seco no se ha perdido. En consecuencia, un indicador para la planificación de los procesos de RE y de las estrategias a implementar, es la dinámica de lluvias en el bs-T, partiendo de que en temporada seca las especies pioneras herbáceas, derivadas de banco de semillas o fuente de propágulos del suelo invaden los espacios abandonados intensificando el comportamiento del disturbio, convirtiéndolo en una barrera para la recolonización de especies y la diversidad biológica.

### **7.1.2 Estrategias de restauración ecológica.**

(Torres-Rodríguez et al., 2019) en los municipios del Agrado, Gigante, Garzón y Paicol específicamente en la CHEQ, dentro de las estrategias de restauración (ER) establecieron árboles nodriza. (Suárez y Vargas, 2019) Implementaron la estrategia de nucleación mediante la técnica de plantar especies leñosas en arreglos irregulares y núcleos de regeneración en parches de estructura abierta y arboles aislados de la familia Moraceae como *Ficus pallida*, *Maclura tinctoria* y *Sorocea sprucei*. Lo anterior con el propósito de ampliar la presencia de dispersores, de regenerar y mejorar la conectividad de núcleos, la fijación del nitrógeno, mejorar el ciclo de nutrientes y proveer de alimento a la fauna, (Corbin y Holl, 2012) (Mora et al., 2012), lo que afianza lo observado por Janzen (1988), quien, en Costa Rica en bosque seco, estas especies formaban parches abiertos cercanos a fragmentos de bosque usados como paso de la fauna dispersora, fuente de semilla,

establecimiento de especies y pérdida de la actividad de pastoreo, (Sandor y Chazdon, 2014). Igualmente, las coberturas de bosque y arbustales sirvieron como la principal fuente de alimento de la avifauna, proveedores de propágulos para la regeneración natural y fuentes semilleras de especies nativas. Así mismo, para evaluar el éxito de la implementación de ER tomaron como guía, los ecosistemas de referencia para diferentes estratos arbustivos y arbóreos, (Galindo, 2017), para la implementación de las estrategias de restauración en orden las familias usadas fueron Fabaceae, Sapindaceae, Anacardiaceae, Malvaceae, Bignoniaceae y Meliaceae. Resaltando los géneros y especies de la Familia Fabaceae las de mayor uso, están *Acacia catechu*, *Acacia coulteri*, *Acacia farnesiana*, *Acacia gerrardii*, *Acacia karroo*, *Acacia koa*, *Acacia nilótica*, *Acacia paniculata* y *Acacia polyacantha*. Sánchez (2022), muestra como resultados las especies que presentaron mayor porcentaje de supervivencia en procesos de restauración fueron *Guazuma ulmifolia*, *Tabebuia rosea*, *Spondias axillaris* y *Anadenanthera colubrina*. Para la selección de especies se basó en los criterios de abundancia en áreas cercanas del proyecto y por rasgos funcionales (tasa fotosintética, uso eficiente del agua, tamaño y tipo de semilla, densidad de la madera, entre otros). Además de la categoría de amenaza de las listas rojas de la UICN de las especies”. Lo anterior concuerda con Dimson et al., 2020, quien aplico como acciones de la gestión el control de vegetación competitiva y el riego continuo. Este selecciono las especies por características funcionales, abundancia local y especies en procesos de extinción o amenazadas. Galindo, 2017 también realizó selección de especies basado en: (1) alta supervivencia en estudios previos en la región, altas tasas de crecimiento y amplio desarrollo de cubierta de copas en los primeros años y (2) disponibilidad en los viveros locales.

Melo et al., 2019, la estructura vertical y los perfiles evaluados muestran tres coberturas, la primera bosques de asociaciones dominantes y relativamente estables como la asociación de la zona de estudio Chaparral dominada por las especies *Curatella americana*, *G. ulmifolia*, *Tabebuia chrysantha*, *Anadenanthera*

*peregrina*, *Xylopia aromatica* y *Coccoloba obovata*, presentes en terrenos ondulados con pendientes medias a bajas. La segunda bosques en terrenos muy pendientes donde dominan árboles remanentes de *Anacardium excelsum*, *Astronium graveolens* y *Guarea trichilioides* y una tercera rastrojos altos o bosques secundarios que se han establecido en áreas de pendiente media a alta con una alta heterogeneidad y alta presencia de claros y dominada por especies pioneras e intermedias como *Cordia alliodora* y *Myrcia* sp. Como resultado se tiene la típica formación de bosques riparios asociados a los drenajes y altas pendientes en los bosques secos tropicales. Los árboles encontrados corresponden a árboles del presente y pasado con especies como *Bursera simaruba*, *A. graveolens* y *Albizia guachapele* para el primer grupo y *Cedrela lilloi* y *A. graveolens* representan remanentes de lo que serían sucesiones avanzadas. En cuanto a estratificación los bosques determinaron de tres a cinco estratos definidos, con pocos árboles emergentes, solo en los bosques ribereños donde existen árboles remanentes de especies de gran porte como *P. guachapele*, *A. excelsum*, *A. graveolens* y *Pseudobombax spectrum*. Las especies reportadas por el IVI se destacan los géneros *Cordia* sp., *A. graveolens*, *A. excelsum*, *Trichilia* sp., *Coccoloba* sp. y *Tabebuia* sp.. Concluye que las especies *C. americana*, *A. excelsum* y *Myrcia* sp. y de la familia Myrtaceae y Anacardiaceae se presentan dominantes formando una comunidad homogénea. La palma *S. butyracea* coloniza áreas abiertas, las especies *G. ulmifolia* y *T. chrysantha* dominan matrices de pastos y cultivos semestrales, y la especie *V. lehmannii* abunda en áreas de transición a bosque premontano en la Cordillera Occidental. Finalmente, las familias Fabaceae y Mimosoideae fueron las más abundantes. Lo anterior fue determinado también por (Melo y Vargas, 2002, Mendoza, 1999, Rangel, 1997, Arruda et al., 2011, García, 2009, Uribe et al., 2001, Banda et al., 2016, Salomão et al., 2012).

En cuanto a las especies con mayor importancia ecológica, Melo et al. (2019), identificaron dos especies dentro de la ecorregión fueron en su orden *C. americana*, *T. chrysantha* y *A. excelsum*; al presentarse en áreas potenciales para ser



conservadas. Los bosques se encuentran en un estado de transición a la recuperación estructural por presentar mayor número de individuos en las clases diamétricas intermedias.

Según Arévalo y Luna (2019) los mecanismos que se pueden implementar en un protocolo de restauración ecológica corresponden a manejo de la erosión y de especies invasoras, recuperación de coberturas vegetales y de la diversidad ecológica en zonas estratégicas, todo lo anterior, con el uso de técnicas de bioingeniería, arreglos florísticos de nucleación y tresbolillo, inclusión de la comunidad a través de capacitaciones frente a las técnicas empleadas y los recursos financieros a destinar.

Galindo, 2017 aconseja dentro de las recomendaciones para el manejo de la plantación como principal tratamiento, el riego, combinado con fertilizante, herbicidas, control de pastos y herbáceas, uso de hongos micorrizigenos, siembra con nodriza y restricción de luz, hidrogel y mejorados del suelo a plantar (retención de la humedad y disponibilidad de nutrientes) y acolchados junto a la planta. Los tratamientos más exitosos en orden, se presentan: aplicación de hidrogel, fertilizante, corte de pastos y herbáceas y el más exitoso el riego. El uso de nodriza es efectivo siempre y cuando se aplique riego, fertilizante y sombrío. La siembra mixta es más efectiva que la siembra en monocultivo, al realizarse con especies nativas debido a que permiten recuperar las condiciones y funciones del ecosistema y la biodiversidad del paisaje degradado. Recomienda el uso de especies eficientes en el uso de recursos, es decir, de los nutrientes, de la luz y del agua. La supervivencia está determinada por factores como la conductancia estomática y el diámetro basal de los individuos expuestos a temporadas de sequía o sin sombrío, es decir especies con tallos amplios. Melo et al., 2019 indica que para el proceso de establecimiento o técnicas de manejo de la plantación son importantes el riego, herbicida, acolchados, micorrizas, nodrizas, fertilizante, hidrogel, corte de pastos y hierbas, mejorador y luz.

### 7.1.3 Estudios sobre especies para la RE.

Lamd et al., (1997), identificaron las especies prioritarias a utilizar en programas de RE, priorizando aquellas de crecimiento rápido, fijadoras de nitrógeno y capaces de mejorar la fertilidad del suelo, inhibitorias de crecimiento de hierbas o pastos, atractivas a frugívoros, mutualistas capaces de sostenerse en condiciones de estrés, dispersoras pobres (frutos grandes), colonizadoras de sitios, disponibles en condiciones microclimáticas apropiadas, especies raras o amenazadas. Justificando su selección por ser especies que reducen el uso de costosos fertilizantes, mantienen poblaciones silvestres y aumentan el tamaño poblacional. Según Vargas et al., (2015) en su estudio conceptúan que las especies *Albizia saman* y *P. dulce* manifiestan excelentes resultados de germinación en los tratamientos aplicados a partir de las variaciones en las condiciones de luminosidad, a lo que Esquivel et al., (2009) define la primera como una especie tolerante a altas condiciones de luminosidad en sitios altamente perturbados y en zona de potreros. Sánchez, (2022) en su estudio concluye que las especies *Cedrela odorata*, y *G. ulmifolia* fueron seleccionadas por ser especies pioneras, y con una alta presencia en vegetación secundaria, usadas para conservación y mejoramiento en la fertilidad del suelo, productoras de gran cantidad de materia orgánica o biomasa para la conformación de suelo. La especie *S. axillaris* es también una especie pionera de rápido crecimiento, con buen desarrollo en espacios amplios y soporta alta luminosidad. Por su categoría de amenaza en listas rojas de la UICN las especies encontradas *Dalbergia retusa*, *Kokia drynarioides* y *Caesalpinia kavaiensis* en categoría de situación crítica, *Pleomele hawaiiensis* y *Amburana cearensis* en categoría de peligro, *Canavalia hawaiiensis*, *C. odorata* y *Diospyros sandwicensis* en categoría vulnerable. Y la especie *G. ulmifolia* en categoría de Baja preocupación (LC) y la cual posee un alto porcentaje de supervivencia.

Galindo, 2017 La especie *Inga* por su rápido crecimiento suprime gramíneas agresivas, genera abundante hojarasca que protege el suelo, aumenta la disponibilidad de nutrientes, de la avifauna, crecimiento de especies maderables,

(Holl et al., 2011), (Fink et al., 2009), (Nichols et al., 2001), (Nichols y Carpenter, 2006). Sin embargo, Galindo, 2017, en que es una especie que no favorece a especies de semillas pequeñas, disminuyendo el porcentaje de germinación y el desarrollo de plántulas, por la capa espesa que conforma sus hojas y la lenta descomposición de este mantillo. El efecto borde es considerado una alternativa bastante favorable en procesos de RE debido a que con ella se amplían y recolonizan los fragmentos de bosque, se promueven micrositios para especies tardías o tolerantes a la sombra y de especies pioneras en sitios continuos al borde, consiguiendo la reconexión de hábitats. Este varía en función del tipo de vegetación nativa, especies presentes, área del fragmento, nivel de perturbación, y variables climáticas y edáficas. Como alternativa en la RE dependerá del componente biótico existente en el ecosistema a tratar como el banco de semillas en el suelo, los microorganismos edáficos, reproducción vegetativa, estructura del bosque, y grupo de polinizadores, dispersores de semillas, predadores herbívoros, etc.

Lo que coincide con Díaz et al., (2019) quienes advierten que en la CHEQ ubicada en la vereda Pedernal del municipio del Agrado, la supervivencia fue mayor en la ER en nodrizas agrupadas y menor en la ER en enriquecimiento de bosque, con un porcentaje de mayor supervivencia con las especies *Celtis iguanaea* y *M.tinctoria*. Igualmente, el mayor porcentaje de mortalidad se presenció en *C. odorata* *R. armata*, *E. cyclocarpum* y *G. guidonia*, debido al déficit hídrico en la zona. La ER nodriza es efectiva en árboles con sombrero y riego, coincidiendo con Badano et al., (2009).

(Suárez y Vargas, 2019), muestran que en la Hacienda El Triunfo del municipio de Honda Tolima durante la caracterización florística, las familias con mayor riqueza fueron Fabaceae y Bignoniaceae seguidas de Malvaceae, Moraceae, Anacardiaceae y Euphorbiaceae. Del índice de valor de importancia (I.V.I) concluyen que está representado por las especies *E. procera*, *M. capote*, *Trichilia pallida*, *Machaerium goudoti*, *Mayna odorata*, *T. appendiculata*, *Platymiscium pinnatum*, *Sorocea sprucei*, *T. rosea*, *S. mombin*.

Para el estudio de Roa y Torres (2021) familias con mayor riqueza correspondieron a Rubiaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Arecaceae, Clusiaceae, Cyatheaceae y Solanaceae; siendo los géneros *Miconia*, *Palicourea*, *Ocotea*, *Chrysochlamys*, *Cyathea*, *Guettarda* y *Ladenbergia* los de mayor representatividad.

En los procesos de RE se debe garantizar que las poblaciones a conformar se deriven teniendo en cuenta la variabilidad genética, su historia natural, la continua interacción con el entorno y su capacidad de adaptación al cambio climático, contrarrestando con esto la pérdida de biodiversidad y desertificación. Esto beneficia la identificación de fuentes de germoplasma favoreciendo la adaptabilidad del material a establecer y su tolerancia a adversidades Thomas et al., (2014). De lo contrario favorece la endogamia Lowe, et.al., (2005), desmejora cantidad y calidad de la progenie producida generando un efecto negativo en la regeneración natural, Casante et al., (2002).

#### **7.1.4 Tipo de cobertura en RE.**

Como tensionantes en procesos de RE del bs-T se identifican la ausencia de fuentes semilleras, el deterioro de los suelos, la competencia con gramíneas exóticas (Holl et al., 2000, Cabin et al., 2002), seguido de la disponibilidad de agua en época de sequía que imposibilita la germinación y el establecimiento de las plántulas. (Vieira y Scariot, 2006), esto en cuanto a conformación de bosque, donde la dispersión de semillas está determinado por fauna como mamíferos, aves y ganado, seguido del viento y del fruto capsular seco, (Suárez y Vargas, 2019). La incidencia de esta fauna en estas áreas es vital para dispersar semillas, sin embargo influye la cobertura existente en el territorio; es así como en los bordes el porcentaje de zoocoria es mayor que en los parches, lo que intuye que los animales en áreas de grandes bosques no se aventuran a cruzar fragmentos de bosques, (Ceccon et al., 2006), afectando especies únicas de borde con semillas grandes, (Vargas et al., 2015) como *Gustavia verticillata* y *Pouteria* sp. Para el estudio el I.V.I, el síndrome y el tipo de dispersión permitieron formular a las especies más adecuadas a establecer en los elementos del paisaje, identificar las limitantes en regeneración y

en procesos de restauración, así como, el análisis de correspondencia detendenciado (DCA) permite identificar que especies se pueden ir incluyendo con el avance de las fases de las estrategias implementadas. Justamente, en ecosistema de parches y bordes en estratos herbáceo y arbustivo se incluirían especies como *Ocimum campechianum* y *Wedelia calycina* (bordes), y *Croton hondensis* y *Croton holtonii* (parches). Una vez eliminada la vegetación de pasturas se procede a incluir especies dominantes según el I.V.I. como *E. procera*, *M. odorata*, *Machaerium goudoti*, (bordes), y *Machaerium capote*, *Spondias mombin*, y *Trichilia pallida*, (parches). Seguido de especies con menor I.V.I. como *Pouteria sp.*, y *Randia aculeata*, (bordes) y *Stemmadenia grandiflora*, *Cynophalla amplissima* y *B. simaruba* (parches). En poco tiempo con el crecimiento de las pioneras intermedias con las cuales se recupera la estructura y posteriormente incluir especies de crecimiento lento o de sucesión tardía. (Álvarez-Yépez et al., 2008). La ampliación de los bordes y parches debe realizarse sobre sitios planos con especies que corresponden a *Aspidosperma polyneuron* y *Trichilia oligofoliolata*, *Ceiba pentandra* y *Pseudobombax septenatum*, especies aisladas como *A. saman*, y enriquecimiento según Griscom et al., (2009), con especies como *Monstera adansonii*, *Passiflora coriacea*, *Fridericia spp.*, entre otras. La dominancia de *E. procera* tanto en borde como en parche, especies de las familias Myrtaceae y Fabaceae son bastante adaptables a sitios disturbados y en regeneración. (Londoño y Torres, 2015).

Los árboles aislados compuestos por especies de sucesión avanzada por fuera de sitios de regeneración como bordes y parches, implica un riesgo de conservación para especies como *A. saman*, *A. guachapele* o *Ficus pallida*, las cuales no se dispersan, ni se establecen en sitios nuevos, sin vegetación acompañante, Sandor y Chazdon (2014), poniéndolas en riesgo al mantenimiento de sus poblaciones en el largo plazo, como sucede también con la especie *Attalea butyracea*. Vargas (2012).

En procesos de sucesión para sitios abiertos se recomienda el género *Sida* y *Croton*, el primero lejos de los parches y la segunda cerca de parches o bordes. Conforman rastrojos en áreas abiertas de pasturas, (Vargas et al., 2015), resistentes a temporadas de sequías. (Figueroa y Galeano, 2007). Una vez conformados los rastrojos se sigue con el establecimiento de especies como *S. mombin*, *Spondias purpurea* y *A. graveolens*, resistentes a las condiciones propias del bosque seco. En los primeros años de sucesión, es decir 2 a 5 años, Avella et al., (2019), sugiere la implementación de especies pioneras como *C. leptostachyus*, *C. glabellus*, *C. hibiscifolius*, *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart, *E. florida*, *Eugenia catharinensis*, *Z. rigidum*, *E. egensis*, *G. ulmifolia*, *C. corymbosa*, *C. praecox*, *S. spectabilis*, *Acacia farnesiana*, *C. mangense*, *C. alliodora*, *Rondeletia pubecens* y *P. dulce*. En zonas de arbustales y bosques secundarios con edades de 6 a 15 años recomiendan especies como *A. graveolens*, *P. septenatum*, *M. tinctoria*, *C. tolimensis*, *M. capote*, *T. hirta*, *Guettarda malacophylla*, *Aspidosperma cuspa*, *Guapira pubecens*, *Hirtella americana*, *T. cumingiana* y *Simira cordifolia*. En procesos de sucesión también son importantes patrones como la historia de uso y especies amenazadas por sobreexplotación del recurso. Además, como criterios de selección de especies en áreas abiertas como pastizales, según (Arias, 2019), determinó una producción mayor de semillas por metro cuadrado en comparación con el área de bosque. Es así como en el estudio se identificaron las especies *Urochloa brizantha* y *Porophyllum ruderale* como las de mayor contribución en la lluvia de semillas. En cuanto al tipo de cobertura existe una mayor lluvia de semillas en arbustal, al igual que en bosque y pastizal en regeneración que en las coberturas de borde de bosque y pastizal abierto. Es importante mencionar que en dicho estudio se obtuvo un mayor número de semillas en época seca que en la época húmeda y las especies con mayor aporte en semillas fueron: *U. brizantha* seguido de *G. ulmifolia*. La lluvia de semillas está representada principalmente por las familias Asteraceae, Malvaceae y Fabaceae, donde las especies más abundantes durante este proceso en bosque se hayan *Schnella glabra*, *Cucurbitaceae*, *Triplaris cumingiana*, *Tillandsia sp*, *Trichilia hirta*, en el borde de bosque por *G. ulmifolia*,

*Helicteres barunensis*, *Urochloa brizantha*, *Gouania polygama*, *Serjania grandis*, en arbustal por *Porophyllum ruderale*, *Gouania polygama*, *Poaceae sp.*, *Lasiacis sorghoidea*, *Serjania grandis*, en pastizal abierto por *Urochloa brizantha*, *G. ulmifolia*, *Lepidaploa gracilis*, *Indigofera suffruticosa*, *Chloroleucon mangense* y en pastizal en regeneración por *Lepidaploa gracilis*, *Desmodium adscendens*, *Urochloa brizantha*, *Croton hibiscifolius*, *Dioclea sericea*.

Esto es gracias a la morfología de las semillas que por acción del viento son dispersadas con facilidad.

Este mismo estudio oriente que para la zona de estudio el síndrome de dispersión más significativo en concordancia con el número de especies presentes en las coberturas fue la anemocoria, coincidiendo con (Barbosa et al., 1989), (Viana et al., 2018), (Sabogal, 1992), (Machado et al., 1997), (Tabarelli et al., 2003), (Chazdon, 2003), (Ceccon y Hernández, 2009).

Es importante relacionar lo dicho por Avella et al., (2019) quien expone que la zona a través del tiempo el uso del suelo ha sido transformado, pasando de zonas boscosas a potreros, conservando únicamente algunos relictos de bosque como medio de extracción de madera y zonas de protección de fuentes hídricas, además de la ganadería, donde antiguamente la zona era cultivada en arroz, maíz y zorgo.

Es así como estas zonas están caracterizadas por especies de sucesión temprana, con especies pioneras que forman extensas áreas de bancos de semillas en concordancia con Dalling, (2002); lo que las hace clave a la hora de implementar ER en zonas con alto grado de intervención antrópica. Sin embargo, en zona de pastizal abierto la especie *Urochloa brizantha* genera limitantes para el desarrollo de especies arbóreas derivadas de banco de semillas, compitiendo por recursos y por la baja luminosidad para especies que por competencia no logran desarrollarse. Según Trujillo et al., (2008) la lluvia de semillas puede considerarse como una herramienta diagnóstica para determinar el grado de disturbio de un ecosistema y la capacidad que tiene para restaurarse, es así como en áreas con mayores perturbaciones como arbustales y pastos arbolados contribuyen a la conformación

de paisaje y regeneración del mismo, conforme a lo definido por (Flores y Dezzeeo, 2005), quienes hacen énfasis en lo anterior y proponen incluir especies de dosel y sotobosque en arbustales y especies heliófilas en zona de pastizal.

Como también apuntan que las condiciones climáticas también inciden para la especie *E. cyclocarpum* la cual es considerada una especie vulnerable a los cambios como el verano o época seca, considerando en arreglos de nucleación el riego continuo.

El estudio desarrollado por Olascuaga et al., (2016), consiste en el análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bs-T en Toluviejo departamento de Sucre Colombia, encontraron como en los estudios anteriormente nombrados que las familias fabaceae, sapindaceae y rubiaceae, entre otras apocynaceae, bignoniaceae, malvaceae, euphorbiaceae y capparaceae, presentaron mayor riqueza, la primera con un total de 21 especies, 18 géneros, entre estos; *Brosimum* con mayor dominancia en la sucesión vegetal, luego de *Astronium*, *Capparidastrium*, *Tabernaemontana*, *Melicoccus* y *Amaioua*, con un mayor número de individuos en las etapas sucesionales evaluadas, es decir, en el matorral (estadio temprano-ETE), seguido del bosque (estadio tardío-ETA) y en el borde del bosque (estadio intermedio-EI). En cuanto al índice de valor importancia las especies con mayor IVI para el estadio temprano fueron *A. graveolens*, *G. ulmifolia* y *G. sepium*, continuando con la etapa intermedia están *Brosimum alicastrum*, *Caesalpinia* sp. y *Lecythis minor*. Por último, en el estadio tardío se encuentran *B. alicastrum*, *Urera baccifera*, *Acalypha* sp. y *Bursera simaruba*. En cuanto al análisis de correspondencia sin tendencia (DCA) las especies representativas en el bosque corresponden a *Tabebuia rosea*, *Acalypha* sp., *Aspidosperma curranii*, *Acalypha macrostachya*, *Muntingia calabura* y *Malvaviscus* sp. *Justicia bracteosa*, *Desmanthus virgatus*, *Bursera simaruba*, *Cordia collococca*, *Cavanillesia platanifolia*, *Guazuma tomentosa*, *Dilodendron costaricense*, *Pouzolzia occidentalis*, *Serjania communis*, *Thinouia* sp., *Hillia* sp. y *Paullinia* sp., y para el borde las especies *Aphelandra alberth-smithii*, *Memora cladotricha*, *Malvaviscus concinnus*,



*Clavija mezii*, *Hippotis brevipes*, *Tabernaemontana cymosa* *Philodendron krugii*, *Fridericia conjugata*, *Turbina abutiloides*, *Cordia toqueve*, *Bauhinia guianensis*, *Centrosema sagittatum*, *Caesalpinia sp.*, *Fridericia sp.*, *Vigna sp.* En la cobertura borde del bosque y el matorral las especies *A. graveolens*, *Momordica charantia*, *Ocimum campechianum*, *Smilax aff. officinalis* y *Guazuma sp.*, taxones típicos del matorral, dentro de las cuales sobresalen *Rauvolfia viridis*, *Thevetia ahouai*, *Bunchosia pseudonitida*, *Crescentia cujete*, *Cnidioscolus urens*, *Heliotropium indicum*, *Sida acuta*, *Acmella sp.*, y *Verbesina sp.* Finalmente para la sucesión del bosque las especies *Tabernaemontana amygdalifolia*, *Stemmadenia grandiflora*, *Piper marginatum*, *Capparis indica*, *G. ulmifolia* y *Chomelia spinosa*.

#### **7.1.5 Del monitoreo de las estrategias de RE.**

Según Arebalo y Luna, (2019), para la evaluación de los procesos de RE el sistema de monitoreo más efectivo es la zonificación e identificación de sitios priorizables y el establecimiento de parcelas de monitoreo permanente. Además de incluir la medición de patrones que me indiquen cambios en la estructura, composición y diversidad de especies, y los análisis edáficos e hidrológicos y del componente social. Avella et al., (2019), aconseja el uso de fotografías aéreas y el comparativo entre coberturas y los cambios en el tiempo.

Según Arebalo y Luna, (2019), la descomposición de hojarasca en el suelo y el aporte significativo de la misma tiene efecto positivo para la germinación, supervivencia y el crecimiento de plántulas, sin embargo, puede ser negativo para plántulas en desarrollo al caer este material sobre los individuos, para el caso de la especie *Cecropia engleriana*, especie pionera, de mejor desarrollo en cuanto a hojas y altura en el borde del bosque, sin embargo, se ve afectada por fuertes radiaciones solares y el aporte excesivo de hojarasca. Esta especie presento mejores resultados al establecimiento en los bordes del bosque, al igual que las especies *Albizia occidentalis*, *Cedrela dugesii* y *Ceiba aesculifolia* con porcentaje elevado de supervivencia. *A. occidentalis* presenta un alto crecimiento en la época de lluvia a comparación de las otras dos especies. La especie *Eysenhardtia polystachya* es

una especie de gran importancia en la RE por los beneficios que ofrece a la adaptabilidad de *C. dugesii*, reduce la pérdida de suelo, resulta beneficiosa para sitios perturbados, fija nitrógeno, tasa de crecimiento alta y de semillas y de germinación, según Vázquez-Yanes et al., (1999). *Centrosema macrocarpum* y *Canavalia ensiformes* presentan buen porcentaje de germinación, de sobrevivencia y buen estado fitosanitario, (Galvis y Cuello, 2015).

En este mismo estudio señalan que para la ER los núcleos en potreros el tamaño ideal es 100 m<sup>2</sup>.

Como también revelan que las hormigas arrieras (*Atta sp*) constituyen un papel importante en la transición de pastizales a formaciones boscosas, eliminan sus excretas y desechos hacia la superficie del suelo, aportan nutrientes en los horizontes, traslado de semillas y germinación de plántulas, siendo determinantes en la composición florística de los ecosistemas, (Cortés y León, 2003), (Etter y Botero, 1990).

Avella et al., (2019), en los municipios de Gigante, Garzón y El Agrado, en la CHEQ define al monitorear coberturas que el grupo de pastizales y herbazales tendieron a un acercamiento en la zona de arbustales que se han desarrollado por la no intervención en 5 años, en zonas de potreros con árboles aislados de la especie *Guazuma ulmifolia*. Exhorta que la edad de abandono al ser mayor favorece incremento en número de árboles, área basal y altura promedio, aunque también es determinante las condiciones del suelo, su composición en nutrientes, del microclima, la vegetación remanente, y competencia entre especies. En los primeros estados sucesionales (6 a 10 años) persisten especies como *E. florida*, *E. egensis*, *G. ulmifolia*, *C. corymbosa*, *C. praecox*, *C. hibiscifolius* y *C. mangens* resistiendo a la sequía. Las especies arbóreas *P. septenatum*, *M. capote*, *A. graveolens* y *M. tinctoria* presentes entre los 5 a 15 años. Vargas et al., (2015), instan que en buenas condiciones de luminosidad la especie *P. dulce* presenta resultados óptimos de germinación.

Dimson et al., (2020), indica que para la supervivencia de las plántulas en los tratamientos es definitivo el riego continuo y el control de especies exóticas. Galindo (2017) las especies con mayor tasa de supervivencia en los estudios son: *Spondias axillaris* y *Anadenanthera colubrina*. Las especies *Cedrela odorata*, y *Guazuma ulmifolia* se consideran especies pioneras en vegetación secundaria, ayudan a la conservación de suelo, mejoran fertilidad, producción de biomasa para conformación de suelo. En cuanto a su categoría de amenaza de las listas rojas de la UICN se hallaron en situación Crítica (*Dalbergia retusa*, *Kokia drynarioides* y *Caesalpinia kavaiensis*), dos en Peligro (*Pleomele hawaiiensis* y *Amburana cearensis*) y tres en estado Vulnerable (*Canavalia hawaiiensis*, *Cedrela odorata* y *Diospyros sandwicensis*), dentro de estas *Cedrela odorata* y baja preocupación está *Guazuma ulmifolia*. Para todas las anteriores se evaluó la altura y diámetro de los individuos.

Roa y Torres (2021), identifican especies recomendadas para protección de cauces hídricos de rápido crecimiento y fácil propagación como *Oreopanax incisus*, *Chrysochlamys colombiana*, *Sapium stylare*, *Miconia spp.*, *Palicourea angustifolia*, *Solanum aphyodendron* y *Cecropia telealba*, en concordancia con Vargas (2002). Para procesos de revegetación las especies *Clarisia biflora* conforme a Aguilar, et al., (2018) y *Trichilia martiana* a Pizano et al., (2014). En restauración de pastos pioneras intermedias *A. simplex*, *Freziera nervosa*, *P. angustifolia*, *Palicourea acetosoides*, *O. incisus* y *Ch. latifolia* y enriquecimiento de bosques sucesionales tardías *Myrcia popayanensis*, *Meriania speciosa*, *Nectandra lineatifolia*, *Ocotea insularis* *W. kalbreyeri* y *G. crispiflora*. Arias Carrillo (2022), denotan en su estudio que en la zona de estudio Comejenes, registraron: el ave, tipo de registro obtenido, gremio(s) y la categoría de amenaza en el país, desarrollando y adaptando la clasificación de Stiles y Rosselli, (1998). De aquella observación e identificación se encontraron 10 gremios, aunque dependiendo de la variedad de dieta y forma de explotarla el ave puede clasificarse en más de un gremio, según Stiles y Rosselli, 1998).

Gil, 2019, en su estudio implementaron el método de conteo por puntos con radio fijo (Barlow et al., 2007) (Bibby et al., 2000), registrando por 15 minutos las especies observadas y escuchadas dentro de una circunferencia con radio de 25 m y con una distancia mínima de entre puntos de 150 metros. Por tipo de hábitat se realizaron tres réplicas de una serie de ocho puntos de conteo (24 puntos de conteo por clase de bosque). Los conteos se llevaron a cabo desde las 06:30- 12:30 h, registrando en total seis especies con algún grado de amenaza a nivel global conforme a UICN, 2012, una con categoría En peligro (EN) *Clytoctantes alixi*, dos Vulnerables (VU) *C. hypoleucus* y *R. ambiguus* y tres Casi amenazadas (NT) *T. major*, *O. gujanensis* y *H. gutturalis*. Tres de estas especies fueron registradas en el Bosque control, cinco en la restauración activa y dos en la restauración pasiva.

#### **7.1.6 Parámetros fisicoquímicos**

En el plan de manejo ambiental del humedal Guapotón (CAM. (s.f.)), localizado en el municipio de Guadalupe Huila se encontró que el Oxígeno disuelto fue de 3.36 mg/L, el pH fue de 7.38, Temperatura de la muestra fue de 18.8 °C, DQO fue de 84.59 mg/L, DBO5 fue de <5.0 mg/L. Lo anterior concluye que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) son unas pruebas importantes para medir los efectos contaminantes. La DBO5 para el humedal Guapotón fue menor al límite de cuantificación del método, por lo tanto, se puede decir que presenta baja contaminación por concentración de materia orgánica. El humedal Guapotón presenta un valor de DQO de 84,59 mg/L, valores característicos de este tipo de aguas. La Temperatura determinada para el humedal Guapotón de 18,8°C se encuentra dentro del rango esperado para cuerpos de aguas superficiales de acuerdo a la zona de muestreo; además, los valores concuerdan con la época y el horario en el que se efectuó el muestreo y se corresponden adecuadamente con los pH medidos. El valor del pH encontrado en el humedal Guapotón, es muy adecuado para la proliferación y desarrollo de la vida acuática y la flora. Como ya es sabido la lectura del pH principalmente sirve para determinar si una sustancia resulta ser acida, básica o dado el caso neutro; dentro

de la normatividad existente se ha establecido que los valores extremos permitidos para lecturas de pH en fuentes hídricas, deben encontrarse entre 6.0 y 9.0. Los valores extremos del pH, pueden afectar la flora y fauna acuáticas. El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno en el agua, el cual es esencial para la vida de los organismos; es igualmente un indicador de la contaminación del agua y el soporte que esta puede dar a la vida vegetal y animal. Generalmente un cuerpo de agua con alto contenido de oxígeno es un indicador de agua de buena calidad y un cuerpo con bajos niveles de oxígeno, algunos peces y otros organismos, no pueden sobrevivir. El oxígeno disuelto como indicador, depende de la temperatura del agua, ya que en aguas frías se puede tener más oxígeno que en las aguas calientes. Los niveles de oxígeno pueden variar entre 0 y 18 partes por millón, aunque se requiere un mínimo de 4 ppm para que el cuerpo de agua se pueda soportar diversidad de vida acuática. De acuerdo a los resultados obtenidos, el humedal Guapotón se encontró un valor oxígeno disuelto de 3,36 mg/L y un porcentaje de saturación muy bajo con un valor de 58,1%.

En el plan de manejo ambiental del humedal Casa roja (CAM. (s.f.)), localizado en el municipio de Tesalia Huila se encontró que Oxígeno disuelto 3.57 mg O<sub>2</sub>/L, pH 6.92, Temperatura de la muestra 33.1 °C, DQO 49.33 mg O<sub>2</sub>/L, DBO<sub>5</sub> <5.0 mg O<sub>2</sub>/L. Lo anterior concluye la demanda bioquímica de oxígeno DBO, y la demanda química de oxígeno son unas pruebas importantes para medir los efectos contaminantes. La DBO<sub>5</sub> para el humedal Casa Roja fue menor al límite de cuantificación del método, por lo tanto, se puede decir que presenta baja contaminación por concentración de materia orgánica. El humedal Casa Roja presenta un valor de DQO de 49,33 mg/L, valores característicos de este tipo de aguas.

Las temperaturas se encuentran dentro del rango esperado para cuerpos de aguas superficiales de acuerdo a la zona de muestreo; además, los valores concuerdan con la época y el horario en el que se efectuó el muestreo y se corresponden adecuadamente con los pH medidos. El valor del pH encontrado en el humedal

Casa Roja, es muy adecuado para la proliferación y desarrollo de la vida acuática y la flora. Como ya es sabido la lectura del pH principalmente sirve para determinar si una sustancia resulta ser acida, básica o dado el caso neutro; dentro de la normatividad existente se ha establecido que los valores extremos permitidos para lecturas de pH en fuentes hídricas, deben encontrarse entre 6.0 y 9.0. Los valores extremos del pH, pueden afectar la flora y fauna acuáticas. El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno en el agua, el cual es esencial para la vida de los organismos; es igualmente un indicador de la contaminación del agua y el soporte que esta puede dar a la vida vegetal y animal. Generalmente un cuerpo de agua con alto contenido de oxígeno es un indicador de agua de buena calidad y un cuerpo con bajos niveles de oxígeno, algunos peces y otros organismos, no pueden sobrevivir. El oxígeno disuelto como indicador, depende de la temperatura del agua, ya que en aguas frías se puede tener más oxígeno que en las aguas calientes. De acuerdo a los resultados obtenidos en el plan de manejo ambiental del humedal Casa Roja se encontró un valor oxígeno disuelto de 3,57 mg/L y un porcentaje de saturación bajo con un valor de 62,3%.

## **7.2 DERIVADOS DE LA CARTOGRAFÍA EXISTENTE**

A continuación, se presentan los resultados del análisis multitemporal teniendo en cuenta la metodología Corine Land Cover mencionada en el apartado anterior, con la metodología establecida por el IDEAM. Inicialmente, se muestran las estadísticas individuales por humedal por cada año interpretado, luego de esto se presentan los cambios en área y porcentaje de la cobertura inicial y la final para cada año evaluado.

### 7.2.1 HUMEDAL LA ENEA

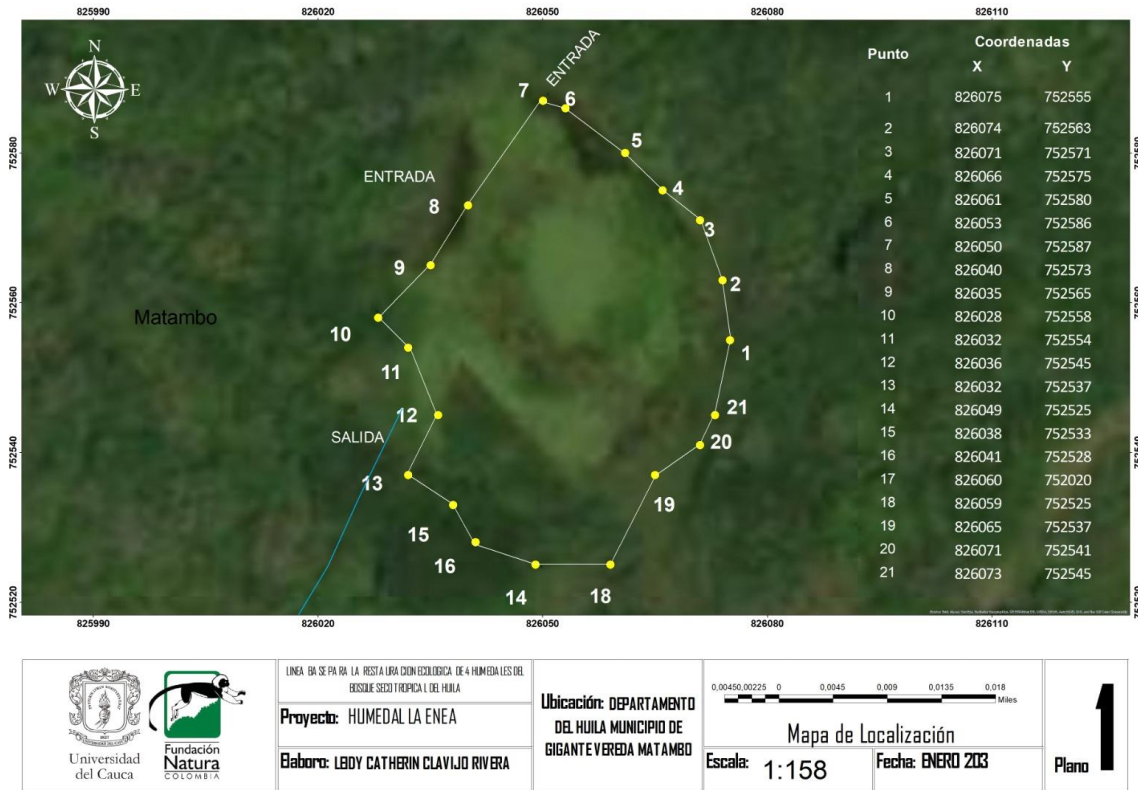
Figura 5 *Humedal La Enea.*



La Enea se encuentra ubicado en la vereda Matambo del municipio de Gigante, cuenta con un área de 1981,35 m<sup>2</sup> y un perímetro de 178,54 m, Ver (Figura 5). La fuente principal que surte el espejo de agua proviene de la escorrentía, a través, de 3 ingresos localizados en las coordenadas X826050 Y752387 a una altura de 993 msnm, X826035 Y752565 a una altura de 994 msnm y X826060 Y752520 a una altura de 999 msnm y 1 egreso ubicado en las coordenadas planas X826032 Y752537 a una altura de 998 msnm.



Figura 6 Mapa Proyección Humedal La Enea.



### 7.2.1.1 Análisis cartográfico

Una vez analizadas las principales coberturas vegetales que sufrieron transformación y su comportamiento en los años 2013 y 2021, a través de la metodología Corined Land Cover se evidencia una disminución total en la cobertura de Pastos Limpios con un área de 94100.4 m<sup>2</sup> que corresponde a 28.38% de la cobertura total y para el año 2021 su área se redujo totalmente, es decir al 0.00%, así mismo, la cobertura con mayor aumento fue la Cobertura Boscosa-bosque denso bajo de tierra firme con un área de 51196.64 m<sup>2</sup> que corresponde a 15.44% en el año 2013 a 175510.19 m<sup>2</sup> que corresponde a 52.94% para el año 2021. Seguidamente la cobertura de Pastos Arb-Herbazal denso de tierra firme arbolado redujo su área pasando de 159042.7 m<sup>2</sup> que corresponde a 47.97 % a un área 135789.96 m<sup>2</sup> para un 40.96%, el resto de coberturas sufrieron cambios por debajo del 5%, (Tabla 4 y Figuras 7 y 8). Lo que refleja que las áreas presentaron cambios



en cuanto al desarrollo de coberturas boscosas al desaparecer los pastos limpios como consecuencia de la sucesión vegetal y del surgimiento de la vegetación secundaria, derivadas de la no intervención antrópica en actividades de adecuación de pasturas y de la producción agropecuaria.

Tabla 4 *Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover La Enea.*

Tipo de Cobertura	01/09/2013		13/01/2021	
	Área m2	%	Área m2	%
Cobertura Boscosa-Bosque Denso bajo de tierra firme	51196.64	15.44	175510.19	52.94
Cuerpo de Agua - Lagunas Lagos y Ciénagas	1164.863	0.35	951.60	0.29
Pastos Arb-Herbazal denso de tierra firme arbolado	159042.7	47.97	135789.96	40.96
Pastos Erosionados-Tierras Desnudas y Degradadas	19221.31	5.80	13756.52	4.15
Red Vial y terrenos asociados	4405.699	1.33	4406.35	1.33
Tejido Urbano Discontinuo "Viviendas"	1989.098	0.60	492.84	0.15
Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	423.9458	0.13	637.21	0.19
Pastos Limpios	94100.4	28.38	0.00	0.00
<b>Total general</b>	<b>331544.7</b>		<b>331544.7</b>	

Figura 7 Mapa de localización La Enea y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2013.

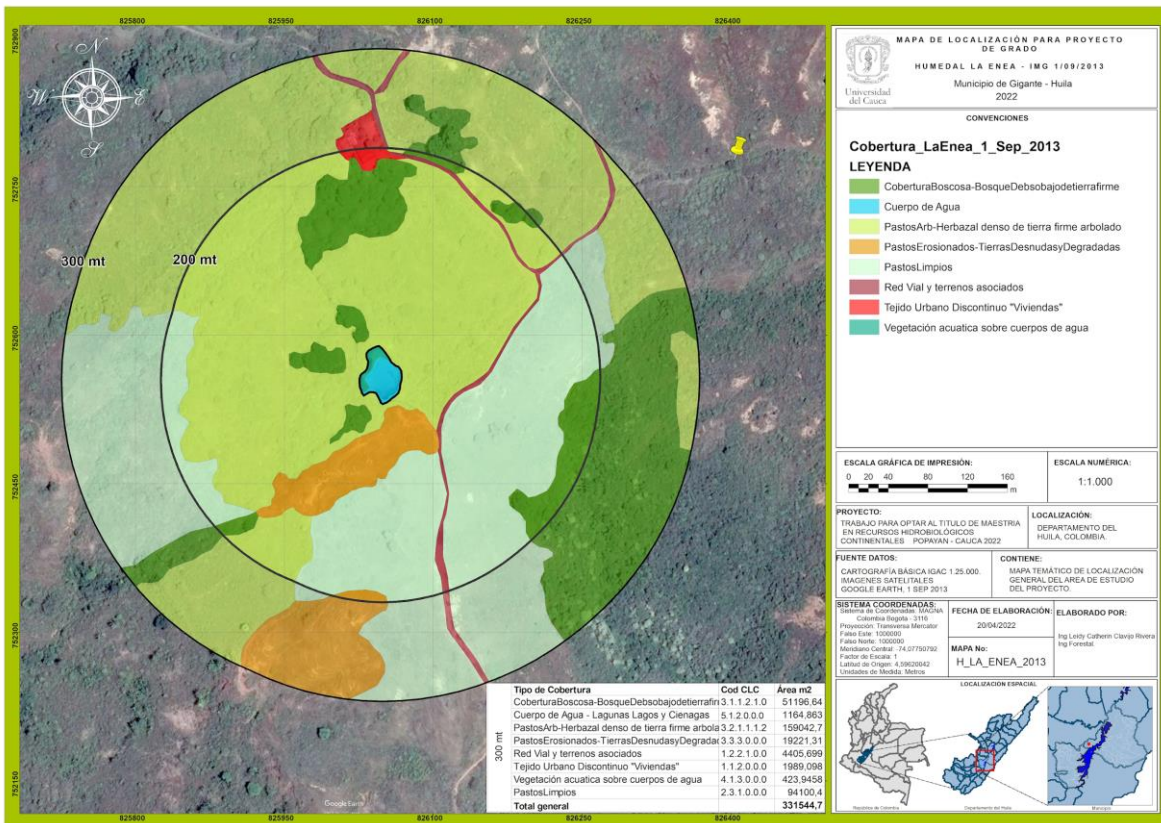
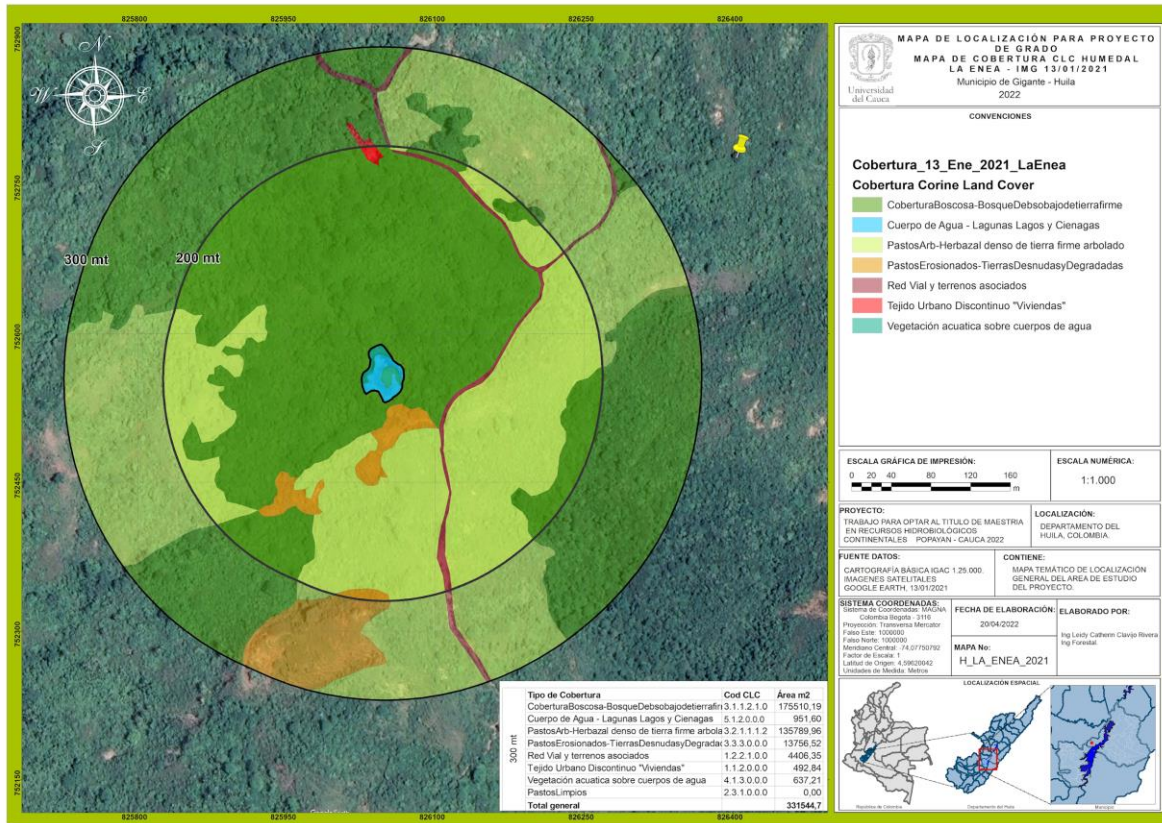


Figura 8 Mapa de localización La Enea y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2021.



## 7.2.1.2 Componente biótico

### 7.2.1.2.1 Vegetación Terrestre

#### Composición florística fustales

Para el humedal La Enea, se registró un total de 20 individuos en estado fustal, los cuales están representadas en 5 familias, 7 géneros y 7 especies, de las cuales la especie *Maclura tinctoria* es la más abundante con ocho (8) individuos (Tabla 5).

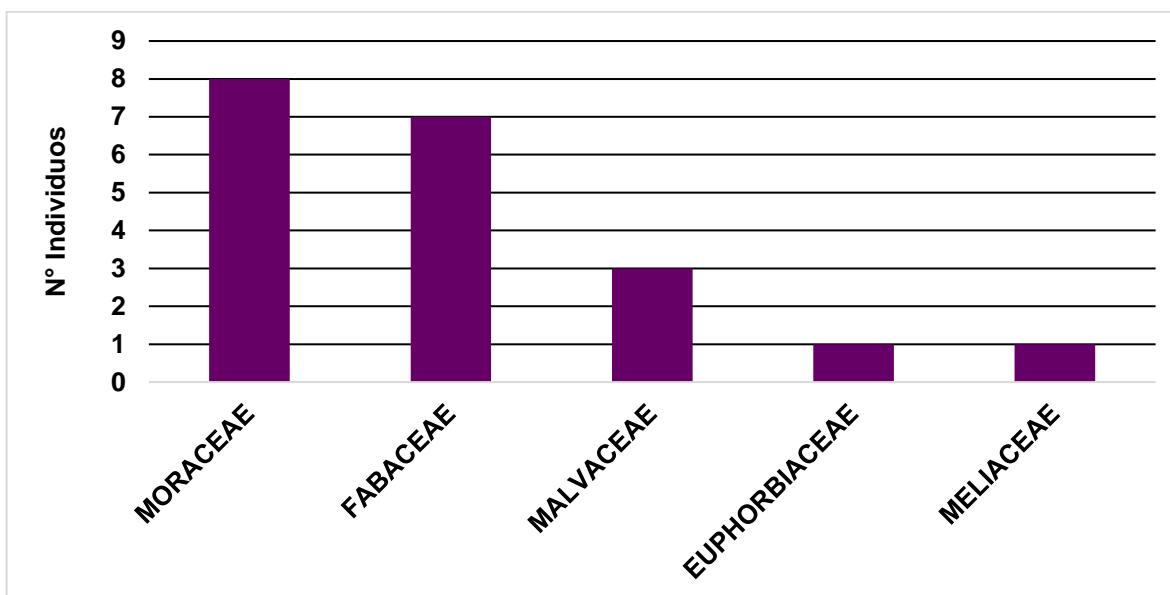
Tabla 5 *Composición florística fustales en el Humedal La Enea en la vereda Matambo del Municipio de Gigante Huila.*

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
MELIACEAE	Guarea	<i>Guarea guidonia</i>	1	5,00
MORACEAE	Maclura	<i>Maclura tinctoria</i>	8	40,00
MALVACEAE	Guazuma	<i>Guazuma</i>	3	15,00

		<i>ulmifolia</i>		
	Pithecellobium	<i>Pithecellobium dulce</i>	1	5,00
FABACEAE	Chloroleucon	<i>Chloroleucon mangense</i>	3	15,00
	Senna	<i>Senna spectabilis</i>	3	15,00
EUPHORBIACEAE	Croton	<i>Croton hibiscifolius</i>	1	5,00
	<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>100</b>

En la Figura 9, se muestran las 5 familias más abundantes de este ecosistema, en donde Moraceae fue la más representativa con el 40%, seguida de Fabaceae con un 35% y Malvaceae con un 15%, por último, Meliaceae y Euphorbiaceae con el 5% cada una.

Figura 9 Abundancia de familias en el Humedal La Enea.



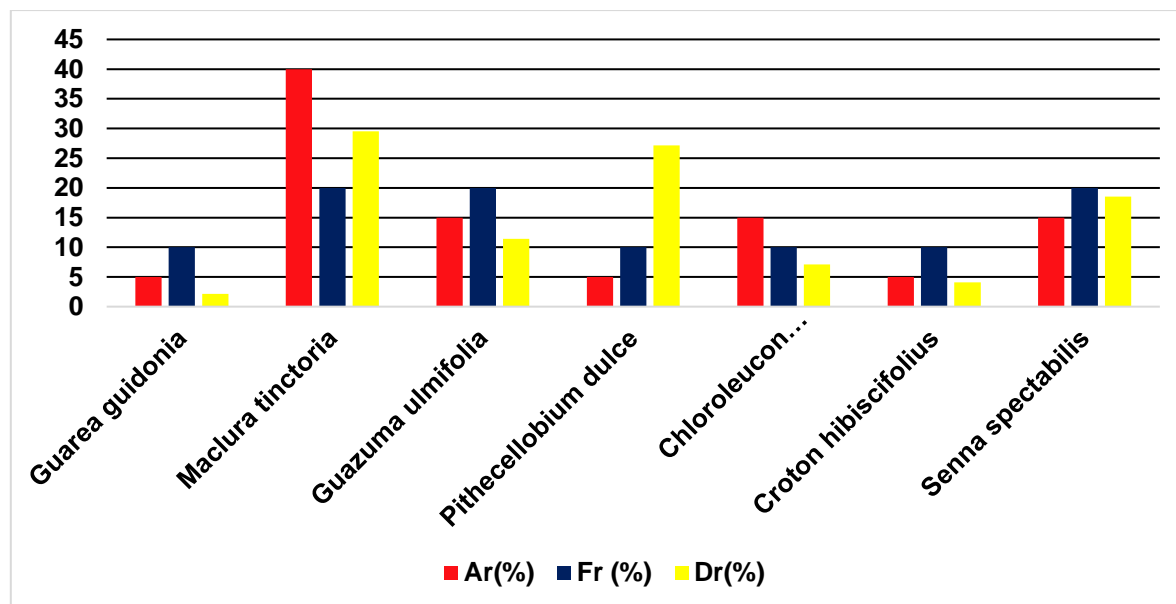
### Estructura horizontal

De acuerdo con los resultados del cálculo del IVI, la especie con mayor peso ecológico dentro de la comunidad vegetal en el Humedal La Enea fue *Maclura tinctoria* con un IVI del 89,526, seguido de *Senna spectabilis* con un valor de IVI de 53,558. En tercer lugar, *Guazuma ulmifolia* con un 46,404, (Tabla 6).

Tabla 6 IVI del Humedal La Enea.

Especie	Densidad/Arb. Ha	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar (%)	Fa	Fr (%)	Da	Dr (%)	
<i>Guarea guidonia</i>	20	1	5	20	10	0,01	2,15	17,15
<i>Maclura tinctoria</i>	160	8	40	40	20	0,11	29,53	89,53
<i>Guazuma ulmifolia</i>	60	3	15	40	20	0,04	11,40	46,40
<i>Pithecellobium dulce</i>	20	1	5	20	10	0,10	27,14	42,14
<i>Chloroleucon mangense</i>	60	3	15	20	10	0,03	7,11	32,11
<i>Croton hibiscifolius</i>	20	1	5	20	10	0,01	4,10	19,10
<i>Senna spectabilis</i>	60	3	15	40	20	0,07	18,56	53,56
<b>Total</b>	<b>400</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>100</b>	<b>0,36</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

Figura 9 IVI del Humedal La Enea



Con respecto a la densidad del ecosistema, los resultados presentan 20 árboles en 0,05 ha muestreadas, lo que corresponde a 400 árboles/ha. En la Tabla 6 se

observa que, de las 7 especies reportadas para este ecosistema, la de mayor densidad fue para *Maclura tinctoria* con 160 árboles por ha y seguido de la especie *Guazuma ulmifolia*, *Chloroleucon mangense* y *Senna spectabilis* con 60 árboles por ha cada una.

### **Coeficiente de mezcla (CM)**

Para el ecosistema en análisis el coeficiente de mezcla arrojó un valor de 2,857, que equivale a la relación 1:3, lo cual indica que por cada individuo encontrado en el muestreo 3 pertenecen a una sola especie. Lo anterior con lo definido por Melo y Vargas, 2003, donde se determina que para la zona de vida bs-T, el coeficiente de mezcla es interpretado como el promedio de individuos de cada especie, dando a entender una primera aproximación de la homogeneidad del bosque y una indicación somera de la intensidad de mezcla. El valor reportado, indica que el ecosistema presenta una tendencia a la homogeneidad según los rangos analizados por este coeficiente (Tabla 7).

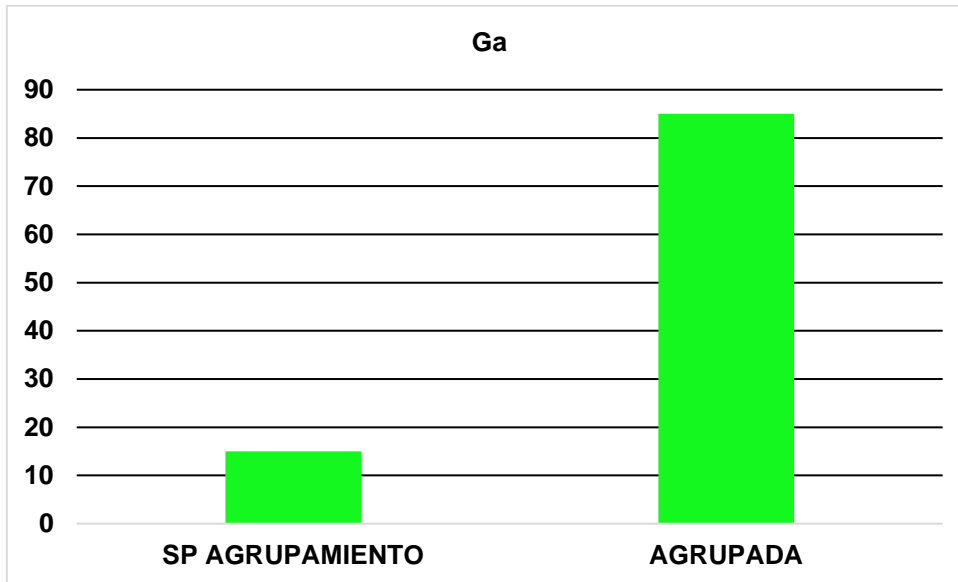
Tabla 7 *Coeficiente de mezcla en el Humedal La Enea.*

No. de individuos	No. Especies	Coeficiente de mezcla	Tendencia
20	7	2,857	A la homogeneidad

### **Grado de agregación**

El grado de agregación para este ecosistema se obtuvo que, de las 7 especies que se encuentran en estado fustal, el 85% tendieron a ser agrupadas y el 15% tuvieron una tendencia al agrupamiento. (Figura 10).

Figura 10 Grados de agregación en el Humedal La Enea.



### Estructura vertical

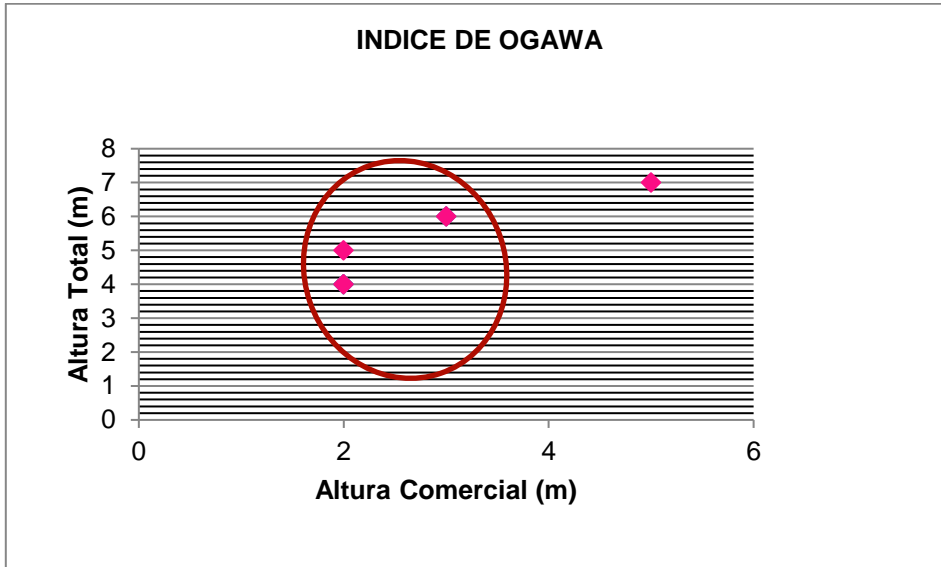
A continuación, se presenta la estructura vertical del ecosistema analizado los parámetros de posición sociológica (PS) y dispersión de Ogawa.

### Diagrama de Dispersión de Ogawa

En relación con los parámetros analizados por Ogawa, las alturas totales de este ecosistema para los individuos en estado fustal van desde los 4 hasta los 8 metros y al observar el diagrama de Ogawa en la Figura 11, se puede identificar que la mayoría de individuos registrados se agrupan en las clases inferior a intermedio y unas pocas emergen al estrato superior, lo cual puede explicarse porque los individuos reportados en este tipo de ecosistema están agrupados en pequeños parches en el área de influencia del humedal, las especies son indicadoras de una cobertura en recuperación y a su vez en estado de sucesión vegetal temprana, dominada por algunos árboles, en donde a futuro puede llegar a convertirse en un bosque. Lo que se define como los primeros estados de sucesión vegetal, (Quiroga et al., 2019).



Figura 11 Diagrama de Ogawa del Humedal La Enea



### Posición sociológica

El estrato intermedio agrupó el 65% del total de los árboles reportados con 13 individuos cada uno, siendo el de mayor valor o representatividad; mientras que en el estrato inferior está representado por un 25% con un total de 5 individuos y finalmente el estrato superior con un 10% con 2 individuos. Las especies que se encontraron en más de un estrato y que alcanzaron la máxima posición sociológica fueron *Maclura tinctoria*, *Guazuma ulmifolia* y *Senna spectabilis*, (Tabla 8). En la Figura 12 se indican las 7 especies con mayor porcentaje de representatividad en los diferentes estratos evaluados.

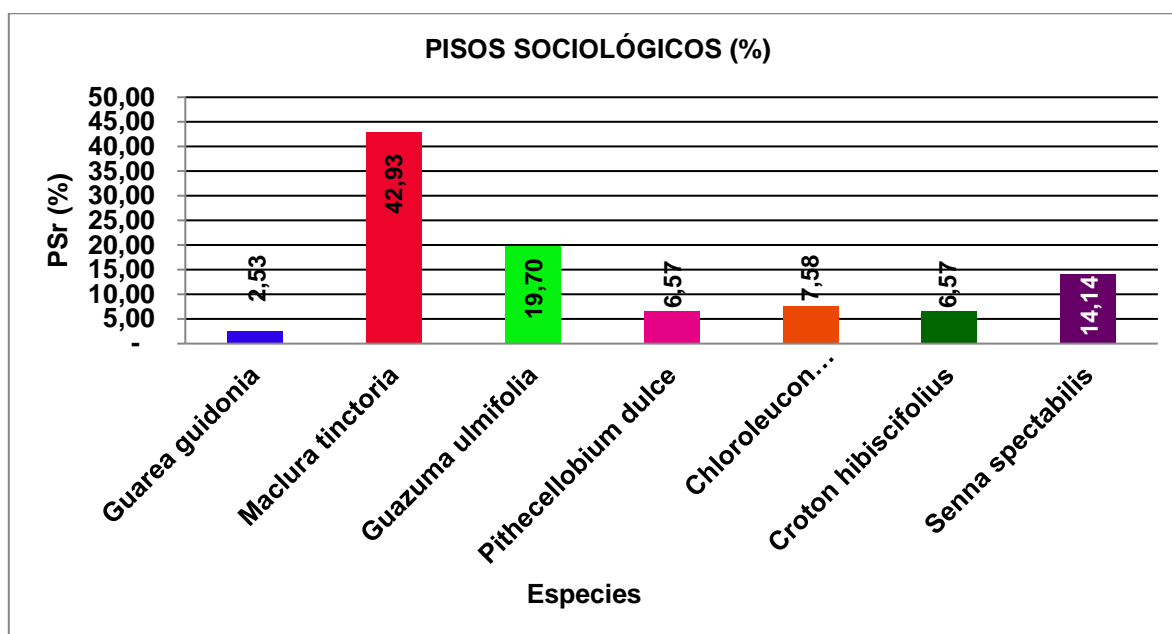
Tabla 8 Posición sociológica del Humedal La Enea.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INFERIOR		INTERMEDIO		SUPERIOR		POSICIÓN SOCIOLÓGICA	
		No. Inds.	%	No. Inds.	%	No. Inds.	%	PSa	PSr (%)
<i>Guarea guidonia</i>	Bilibil	1	5	0	0	0	0	5	2,53
<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	1	5	6	30	1	5	85	42,93
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	0	0	3	15	0	0	39	19,70



<i>Pithecellobium dulce</i>	Payandé	0	0	1	5	0	0	13	6,57
<i>Chloroleucon mangense</i>	Raspayuco	3	15	0	0	0	0	15	7,58
<i>Croton hibiscifolius</i>	Sangregado	0	0	1	5	0	0	13	6,57
<i>Senna spectabilis</i>	Vainillo	0	0	2	10	1	5	28	14,14
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>5</b>	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>65</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>198</b>	<b>100</b>

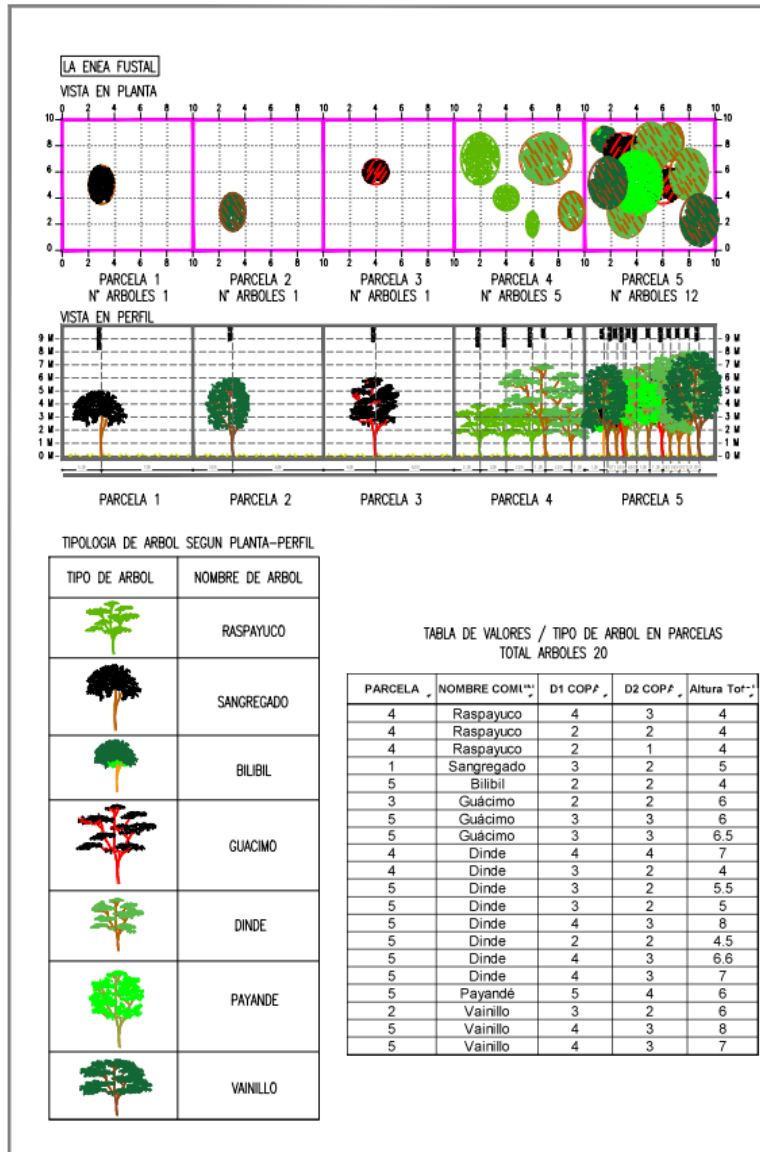
Figura 12 Estructura vertical por especie del Humedal La Enea



### Perfil de vegetación

La Figura 14 muestra el perfil observándose que los individuos registrados en las 5 parcelas no superan los 8 metros de altura y se distribuyen en su mayoría en el estrato intermedio y en menor cantidad se ubican en estrato inferior. Entre las especies encontradas en esta parcela están: *Maclura tinctoria*, *Guazuma ulmifolia* y *Senna spectabilis*, entre otras.

Figura 13 *Perfil de vegetación en el Humedal La Enea.*



### Estructura total

El menor diámetro a la altura del pecho (DAP) registrado fue de 0,1 m.

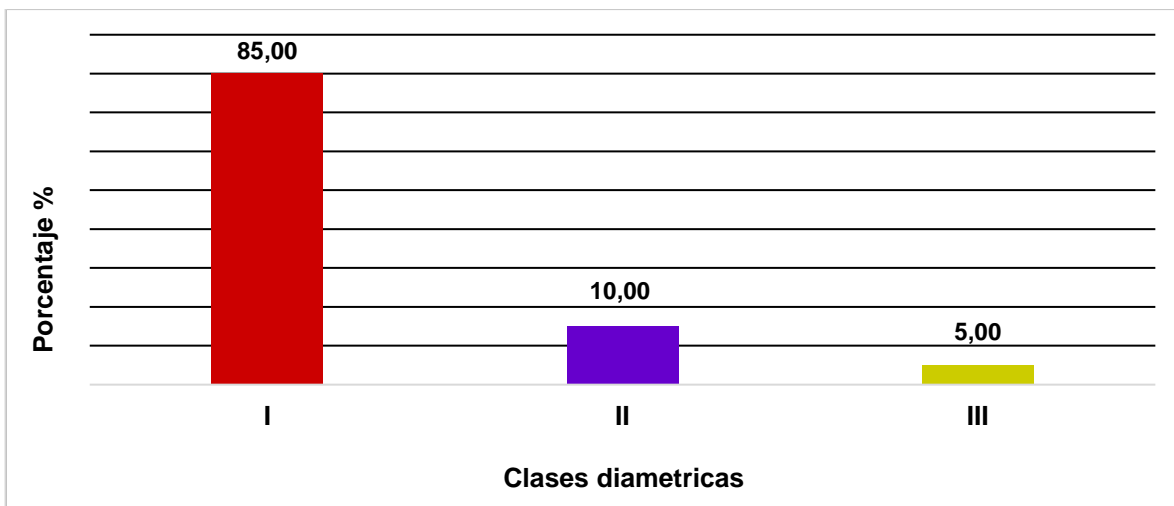
La Tabla 9, muestra las diferentes clases diamétricas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal para el ecosistema analizado.

Tabla 9 *Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Humedal La Enea*

Clase diamétrica	Rangos	Abundancia		Volumen (m <sup>3</sup> )		Área basal (m <sup>2</sup> )
		Absoluta	Relativa	Total	Comercial	
I	0,1-0,1	17	85	0,76	0,46	0,19
II	0,2-0,3	2	10	0,37	0,24	0,08
III	0,3-0,4	1	5	0,42	0,28	0,10
<b>Total</b>		<b>20</b>	<b>100</b>	<b>1,55</b>	<b>0,98</b>	<b>0,37</b>

En la Figura 14, se indica la tendencia de la distribución diamétrica por abundancia, donde el mayor porcentaje de los individuos reportados para este ecosistema se agrupan en la clase I que le corresponden a valores de DAP de 0,1 a 0,1, con 17 individuos, seguida de la clase II con 2 individuos y con rangos de DAP entre 0,2 y 0,3 y la clase III con 1 individuo en el rango entre 0,3 y 0,4.

Figura 14 *Abundancia por clase diamétrica en el Humedal La Enea*



### **Cálculo área basal**

El área basal del Humedal La Enea fue de 0,374 m<sup>2</sup> en 0,05 ha, con alturas de árboles entre 4 y 8 metros. La mayor área lo reporta las clases diamétrica I con 0,190 m<sup>2</sup>, seguida de la clase II con 0,076 m<sup>2</sup> y clase III con 0,099 m<sup>2</sup>.

### **Cálculo del volumen total y comercial**

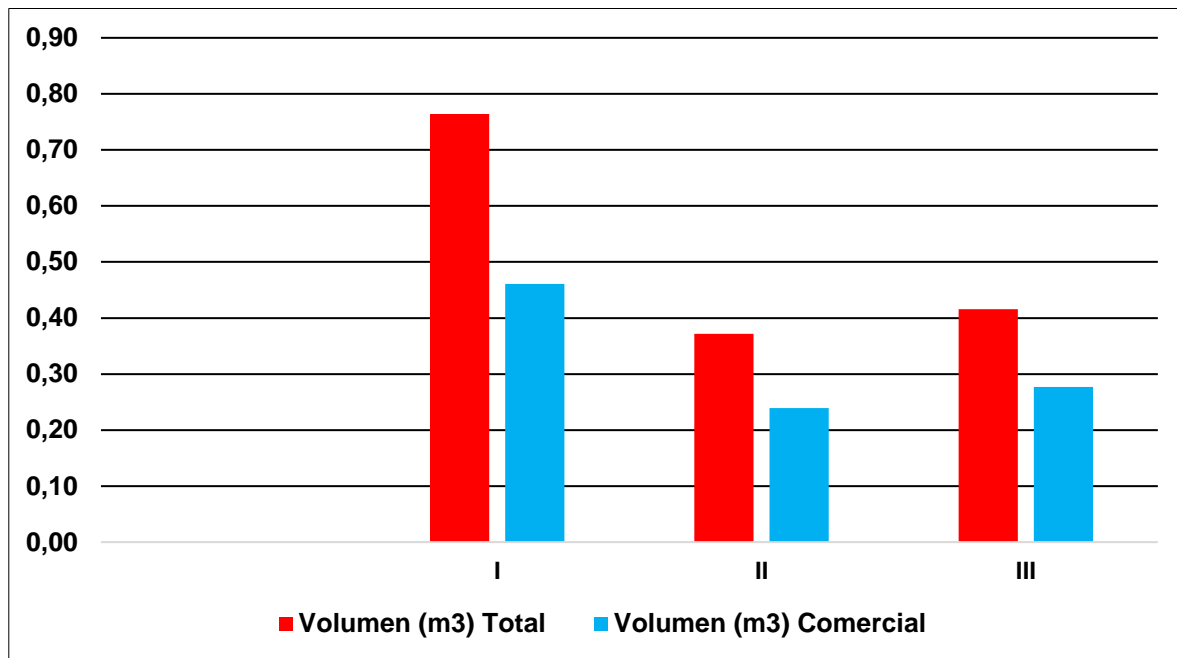
El volumen total y comercial hallado para un área total de 0,05 ha, en individuos con diámetros a la altura del pecho (DAP) mayores o iguales a 10 cm, fue de 1,55 m<sup>3</sup> y 0,98 m<sup>3</sup> respectivamente.

Tabla 10 *Volumen en el Humedal La Enea*

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° Ind	Área basal (m <sup>2</sup> )	Vol Tot (m <sup>3</sup> )	Vol Com (m <sup>3</sup> )	Biomasa	Carbono
							54,60	
EUPHORBIACEAE	<i>Croton hibiscifolius</i>	Sangregado	1	0,01	0,05	0,02		27,30
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Payandé	1	0,10	0,42	0,28	433,80	216,90
FABACEAE	<i>Chloroleucon mangense</i>	Raspayuco	3	0,03	0,07	0,04	76,21	38,11
	<i>Senna spectabilis</i>	Vainillo	3	0,07	0,33	0,20	346,61	173,30
MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	3	0,04	0,18	0,11	186,88	93,44
MELIACEAE	<i>Guarea guidonia</i>	Bilibil	1	0,01	0,02	0,01	22,94	11,47
MORACEAE	<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	8	0,11	0,48	0,32	500,08	250,04
	<b>Total general</b>		<b>20</b>	<b>0,37</b>	<b>1,55</b>	<b>0,98</b>	<b>1621,11</b>	<b>810,55</b>

El mayor volumen total se presenta en la clase diamétrica con un valor de 0,76 m<sup>3</sup>, al igual que para el volumen comercial con 0,46 m<sup>3</sup>, (Figura 15).

Figura 15 *Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Humedal La Enea*



### Índices de diversidad y riqueza

Del índice de equidad de Shannon se puede inferir, que, del resultado obtenido, (1,6696) el ecosistema presenta una diversidad uniforme sin el predominio de una especie en particular. (Matteucci et al., 2001).

Por su parte, el índice de Margalef resultante para el ecosistema en análisis, se obtuvo para índice un valor de 2,003 indicando una riqueza de baja, (Rodríguez et al., 2015).

Por su lado el índice de Menhinick toma un valor de 1,565 mostrando una riqueza baja. (Rodríguez et al., 2015).

Por lo tanto, de acuerdo con los índices analizados se puede concluir que el ecosistema tiene una diversidad y una riqueza baja.

En la Tabla 11 se pueden ver los resultados obtenidos para este ecosistema.

Tabla 11 *Índices de diversidad en el Humedal La Enea*

Índice de Shannon – Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
1,6696	2,003	1,565

### Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos)

En la regeneración natural del Humedal La Enea, se registraron 94 individuos agrupados en 17 especies, 17 géneros y 15 familias, los resultados obtenidos se hallan en la Tabla 12.

Tabla 12 *Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal La Enea*

Familia	Nombre Común	Especie	No. Individuos	CT1. 1 CT1≤30 cm	CT2. 2. 30 cm a 1,50 m	CT3. ≥1,50 m
Myrtaceae	Arrayán	<i>Myrcia sp</i>	17	17	0	0
Malvaceae	Guasimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	16	8	3	5
Rutaceae	Tachuelo	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	11	9	0	2
Anacardiaceae	Diomate	<i>Astronium graveolens</i>	9	6	1	2
Rutaceae	Bilanda	<i>Amyris pinnata</i>	10	8	1	1
Moraceae	Dinde	<i>Maclura tinctoria</i>	8	3	2	3
Salicaceae	Varazón	<i>Casearia corymbosa</i>	5	4	1	0
Euphorbiaceae	Sangregado	<i>Croton hibiscifolius</i>	4	2	0	2
Malvaceae	Cadillo	<i>Heliocarpus americanus</i>	4	4	0	0
Piperaceae	Cordoncillo	<i>Pipper sp</i>	3	3	0	0
Arecaceae	Palma de cuesco	<i>Attalea butyracea</i>	1	1	0	0
Bignoniaceae	Ocobo	<i>Tabebuia rosea</i>	1	1	0	0
Fabaceae	Samán	<i>Albizia saman</i>	1	1	0	0
Cactaceae	Cactús	<i>Opuntia elatior</i>	1	1	0	0
Mimosaceae	Pelá	<i>Vachellia farnesiana</i>	1	1	0	0

Rubiaceae	Cruceto	<i>Randia aculeata</i>	1	1	0	0
Verbenaceae	Biringo	<i>Citharexylum kunthianum</i>	1	0	0	1
Sumatoria			94	70	8	16

Los parámetros de regeneración natural se encuentran en la Tabla 13.

Tabla 13 *Parámetros de regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal La Enea*

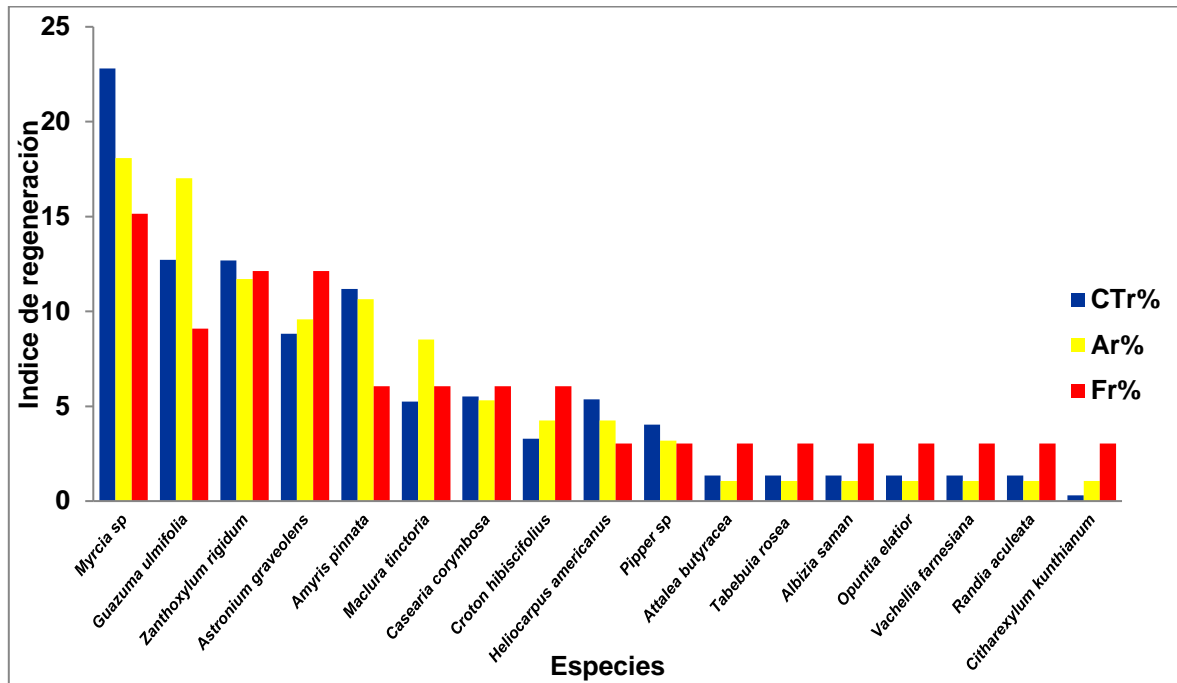
Nombre Común	Especie	Clase de tam. 1		Clase de tam. 2		Clase de tam. 3		Clase de tamaño absoluta	Aa	Fa	CTr %	Ar%	Fr%	IRN
			%		%		%							
Arrayán	<i>Myrcia sp</i>	17	18,09	0	0,00	0	0	126,60	17	100	22,80	18,09	15,15	18,68
Guasimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	8	8,51	3	3,19	5	5,32	70,64	16	60	12,72	17,02	9,09	12,94
Tachuelo	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	9	9,57	0	0,00	2	2,13	70,43	11	80	12,68	11,70	12,12	12,17
Diomate	<i>Astronium graveolens</i>	6	6,38	1	1,06	2	2,13	48,94	9	80	8,81	9,57	12,12	10,17
Bilanda	<i>Amyris pinnata</i>	8	8,51	1	1,06	1	1,06	62,13	10	40	11,19	10,64	6,06	9,30
Dinde	<i>Maclura tinctoria</i>	3	3,19	2	2,13	3	3,19	29,15	8	40	5,25	8,51	6,06	6,61
Varazón	<i>Casearia corymbosa</i>	4	4,26	1	1,06	0	0	30,64	5	40	5,52	5,32	6,06	5,63
Sangregado	<i>Croton hibiscifolius</i>	2	2,13	0	0,00	2	2,13	18,30	4	40	3,30	4,26	6,06	4,54
Cadillo	<i>Heliocarpus americanus</i>	4	4,26	0	0,00	0	0	29,79	4	20	5,36	4,26	3,03	4,22
Cordoncillo	<i>Piper sp</i>	3	3,19	0	0,00	0	0	22,34	3	20	4,02	3,19	3,03	3,41
Palma de cuesco	<i>Attalea butyracea</i>	1	1,06	0	0,00	0	0	7,45	1	20	1,34	1,06	3,03	1,81

Ocobo	<i>Tabebuia rosea</i>	1	1,06	0	0,0 0	0	0	7,45	1	20	1,34	1,06	3,03	1,81
Samán	<i>Albizia saman</i>	1	1,06	0	0,0 0	0	0	7,45	1	20	1,34	1,06	3,03	1,81
Cactús	<i>Opuntia elatior</i>	1	1,06	0	0,0 0	0	0	7,45	1	20	1,34	1,06	3,03	1,81
Pelá	<i>Vachellia farnesiana</i>	1	1,06	0	0,0 0	0	0	7,45	1	20	1,34	1,06	3,03	1,81
Cruceto	<i>Randia aculeata</i>	1	1,06	0	0,0 0	0	0	7,45	1	20	1,34	1,06	3,03	1,81
Biringo	<i>Citharexylum kunthianum</i>	0	0,00	0	0,0 0	1	1,06	1,70	1	20	0,31	1,06	3,03	1,47
Sumatoria		70	74,4 7	8	8,5 1	16	17,0 2	555	9 4	66 0	100	100	100	100
Valor de importancia por estrato		7,45		0,85		1,70								

La mayor contribución a la regeneración del ecosistema se presenta en la categoría de los renuevos con el 74,47% del total de individuos registrados, seguido de los latizales con el 17,02% y en la categoría de brinzales se registró un 8,5% del total de los individuos reportados para la regeneración de este ecosistema. El índice de regeneración señala que la especie más importante fue *Myrcia sp*, la cual se encuentra ampliamente representada en la categoría de renuevos y ausente en la categoría de los latizales y brinzales. Le siguen, en importancia de regeneración natural, *Zanthoxylum rigidum* con 9, *Amyris pinnata* y *Guazuma ulmifolia* con 8 individuos y *Astronium graveolens* con 6 individuos todos los anteriores en la categoría de renuevos. En la categoría de brinzales y latizales se halla la especie *Guazuma ulmifolia* como segunda en abundancia con 3 y 5 individuos respectivamente, en tercer lugar, se reportó la especie *Maclura tinctoria* con 3 individuos en la categoría de latizales. En la Figura 16, se muestra la gráfica de distribución de las especies reportadas en el índice de regeneración natural en el ecosistema evaluado.



Figura 16 Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) por especie en el Humedal La Enea



### 7.2.1.2.2 Vegetación acuática

Se registraron 17 especies de plantas macrófitas pertenecientes a 11 familias, dentro de las cuales las especies *Typha sp.* y *Polygonum hispidum* tuvieron mayor porcentaje de abundancia en el espejo de agua.

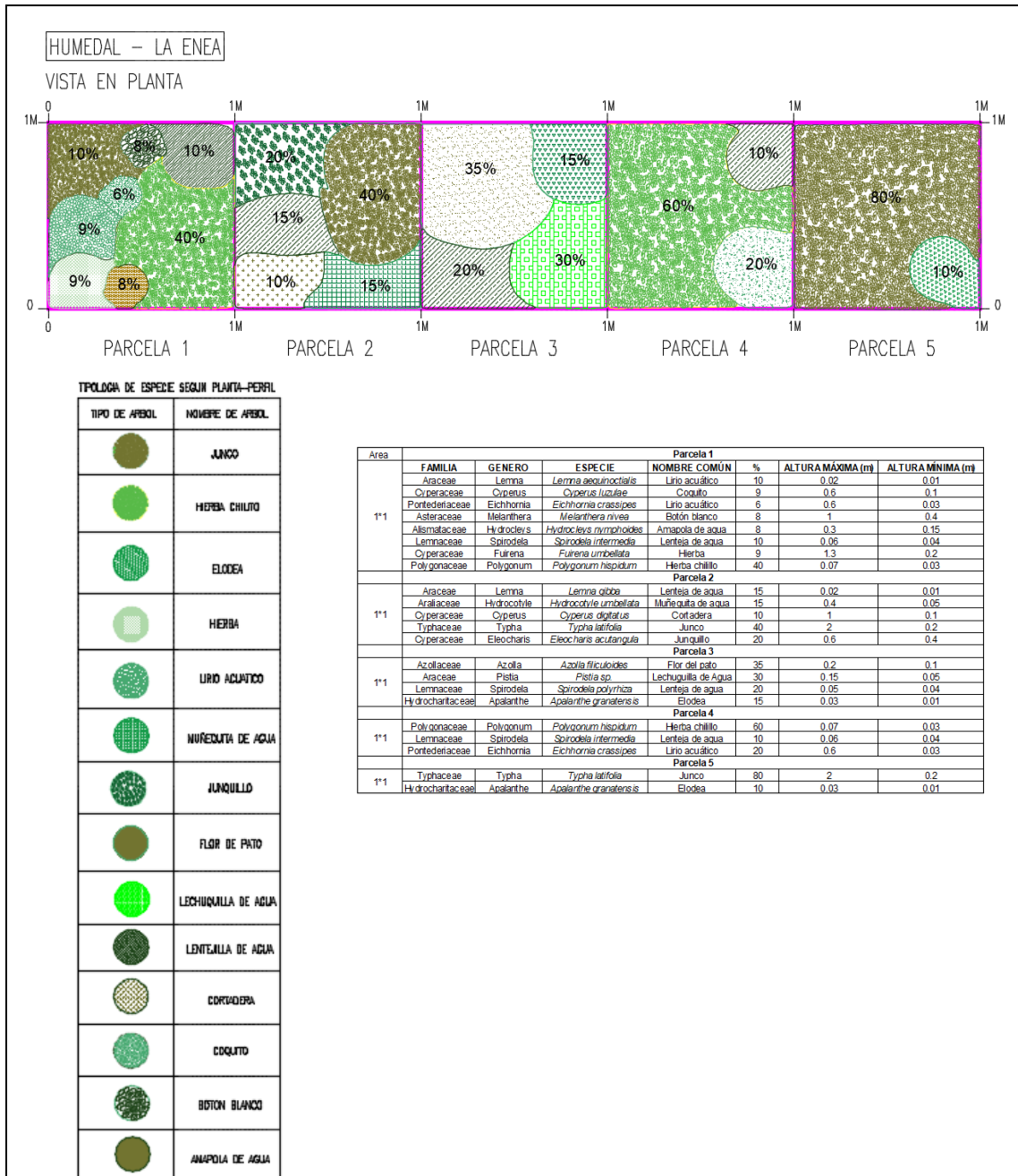
Tabla 14 *Plantas macrófitas registradas en el Humedal La Enea.*

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	%	ALTURA MÁXIMA (m)	ALTURA MÍNIMA (m)
Araceae	Lemna	<i>Lemna aequinoctialis</i>	Lirio acuático	6	0.02	0.01
Araceae	Lemna	<i>Lemna gibba</i>	Lenteja de agua	3	0.02	0.01
Araliaceae	Hydrocotyle	<i>Hydrocotyle umbellata</i>	Muñequita de agua	6	0.4	0.05
Cyperaceae	Cyperus	<i>Cyperus digitatus</i>	Cortadera	5	1	0.1
Cyperaceae	Cyperus	<i>Cyperus luzulae</i>	Coquito	5	0.6	0.1
Typhaceae	Typha	<i>Typha latifolia</i>	Junco	10	2	0.2

Pontederiaceae	Eichhornia	<i>Eichhornia crassipes</i>	Lirio acuático	4	0.6	0.03
Cyperaceae	Eleocharis	<i>Eleocharis acutangula</i>	Junquillo	6	0.6	0.4
Asteraceae	Melanthera	<i>Melanthera nivea</i>	Botón blanco	4	1	0.4
Azollaceae	Azolla	<i>Azolla filiculoides</i>	Flor del pato	6	0.2	0.1
Alismataceae	Hydrocleys	<i>Hydrocleys nymphoides</i>	Amapola de agua	3	0.3	0.15
Araceae	Pistia	<i>Pistia sp.</i>	Lechuguilla de Agua	6	0.15	0.05
Lemnaceae	Spirodela	<i>Spirodela intermedia</i>	Lenteja de agua	5	0.06	0.04
Lemnaceae	Spirodela	<i>Spirodela polyrhiza</i>	Lenteja de agua	5	0.05	0.04
Cyperaceae	Fuirena	<i>Fuirena umbellata</i>	Hierba	8	1.3	0.2
Hydrocharitaceae	Apalanthe	<i>Apalanthe granatensis</i>	Elodea	8	0.03	0.01
Polygonaceae	Polygonum	<i>Polygonum hispidum</i>	Hierba chilillo	10	0.07	0.03

---

Figura 17 Perfil de vegetación acuática en el Humedal La Enea



### 7.2.1.2.3 Avifauna

La avifauna que se registró en el Humedal La Enea corresponde a 8 especies distribuidas en 7 familias, las cuales presentan un estado de conservación en categoría de preocupación menor (LC) conforme a la lista roja de la UICN. Así mismo se identificaron 6 gremios, de los cuales los gremios con más

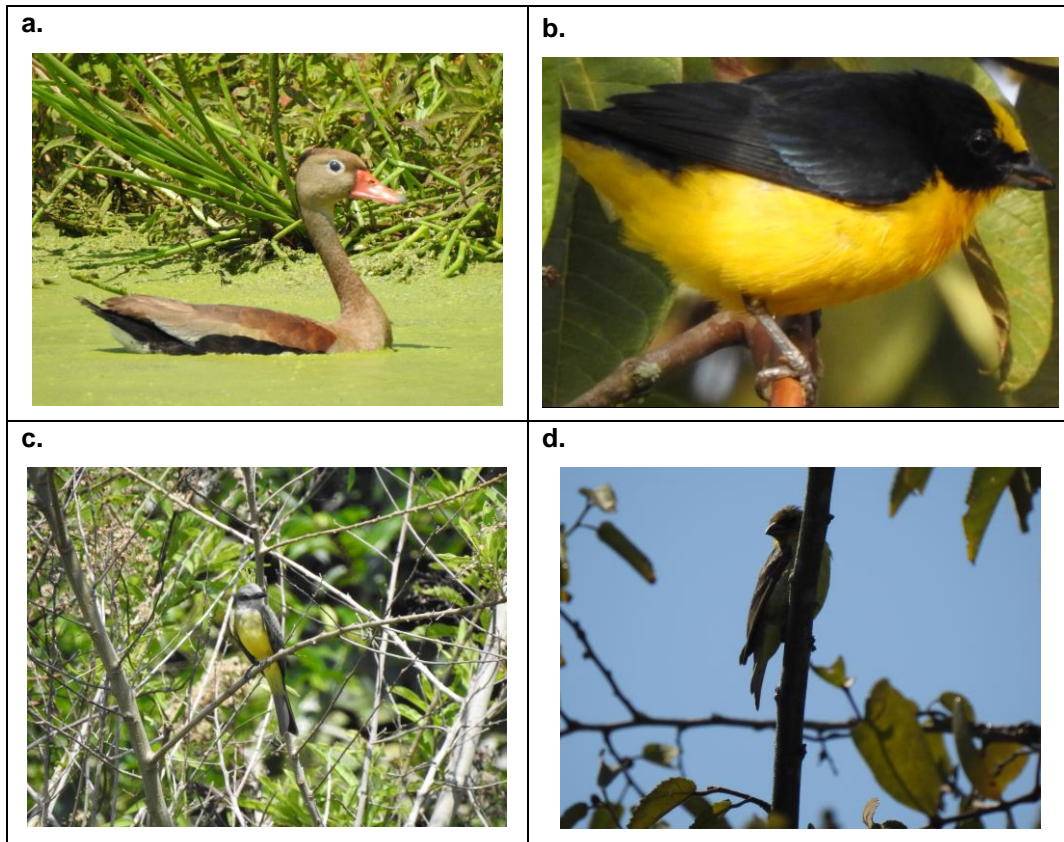
representatividad son SSSB (Semillas del suelo y sotobosque bajo) y IIVA (Insectos, invertebrados y vertebrados pequeños del borde de agua).

Tabla 15 Aves identificadas en La Enea, junto con gremio(s) y la categoría de amenaza en el país.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	GREMIO	CATEGORÍA DE AMENAZA
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Suirirí piquirrojo	4	SSSB-IIVA	LC
Fringillidae	<i>Euphonia</i>	Euphonia	5	FSDI-IIVA	LC
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí	6	FSDI-SSSB-IVZA	LC
Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	Jacamará colirrufo	1	IIVA	LC
Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Cardenal pico de plata	1	IVZA	LC
Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	Chilga	4	FSDI	LC
Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	Lora común	15	FSDI	LC
Thraupidae	<i>Saltator striatipectus</i>	Saltador rayado	2	SSSB-IGVF	LC

Gremios: ISFS: Insectos del suelo y del sotobosque bajo SSSB: Semillas del suelo y sotobosque bajo IGVF: Insectos e invertebrados grandes, vertebrados muy pequeños del suelo y el sotobosque IFSM: insectos del follaje y ramas de los niveles medios del bosque FSDI: Frutos del suelo al dosel inferior FSSB: Frutos del suelo y el sotobosque bajo FSDI: Frutos del suelo al dosel intermedio IIVA: Insectos, invertebrados y vertebrados pequeños del borde de agua IVZA: Invertebrados, vertebrados pequeños de zonas abiertas CAV: Cazadores (acecho o persecución) de vertebrados grandes Categoría de amenaza: LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado DD: Datos deficientes D: Doméstico\\

Figura 18 Aves registradas en el Humedal La Enea.



Nota: Especie de ave: a. *Dendrocygna autumnalis*-Suirirí piquirrojo, b. *Euphonia*-Euphonia, c. *Tyrannus melancholicus*-Sirirí, d. *Saltator striatipectus*-Saltador rayado.

El mayor porcentaje en abundancia de *Polygonum hispidum* - Hierba chilillo favorece la presencia de la especie *Dendrocygna autumnalis*-Suirirí piquirrojo la cual se alimenta principalmente de *Polygonum* en estado maduro, seguido de gramíneas y otras semillas, es decir fitófaga. Los tamaños de las semillas oscilan entre 1 y 4 mm, las más pequeñas corresponden a las Gramíneas y las de mayor tamaño a *Polygonum spp.* Sin embargo, en otros estudios se identificó que consumen igualmente semillas y material vegetal que busca en tierra o en el agua, granos, plantas acuáticas, larvas, insectos y moluscos. Un hábitat favorable para la especie depende de la disponibilidad y accesibilidad del alimento y por factores sociales como la competencia por alimento y habitat. (Mosso et al., 1991).

Especies del bosque seco tropical benefician la especie *Tyrannus melancholicus* – Sirirí que se alimenta de frutos de las especies *Pithecellobium dulce* y *Ficus benjamina*, seguido de la captura de insectos. Sarria, 2012. Al igual que las especies *Euphonia-Euphonia* y *Saltator striatipectus*-Saltador rayado se alimentan principalmente de hormigas, abejas, otros insectos lentos, gran variedad de frutas, flores y semillas. (Andino, 2020).

#### 7.2.1.2.4 Parámetros fisicoquímicos

Los valores fisicoquímicos obtenidos como resultado del muestreo para oxígeno disuelto presentaron un valor de 5.89 mg O<sub>2</sub>/L, una demanda química de oxígeno-DQO de 10 mg O<sub>2</sub>/L, una demanda bioquímica de oxígeno-DBO<sub>5</sub> de 5 mg O<sub>2</sub>/L, un pH de 7.96 unidades, y una temperatura de la muestra de 27.0 °C. Lo anterior explica que la carga de materia orgánica es alta, a pesar de que el valor es bueno para aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable, la saturación de oxígeno (75%) y la cantidad de materia orgánica evidenciada en la carga de macrófitas presentes en el espejo de agua reflejan gasto de oxígeno por descomposición de estos materiales, (Semarnat, 2008).

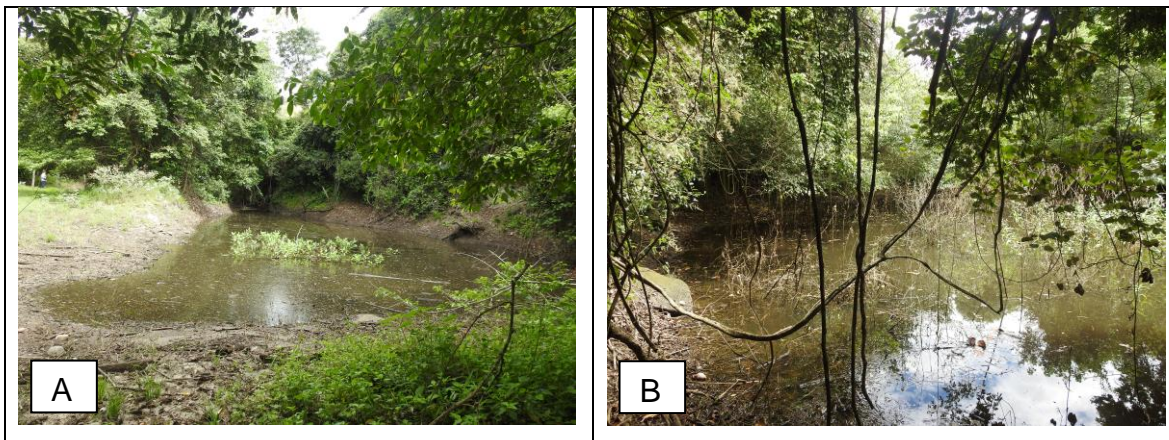
Tabla 16 *Parámetros fisicoquímicos registrados para el humedal La Enea.*

PARÁMETROS	UNIDAD	LMQ	MÉTODO	RESULTADO
OXÍGENO DISUELTO (*)	mg O <sub>2</sub> /L	1.09	ASTM D 888 - 12 E1, MÉTODO	5.89
DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O <sub>2</sub> /L	10.0	SM 5220 D	<10.0
DBO <sub>5</sub> (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O <sub>2</sub> /L	5.00	SM 5210 B, SM 4500 O-H	<5.00
PH (*)	Unidades de Ph	1.28	SM 4500 H+ B	7.96
TEMPERATURA MUESTRA (*)	°C	N.A	SM2550 B	27.0



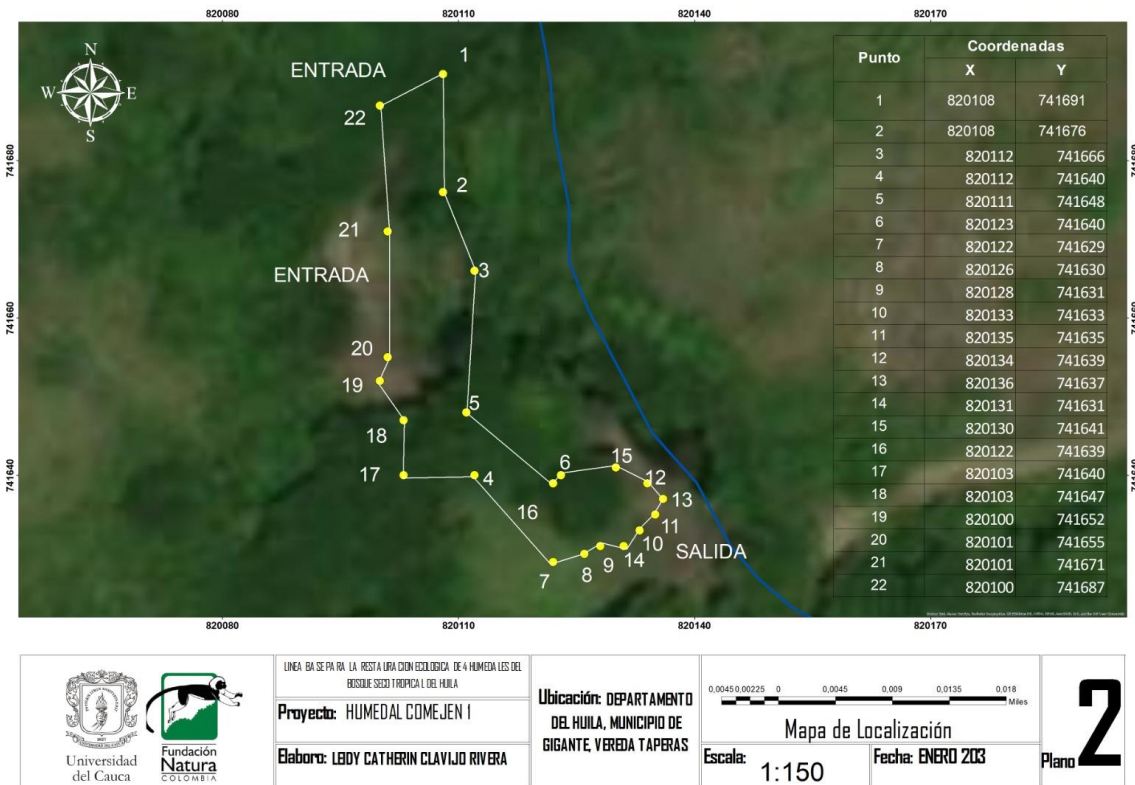
## 7.2.2 HUMEDAL POZO COMEJÉN 1

Figura 19 *Humedal Pozo Comején 1. A. Vista Norte. B. Vista Sur.*



El humedal Comején 1 se encuentra ubicado en la vereda Bajo Buenavista del municipio del Agrado, cuenta con un área de 595,87 m<sup>2</sup> y un perímetro de 165,83 m, Ver Figura 19. La fuente principal que surte el espejo de agua proviene de la escorrentía, a través, de 4 ingresos localizadas en las coordenadas X820108 Y741691 a una altura de 757 msnm, X820100 Y741687 a una altura de 755 msnm y X820103 Y741647 a una altura de 751 msnm y X820136 Y741637 a una altura de 739 msnm, no se identifica egreso del agua. Se identifican tensionantes como la presencia de ganado vacuno y equinos presentes durante los recorridos de campo.

Figura 20 Mapa Proyección Humedal Pozo Comején 1.



### 7.2.2.1 Análisis cartográfico

Una vez analizadas las principales coberturas vegetales que sufrieron transformación y su comportamiento en los años 2013, 2015 y 2021, a través de la metodología Corined Land Cover se evidencia una disminución significativa en la cobertura de Pastos Arbolados con un área de 233506.34 m<sup>2</sup> que corresponde a 66.99 % existente en el año 2013 pasando a 183520.72 m<sup>2</sup> que corresponde a 52.65% para el año 2015, el cual reduce su área 130407.48 m<sup>2</sup> representada en 37.41% para el año 2020. Posteriormente, la cobertura de Bosque de Galería y Ripario presentó un cambio progresivo pasando en el año 2013 de un área menor 110217.08 m<sup>2</sup> que corresponde a 31.62% a un área de 115831.29 m<sup>2</sup> que corresponde a 33.23% en el año 2015, para un aumento de 119186.08 m<sup>2</sup> de área que equivale al 34.19% para el año 2020. Las coberturas de Pastos Arb-Herbazal denso de tierra firme arbolado y Cobertura Boscosa-Bosque Denso bajo de tierra



firme para el año 2013 no existían como cobertura, sin embargo, la primera comenzó a aparecer en un área de 43347.01 m<sup>2</sup> representada en un 12.44 pasando al año 2020 a un área de 80202.05 m<sup>2</sup> representado en 23.01%, la segunda únicamente se manifestó para el año 2020 pasando de un área de 0.00 m<sup>2</sup> en los años 2013 y 2015 a 12002.96 m<sup>2</sup> representada en un 3.44%. Finalmente, la cobertura de Pastos Limpios se manifestó únicamente en el año 2015 pasando de un área de 0,00 m<sup>2</sup> a 1115.18 m<sup>2</sup> representada en 0.32%, ausente para el año 2020 con un 0,00 m<sup>2</sup>, (Tabla 17 y Figuras 21, 22 y 23). Lo que se puede interpretar que el bosque de galería y ripario aumento su cobertura con la disminución de los pastos arbolados, es decir que estos pasaron a ser parte de esta cobertura con el progresivo crecimiento de las variables dasométricas como en altura total, diámetro a la altura del pecho dap, y su diámetro de copa. Los pastos limpios tuvieron presencia en el año 2015 al no continuar con la adecuación de zonas para actividades de agropecuarias, sin embargo, estas fueron reemplazadas con el crecimiento de nuevas coberturas vegetales, pasando a estar ausentes.

Tabla 17 *Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover Pozo Comején 1.*

Tipo de Cobertura	14/02/2013		16/06/2015		11/11/2020	
	Área m <sup>2</sup>	%	Área m <sup>2</sup>	%	Área m <sup>2</sup>	%
Bosque de Galería y Ripario	110217.08	31.62	115831.29	33.23	119186.08	34.19
Cuerpo de Agua - Lagunas Lagos y Ciénagas	1124.03	0.32	1124.03	0.32	1064.30	0.31
Pastos Arbolados	233506.34	66.99	183520.72	52.65	130407.48	37.41
Red Vial y terrenos asociados	3709.73	1.06	3618.95	1.04	3809.65	1.09
Pastos Limpios	0.00	0.00	1115.18	0.32	0.00	0.00
Pastos Arb-Herbazal denso de tierra firme arbolado	0.00	0.00	43347.01	12.44	80202.05	23.01
CoberturaBoscosa- BosqueDebsobajodetierrafirme	0.00	0.00	0.00	0.00	1884.67	0.54
Nubosidad	0.00	0.00	0.00	0.00	12002.96	3.44
<b>Total general</b>	<b>348557.18</b>		<b>348557.18</b>		<b>348557.18</b>	

Figura 21 Mapa de localización Pozo Comején 1 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2013

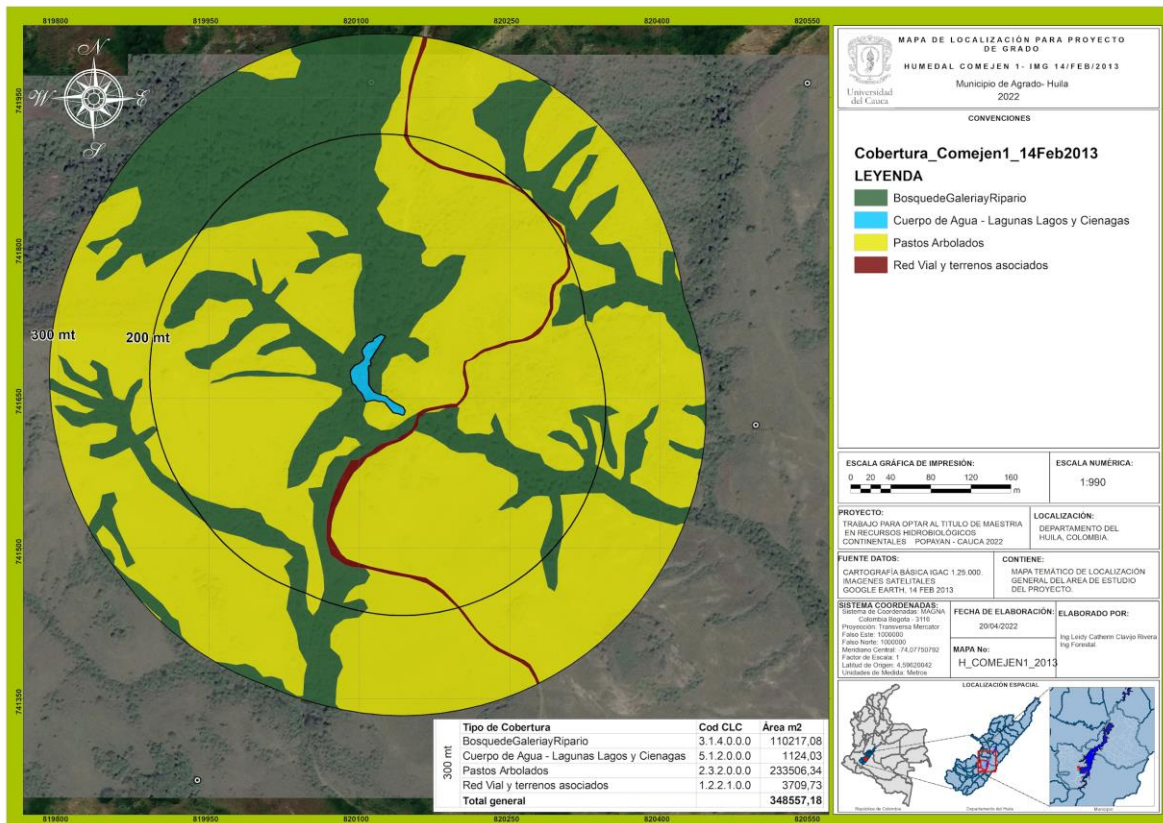


Figura 22 Mapa de localización Pozo Comején 1 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2015

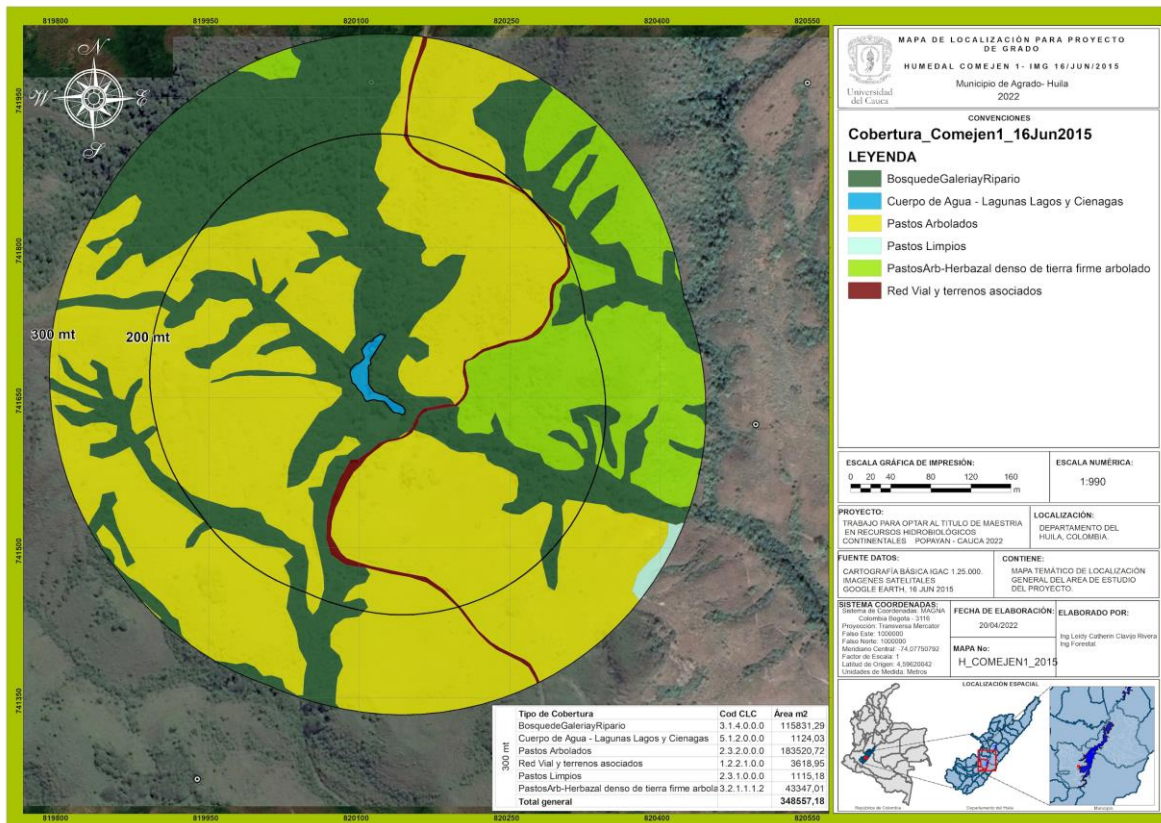
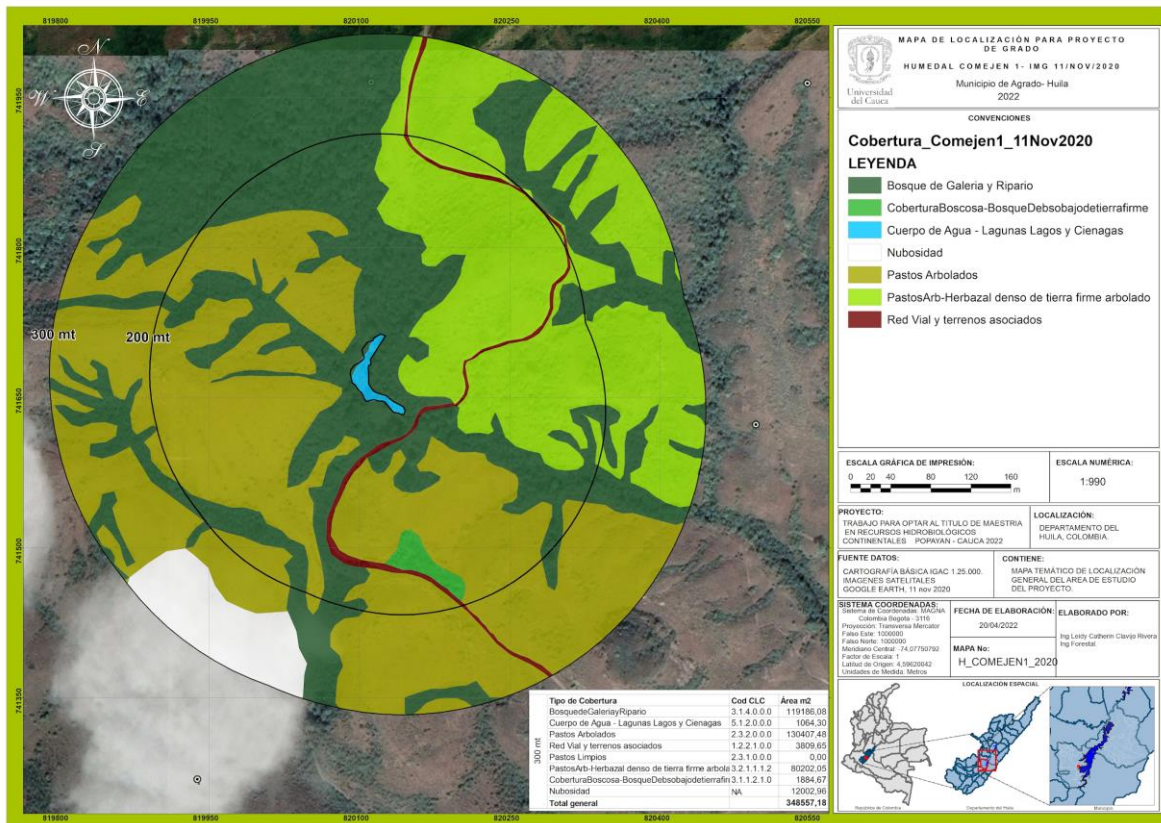


Figura 23 Mapa de localización Pozo Comején 1 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2020.



## Componente biótico

### 7.2.2.1.1 Vegetación Terrestre

#### Composición florística fustales

Para el humedal Pozo Comején 1, se registró un total de 8 individuos en estado fustal, los cuales están representadas en 2 familias, 3 géneros y 3 especies, de las cuales la especie *Maclura tinctoria* es la más abundante con 8 individuos (Tabla 18).

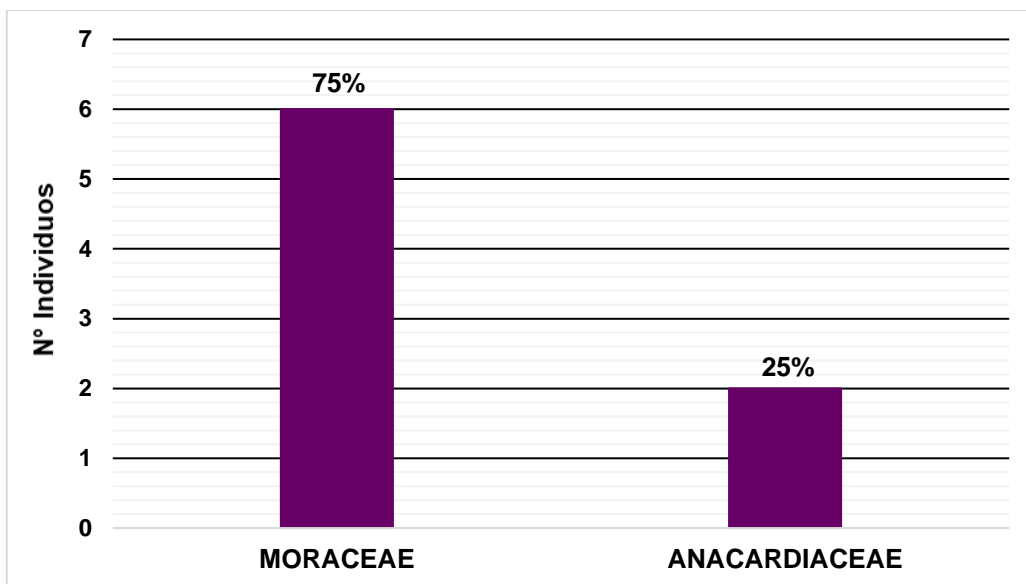
Tabla 18 *Composición florística fustales en el Humedal Pozo Comején 1.*

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA
MORACEAE	Ficus	<i>Ficus insipida</i>	1	12,5
	Maclura	<i>Maclura tinctoria</i>	5	62,5

ANACARDIACEAE	Astronium	<i>Astronium graveolens</i>	2	25
<b>TOTAL</b>			<b>8</b>	<b>100</b>

En la Figura 24, se muestran las 2 familias presentes en este ecosistema, en donde Moraceae fue la más representativa con el 75% seguida de Anacardiaceae con un 25%.

Figura 24 Abundancia de familias en el Humedal Pozo Comején 1 en la vereda Bajo Buenavista del Municipio de Agrado Huila.



### Estructura horizontal

De acuerdo con los resultados del cálculo del IVI, la especie con mayor peso ecológico dentro de la comunidad vegetal en el Humedal Pozo Comején 1 fue *Maclura tinctoria* con un IVI del 114,64, seguido de *Ficus insipida* con un valor de IVI de 110,85. En tercer lugar, *Astronium graveolens* con un 74,51, (Tabla 19).

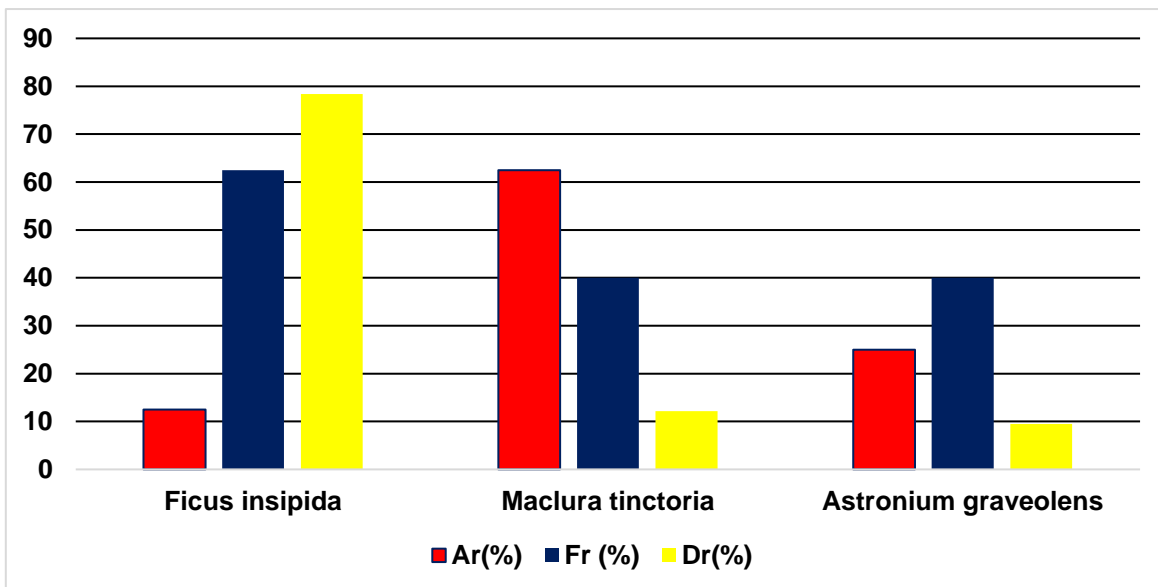


Tabla 19 IVI del Humedal Pozo Comején 1

Especie	Densidad/Arb. Ha	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar (%)	Fa	Fr (%)	Da	Dr (%)	
<i>Ficus insipida</i>	33	1	12,50	33	20	0,50	78,35	110,85
<i>Maclura tinctoria</i>	167	5	62,50	67	40	0,08	12,14	114,64
<i>Astronium graveolens</i>	67	2	25,00	67	40	0,06	9,51	74,51
<b>Total</b>	<b>267</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	<b>167</b>	<b>100</b>	<b>0,64</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

En la Figura 25 se indican las 7 especies con su peso ecológico identificadas en el ecosistema de estudio.

Figura 25 IVI del Humedal Pozo Comején 1



Con respecto a la densidad del ecosistema, los resultados presentan 8 árboles en 0,05 ha muestreadas, lo que corresponde a 267 árboles/ha. En la Tabla 20 se observa que, de las 3 especies reportadas para este ecosistema, la de mayor densidad fue para *Maclura tinctoria* con 167 árboles por ha y seguido de la especie *Astronium graveolens* y *Ficus insipida* con 67 y 33 árboles por ha respectivamente.

### **Coeficiente de mezcla (CM)**

Para el ecosistema en análisis el cociente de mezcla arrojó un valor de 2,667, que equivale a la relación 1:3, lo cual indica que por cada individuo encontrado en el muestreo tres (3) pertenecen a una sola especie. Lo anterior con lo definido por Melo y Vargas (2003), donde se determina que para la zona de vida bs-T interpretado como el promedio de individuos de cada especie, es decir, da una primera aproximación de la homogeneidad del bosque y una indicación somera de la intensidad de mezcla. El valor reportado, indica que el ecosistema presenta una tendencia a la homogeneidad según los rangos analizados por este coeficiente (Tabla 20).

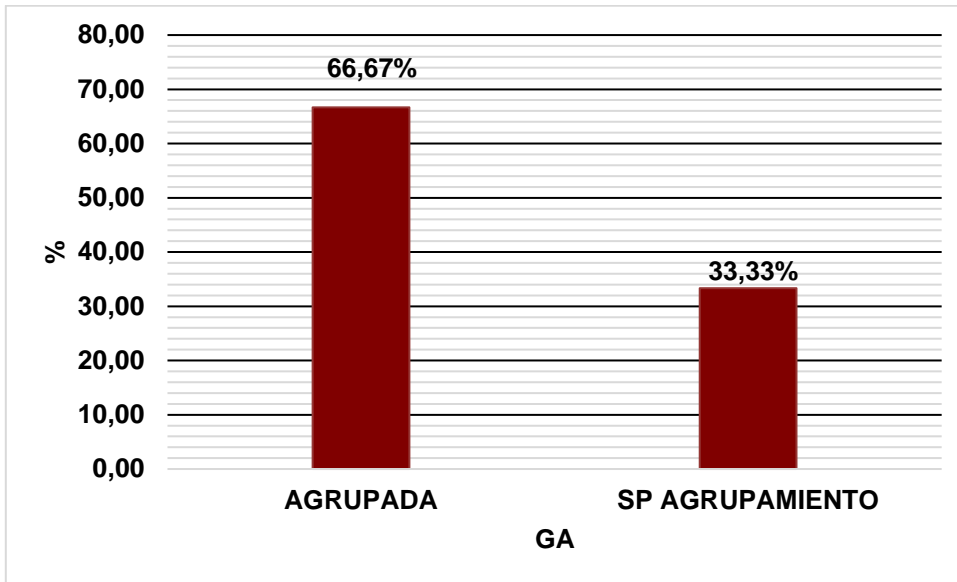
Tabla 20 *Coeficiente de mezcla en el Humedal Pozo Comején 1*

<b>No. de individuos</b>	<b>No. Especies</b>	<b>Coeficiente de mezcla</b>	<b>Tendencia</b>
8	3	2,667	A la homogeneidad

### **Grado de agregación**

El grado de agregación para este ecosistema se obtuvo que, de las 3 especies que se encuentran en estado fustal, el 66,67% tendieron a ser agrupadas y el 33,33% tuvieron una tendencia al agrupamiento. (Figura 26).

Figura 26 Grados de agregación en el Humedal Pozo Comején 1



### Estructura vertical

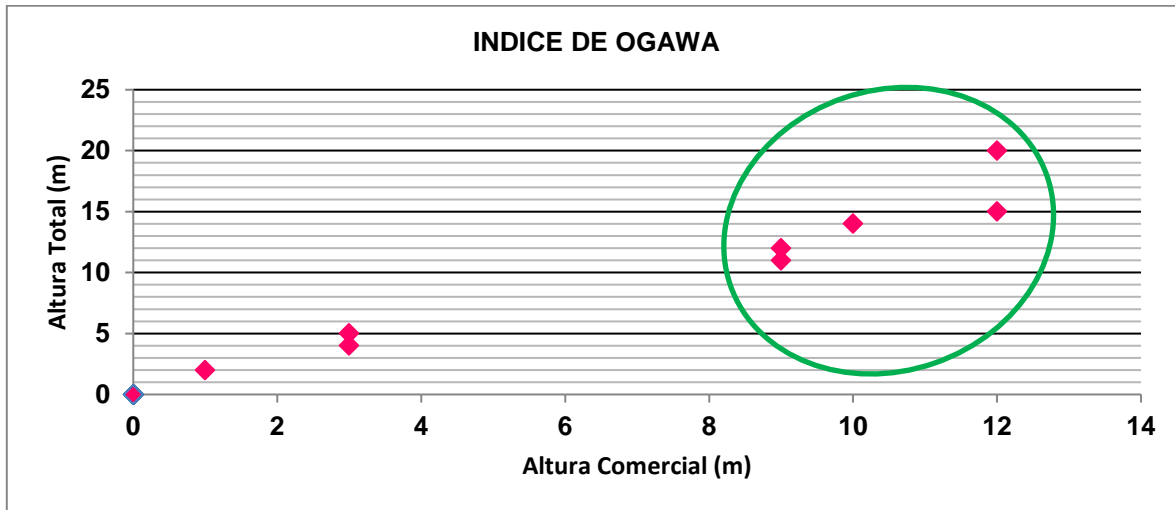
A continuación, se presenta la estructura vertical del ecosistema analizado los parámetros de posición sociológica (PS) y dispersión de Ogawa.

### Diagrama de Dispersión de Ogawa

En relación con los parámetros analizados por Ogawa, las alturas totales de este ecosistema para los individuos en estado fustal van desde los 2 hasta los 20 metros y al observar el diagrama de Ogawa en la Figura 27, se puede identificar que la mayoría de individuos registrados se agrupan en las clases inferior a intermedio y unas pocas emergen al estrato superior, lo cual puede explicarse porque los individuos reportados en este tipo de ecosistema están agrupados en pequeños parches en el área de influencia del humedal, las especies son indicadoras de una cobertura en recuperación y a su vez en estado de sucesión vegetal temprana, dominada por algunos árboles, en donde a futuro puede llegar a convertirse en un bosque. Lo que se define como los primeros estados de sucesión vegetal, (Quiroga et al., 2019).



Figura 27 Diagrama de Ogawa del Humedal Pozo Comején 1



### Posición sociológica

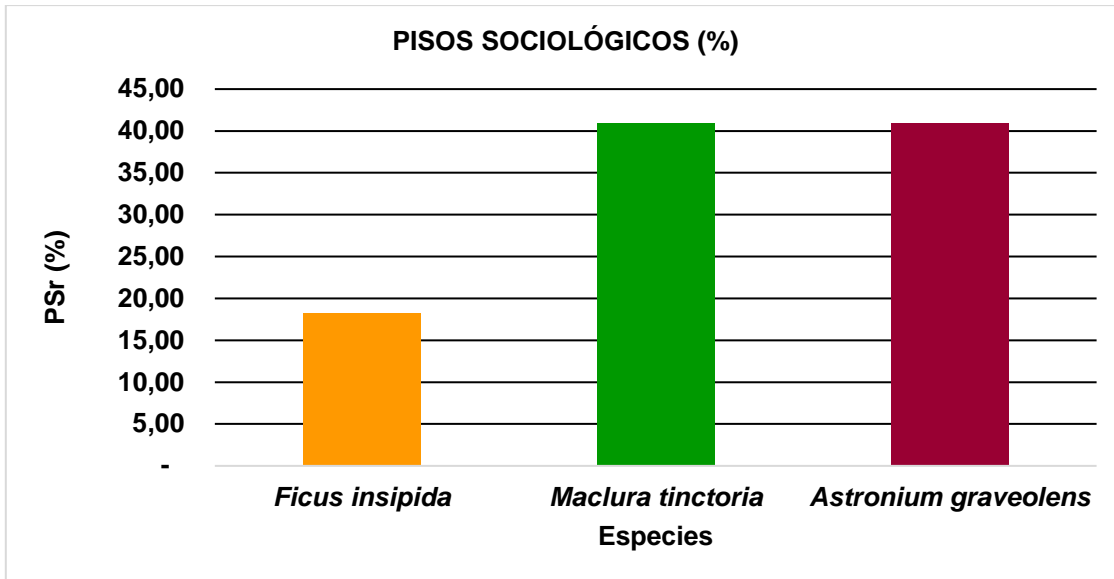
El estrato emergente agrupó el 50% del total de los árboles reportados con 4 individuos cada uno, siendo el de mayor valor o representatividad; mientras que en el estrato intermedio está representado por un 25% con un total de 2 individuos y finalmente el estrato superior e inferior con un 13% con 1 individuo. Las especies que se encontraron en más de un estrato y que alcanzaron la máxima posición sociológica fueron *Maclura tinctoria* y *Astronium graveolens*, (Tabla 21).

Tabla 21 Posición sociológica del Humedal Pozo Comején 1

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INFERIOR		INTERMEDIO		SUPERIOR		EMERGENTE		POSICIÓN SOCIOLÓGICA	
		No. Inds.	%	No. Inds.	%	No. Inds.	%	No. Inds.	%	PSa	PSr (%)
<i>Ficus insipida</i>	Caucho	0	0	0	0	0	0	1	13	4	18,18
<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	1	13	2	25	0	0	1	13	9	40,91
<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	0	0	0	0	1	13	2	25	9	40,91
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>1</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>50</b>	<b>22</b>	<b>100</b>

En la Figura 28 se indican las 3 especies con mayor porcentaje de representatividad en los diferentes estratos evaluados.

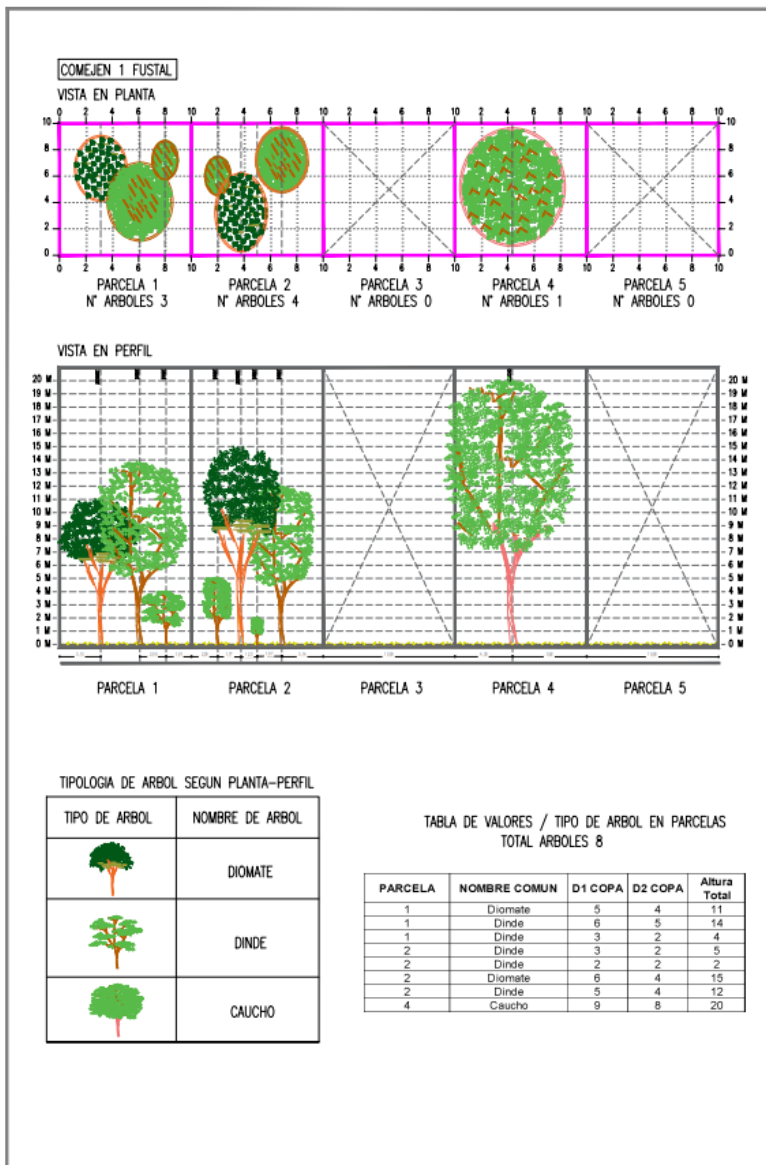
Figura 28 *Estructura vertical por especie del Humedal Pozo Comején 1*



### Perfil de vegetación

La Figura 29 muestra el perfil observándose que los individuos registrados en las 5 parcelas no superan los 20 metros de altura y se distribuyen en su mayoría en el estrato emergente y en menos cantidad se ubican en estrato intermedio, inferior y superior. Entre las especies encontradas en esta parcela están: *Maclura tinctoria* y *Astronium graveolens*.

Figura 29 Perfil de vegetación en el Humedal Pozo Comején 1



### Estructura total

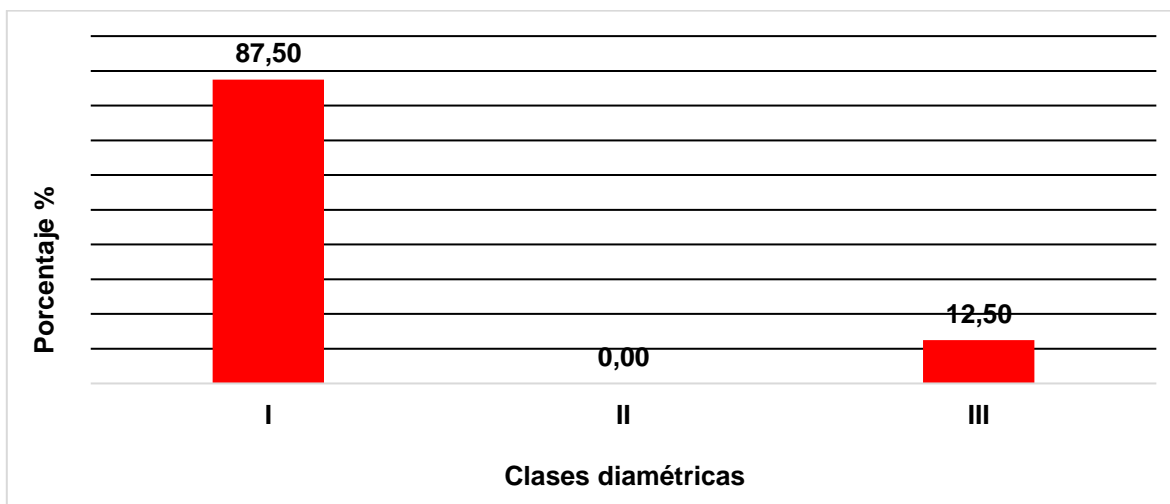
Los individuos registrados en este ecosistema se encuentran distribuidos en 3 clases diamétricas, el mayor diámetro a la altura del pecho (DAP) fue de 0,1 cm. La Tabla 22, muestra las diferentes clases diamétricas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal para el ecosistema analizado.

Tabla 22 *Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Humedal Pozo Comején 1*

Clase diamétrica	Rangos	Abundancia		Volumen (m <sup>3</sup> )		Área basal (m <sup>2</sup> )
		Absoluta	Relativa	Total	Comercial	
I	0,1-0,3	7	87,5	1,07	0,82	0,14
II	0,4-0,5	0	0	0,00	0,00	0,00
III	0,6-0,8	1	12,5	7,02	4,21	0,50
<b>Total</b>		<b>8</b>	<b>100</b>	<b>8,09</b>	<b>5,03</b>	<b>0,64</b>

En la Figura 30, se indica la tendencia de la distribución diamétrica por abundancia, donde el mayor porcentaje de los individuos reportados para este ecosistema se agrupan en la clase I que le corresponden a valores de DAP de 0,1 a 0,3, con 7 individuos, seguida de la clase III con 1 individuo en el rango entre 0,6 y 0,8 y la clase II con ausencia de individuos.

Figura 30 *Abundancia por clase diamétrica en el Humedal Pozo Comején 1*



### Cálculo área basal

El área basal del Humedal Pozo Comején 1 fue de 0,374 m<sup>2</sup> en 0,05 ha, con alturas de árboles entre 4 y 8 metros de altura. La mayor área lo reporta las clases diamétrica I con 0,190 m<sup>2</sup>, seguida de la clase II con 0,076 m<sup>2</sup> y clase III con 0,099 m<sup>2</sup>.

### Cálculo del volumen total y comercial

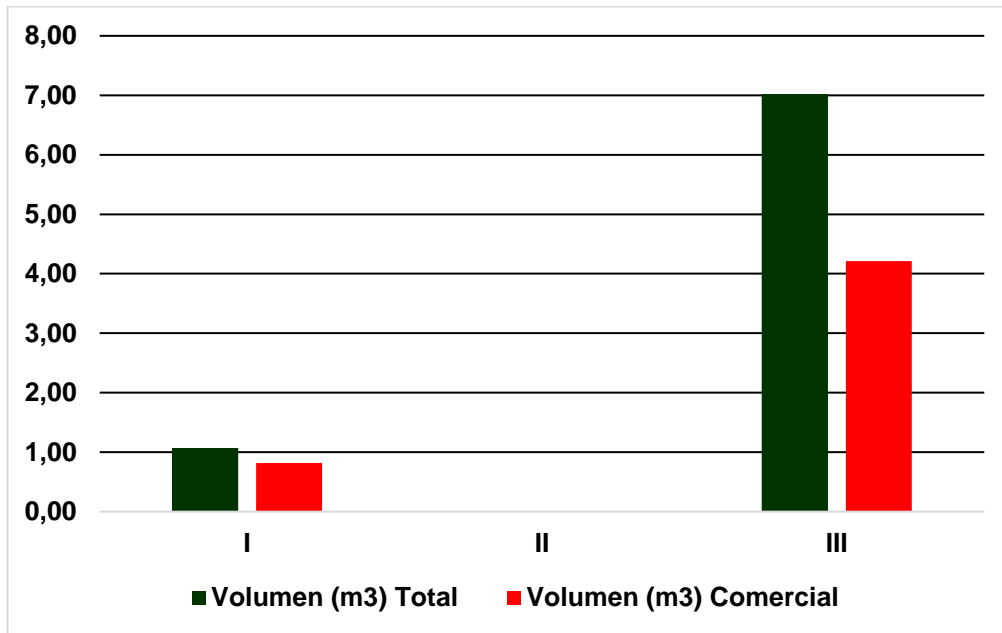
El volumen total y comercial hallado para un área total de 0,05 ha, en individuos con diámetros a la altura del pecho (DAP) mayores o iguales a 10 cm, fue de 8,09 m<sup>3</sup> y 5,03 m<sup>3</sup> respectivamente.

Tabla 23 Volumen en el Humedal Pozo Comején 1

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° Ind	Área basal (m <sup>2</sup> )	Vol Tot (m <sup>3</sup> )	Vol Com (m <sup>3</sup> )	Biomasa	Carbono
MORACEAE	<i>Ficus insipida</i>	Caucho	1	0,50	7,02	4,21	7327,67	3663,84
	<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	5	0,08	0,46	0,32	475,72	237,86
ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	2	0,06	0,61	0,49	641,58	320,79
<b>Total general</b>			<b>8</b>	<b>0,64</b>	<b>8,09</b>	<b>5,03</b>	<b>8444,97</b>	<b>4222,48</b>

El mayor volumen total se presenta en la clase diamétrica con un valor de 7,02 m<sup>3</sup>, al igual que para el volumen comercial con 4,21 m<sup>3</sup>, (Figura 31).

Figura 31 *Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Humedal Pozo Comején 1*



### Índices de diversidad y riqueza

Del índice de equidad de Shannon se puede inferir, que, del resultado obtenido, (0,900) el ecosistema presenta una diversidad uniforme sin el predominio de una especie en particular.

Por su parte, el índice de Margalef resultante para el ecosistema en análisis, se obtuvo para índice un valor de 0,962 indicando una riqueza de baja. (Rodríguez et al., 2015).

Por su lado el índice de Menhinick toma un valor de 1,061 mostrando una riqueza baja. (Rodríguez et al., 2015).

Por lo tanto, de acuerdo con los índices analizados se puede concluir que el ecosistema tiene una diversidad y una riqueza baja.

En la Tabla 24 se pueden ver los resultados obtenidos para este ecosistema.

Tabla 24 Índices de diversidad en el Humedal Pozo Comején 1

Índice de Shannon – Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
0,900	0,962	1,061

### Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos)

En la regeneración natural del Pozo Comején 1, se registraron 166 individuos agrupados en 10 especies, 10 géneros y 9 familias. Los parámetros de regeneración natural se encuentran en la Tabla 25.

Tabla 25 Parámetros de regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal Pozo Comején 1

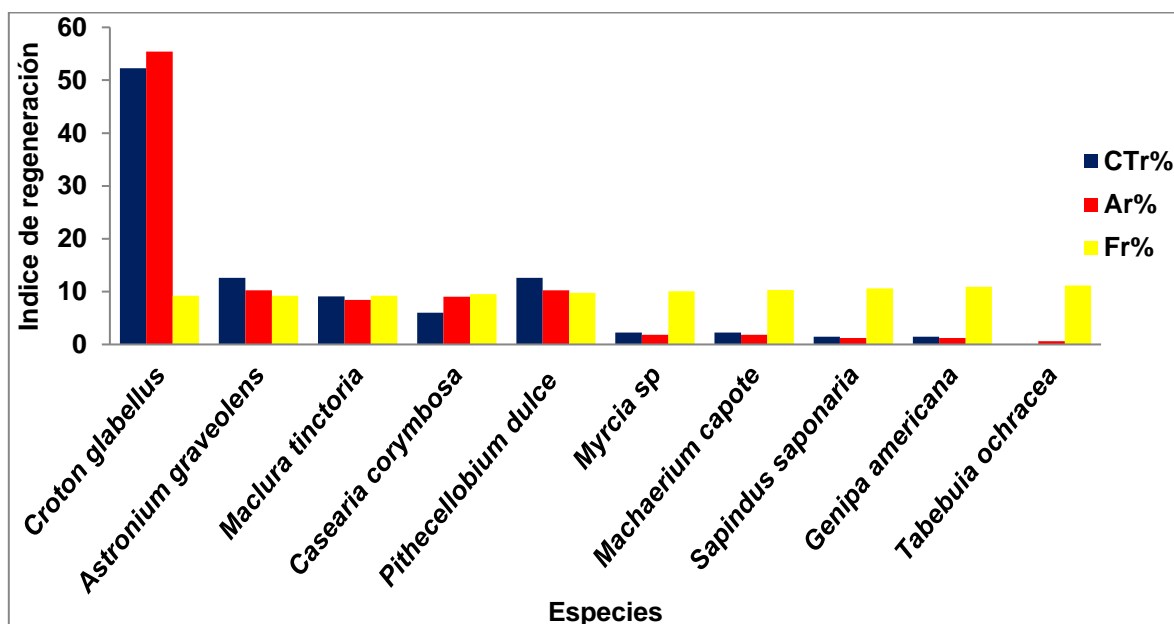
Nombre Común	Especie	Clase de tam. 1	%	Clase de tam. 2	%	Clase de tam. 3	%	Clase de tamaño absoluta	Aa	Fa	CTr%	Ar%	Fr%	IRN
Caguanejo	<i>Croton glabellus</i>	67	40,36145	10	6,024096	15	9,036145	552,41	92	33	52,23	55,42	9,23	38,96
Diomate	<i>Astronium graveolens</i>	17	10,24096	0	0	0	0	133,13	17	33	12,59	10,24	9,23	10,68
Dinde	<i>Maclura tinctoria</i>	12	7,228916	0	0	2	1,204819	96,39	14	33	9,11	8,43	9,23	8,92
Varazón	<i>Casearia corymbosa</i>	7	4,216867	5	3,012048	3	1,807229	63,25	15	34	5,98	9,04	9,50	8,17
Payandé	<i>Pithecellobium dulce</i>	17	10,24096	0	0	0	0	133,13	17	35	12,59	10,24	9,78	10,87
Arrayán	<i>Myrcia sp</i>	3	1,807229	0	0	0	0	23,49	3	36	2,22	1,81	10,06	4,69
Capote	<i>Machaerium capote</i>	3	1,807229	0	0	0	0	23,49	3	37	2,22	1,81	10,33	4,79
Chambimbe	<i>Sapindus saponaria</i>	2	1,204819	0	0	0	0	15,66	2	38	1,48	1,20	10,61	4,43
Jagua	<i>Genipa americana</i>	2	1,204819	0	0	0	0	15,66	2	39	1,48	1,20	10,89	4,52
Guayacán	<i>Tabebuia ochracea</i>	0	0	1	0,60241	0	0	0,96	1	40	0,09	0,60	11,16	3,95
<b>Sumatoria</b>		<b>130</b>	<b>78,31325</b>	<b>16</b>	<b>9,638554</b>	<b>20</b>	<b>12,04819</b>	<b>1057,59</b>	<b>166</b>	<b>361</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Valor de importancia por estrato</b>		<b>7,83</b>		<b>0,96</b>		<b>0,68</b>								

La mayor contribución a la regeneración del ecosistema se presenta en la categoría de los renuevos con el 78,31% del total de individuos registrados, seguido de los latizales con el 9,63% y en la categoría de brinzales se registró un 12,04% del total de los individuos reportados para la regeneración de este ecosistema.

El índice de regeneración señala que la especie más importante fue *Croton glabellus*, la cual se encuentra ampliamente representada en la categoría de renuevos, latizales y brinzales. Le siguen, en importancia de regeneración natural, *Astronium graveolens* y *Pithecellobium dulce* con 17 individuos y *Maclura tinctoria* con 12 individuos todos los anteriores en la categoría de renuevos. En la categoría de brinzales y latizales se halla la especie *Casearia corymbosa* como segunda en abundancia con 5 individuos (brinzales), en tercer lugar, se reportaron las especies *Casearia corymbosa* y *Maclura tinctoria* con 3 y 2 individuos respectivamente en la categoría de latizales.

En la Figura 32, se muestra la gráfica de distribución de las especies reportadas en el índice de regeneración natural en el ecosistema evaluado.

Figura 32 Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) por especie en el Humedal Pozo Comején 1





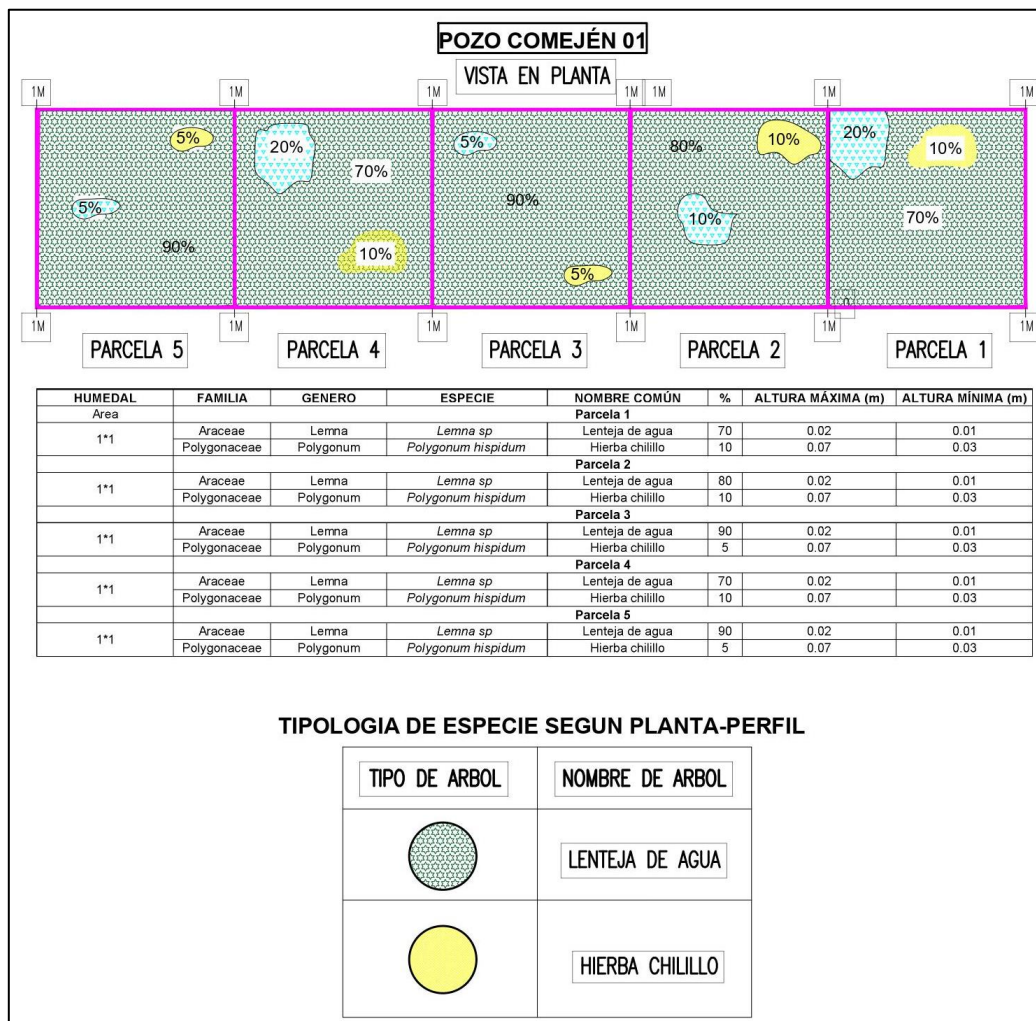
### 7.2.2.1.2 Vegetación acuática

Se registraron 2 especies de plantas macrófitas pertenecientes a 2 familias, dentro de las cuales la especie *Lemna sp* tuvo mayor porcentaje de abundancia en el espejo de agua.

Tabla 26 *Plantas macrófitas registradas en el Humedal Pozo Comején 1.*

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	%	ALTURA MÁXIMA (m)	ALTURA MÍNIMA (m)
Araceae	Lemna	<i>Lemna sp</i>	Lenteja de agua	70	0.03	0.02
Polygonaceae	Polygonum	<i>Polygonum hispidum</i>	Hierba chilillo	10	0.07	0.03

Figura 33 *Perfil de vegetación acuática en el Humedal Pozo Comején 1*



### 7.2.2.1.3 Avifauna

La avifauna que se registró en el Humedal Pozo Comején 1 corresponde a 6 especies distribuidas en 6 familias, las cuales presentan un estado de conservación en categoría de preocupación menor (LC) conforme a la lista roja de la UICN. Así mismo se identificaron seis (6) gremios, de los cuales los gremios con más representatividad son FSDI (Frutos del suelo al dosel inferior) y IIVA (Insectos, invertebrados y vertebrados pequeños del borde de agua). Igualmente, la especie con mayor número de repeticiones durante el muestreo fue Arañero cabecirrufo (*Basileuterus rufifrons*).

Tabla 27 Aves muestreadas en Pozo Comején 1, junto con gremio(s) y la categoría de amenaza en el país.

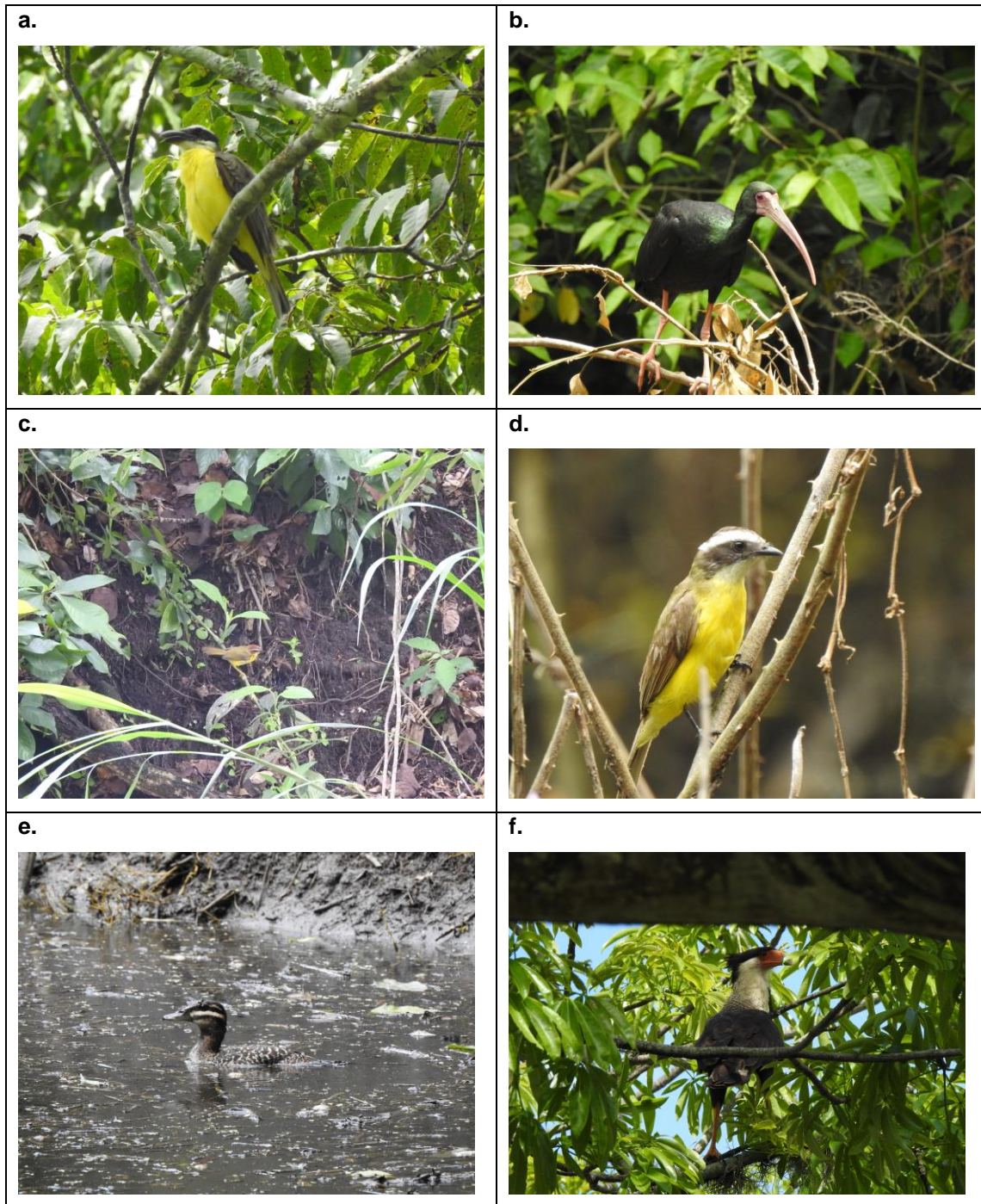
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	GREMIO	CATEGORÍA DE AMENAZA
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí	3	FSDI-SSSB-IVZA	LC
Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	Ibis afeitado o coquito	3	IIVA	LC
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Arañero cabecirrufo	6	ISFS	LC
Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	Chilga	7	FSDI	LC
Anatidae	<i>Nomonyx dominicus</i>	Pato zambullidor	2	IIVA	LC
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara	1	CAV	LC

Nota: Gremios: ISFS: Insectos del suelo y del sotobosque bajo SSSB: Semillas del suelo y sotobosque bajo IGVF: Insectos e invertebrados grandes, vertebrados muy pequeños del suelo y el sotobosque IFSM: insectos del follaje y ramas de los niveles medios del bosque FSDI: Frutos del suelo al dosel inferior FSSB: Frutos del suelo y el sotobosque bajo FSDI: Frutos del suelo al dosel intermedio IIVA: Insectos, invertebrados y vertebrados pequeños del borde de agua IVZA: Invertebrados, vertebrados pequeños de zonas abiertas CAV: Cazadores (acecho o persecución) de vertebrados grandes

Categoría de amenaza: LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado DD: Datos deficientes D:

Doméstico\

Figura 34 Aves registradas en el Humedal Pozo Comején 1.



Nota: Especie de ave: a. *Tyrannus melancholicus*-Sirirí, b. *Phimosus infuscatus*-Ibis afeitado o coquito, c. *Basileuterus rufifrons*-Arañero cabecirrufo, d. *Coereba flaveola*-Chilga, e. *Nomonyx dominicus*-Pato zambullidor y f. *Caracara cheriway*-Caracara.

En el humedal Pozo Comején 1 proporciona gran variedad de artrópodos, gusanos anélidos, anfibios, escarabajos acuáticos himenópteros, fragmentos vegetales semillas y larvas de insectos, presentes en el fango del humedal, ambiente propicio para la especie *Phimosus infuscatus*-Ibis afeitado o coquito. Esta ave forrajea en pastizales abiertos y en humedales, (Miilán, 2022). Así mismo la especie *Basileuterus rufifrons* - Arañero cabecirrufo consume esencialmente partes de insectos como patas, alas, tórax, cabeza e insectos completos como hormigas y avispas y material vegetal, (Hernández, 2009). Presente en zonas de ratrojo de porte bajo y alto, bosque de galerías de fuentes hídricas y nacimientos, área de bosque en recuperación y en zonas cafeteras. La especie *Coereba flaveola*-Chilga consume esencialmente partes de insectos como patas y alas e insectos completos como coleópteros y material vegetal, (Hernández, 2009). Presente en arbustales y en zonas de árboles aislados, en áreas de bosques de galería y en recuperación. La especie *Caracara cheriway* – Caracara es considerada un ave carroñera y oportunista, se alimenta de presas vivas, de frutos, vertebrados como mamíferos, carroña, roedores, reptiles, insectos y arácnidos, (Torres et al., 2019).

#### **7.2.2.2 Parámetros fisicoquímicos**

Los valores fisicoquímicos obtenidos como resultado del muestreo para oxígeno disuelto presentaron un valor de 6.4 mg O<sub>2</sub>/L, una demanda química de oxígeno-DQO de 10 mg O<sub>2</sub>/L, una demanda bioquímica de oxígeno-DBO<sub>5</sub> de 5 mg O<sub>2</sub>/L, un pH de 1.09 unidades, y una temperatura de la muestra de 33.4 °C, el porcentaje de saturación que presenta el humedal (92%), la DQO - demanda química de oxígeno y la DBO<sub>5</sub> - demanda bioquímica de oxígeno corresponde a un ecosistema de aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable, Semarnat, 2008, sumado a que las condiciones de los ecosistemas tropicales permiten rápidas tasas de degradación de materia orgánica propia y alóctona propiciando el reintegro de macronutrientes al sistema, Zambrano et al., 2015.



Tabla 28 *Parámetros fisicoquímicos registrados para Pozo Comején 1.*

PARÁMETROS	UNIDAD	LMQ	MÉTODO	RESULTADO
OXÍGENO DISUELTO (*)	mg O <sub>2</sub> /L	1.09	ASTM D 888 - 12 E1, MÉTODO	6.4
DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O <sub>2</sub> /L	10.0	SM 5220 D	<10.0
DBO5 (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O <sub>2</sub> /L	5.00	SM 5210 B, SM 4500 O-H	<5.00
PH (*)	Unidades de Ph	1.28	SM 4500 H+ B	7.8
TEMPERATURA MUESTRA (*)	°C	N.A	SM2550 B	33.4

### 7.2.3 HUMEDAL POZO COMEJÉN 2

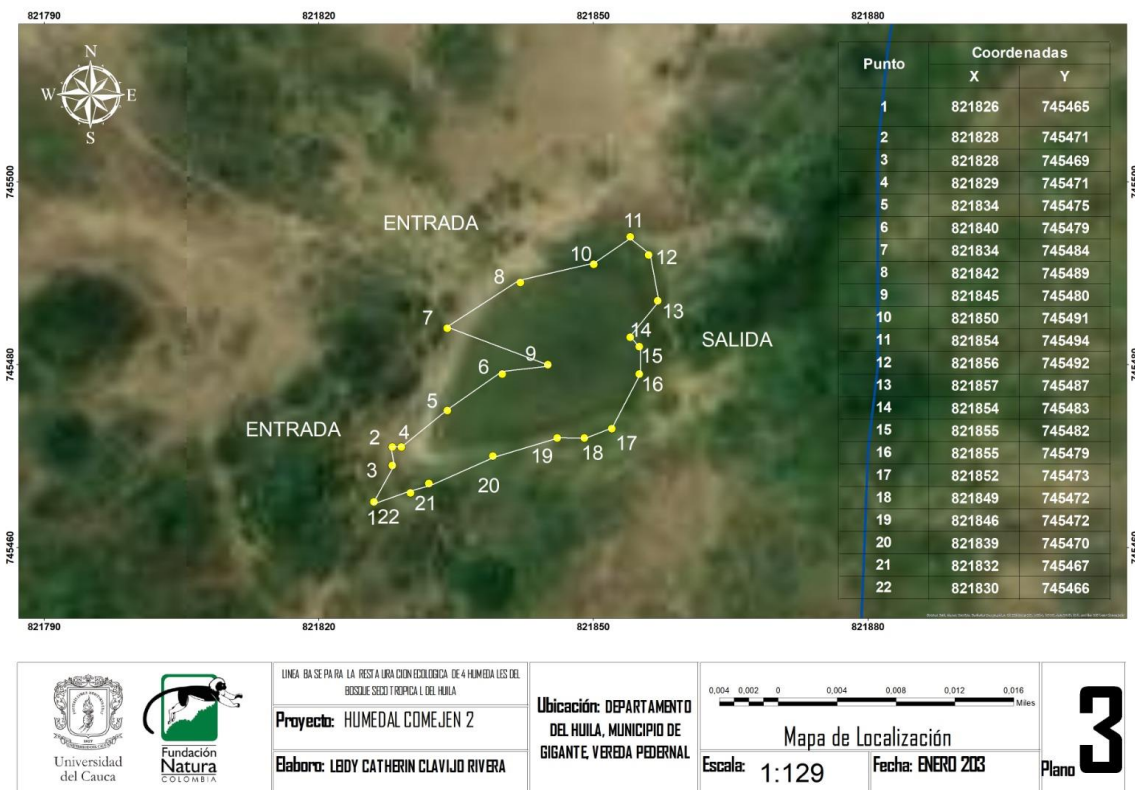
Figura 35 *Pozo Comején 2.*



El humedal Pozo Comején 2 se encuentra ubicado en la vereda El Pedernal del municipio del Agrado, cuenta con un área de 454,39 m<sup>2</sup> y un perímetro de 98,03 m,

Ver Figura 36. La fuente principal que surte el espejo de agua proviene de la escorrentía, a través, de 2 entradas localizadas en las coordenadas X821826 Y745465 a una altura de 737 msnm, X821834 Y745484 a una altura de 735 msnm y 1 egreso de agua ubicado en las coordenadas planas X821854 Y745483 a una altura de 742 msnm. Se identifican que hay tensionantes como la presencia de ganado vacuno y equinos, observados por la huella de las pisadas en área de influencia del reservorio.

Figura 36 *Mapa Proyección Humedal Pozo Comején 2*



### 7.2.3.1 *Análisis cartográfico*

Una vez analizadas las principales coberturas vegetales que sufrieron transformación y su comportamiento en los años 2013 y 2015, a través de la metodología Corined Land Cover se evidencia una disminución significativa en la cobertura de Pastos Limpios con un área de 166488.29 m<sup>2</sup> que corresponde a 55.37% de la cobertura total para el año 2013 pasando a un área de 84554.06 m<sup>2</sup>

correspondiente a 28.12%, y la cobertura con mayor aumento fue la Bosque de Galería y Ripario con un área de 41527.28 m<sup>2</sup> que corresponde a 13.81% en el año 2013 a 55137.79 m<sup>2</sup> que corresponde a 18.34% para el año 2015 del total de las coberturas, y las coberturas que adquirieron representatividad pasando de 0.00% en el año 2013 fueron Cobertura boscosa-Bosque denso bajo de tierra firme y Pastos arbolados con 3506.08 m<sup>2</sup> que corresponde a 1.17% y 59662.19 m<sup>2</sup> que corresponde a 19.84% respectivamente para el año 2015. Las coberturas restantes no presentaron cambios significativos entre los años evaluados, (Tabla 29 y Figuras 37 y 38). Lo anterior demuestra que los procesos de sucesión vegetal y el crecimiento de vegetación secundaria beneficio el aumento en el bosque de galería disminuyendo notablemente los pastos limpios, por motivo de la ausencia de intervenciones antrópicas y adecuación de los suelos, favoreciendo el crecimiento de los árboles, en especial de su altura y diámetros de copa.

Tabla 29 *Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover*

Tipo de Cobertura	01/09/2013		16/06/2015	
	Área m <sup>2</sup>	%	Área m <sup>2</sup>	%
Bosque de Galería y Ripario	41527.28	13.81	55137.79	18.34
Cuerpo de Agua - Lagunas Lagos y Ciénagas	347.79	0.12	634.29	0.21
Pastos Limpios	166488.29	55.37	84554.06	28.12
Pastos Arb-Herbazal denso de tierra firme arbolado	85776.07	28.53	85221.50	28.34
Pastos Erosionados-Tierras Desnudas y Degradadas	1618.27	0.54	1618.25	0.54
Reborde Humedal	264.77	0.09	516.03	0.17
Red Vial y terrenos asociados	4650.27	1.55	9822.56	3.27
Cobertura Boscosa-Bosque Denso bajo de tierra firme	0.00	0.00	3506.08	1.17
Pastos Arbolados	0.00	0.00	59662.19	19.84
<b>Total general</b>	<b>300672.74</b>		<b>300672.74</b>	



Figura 37 Mapa de localización Pozo Comején 2 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2013.

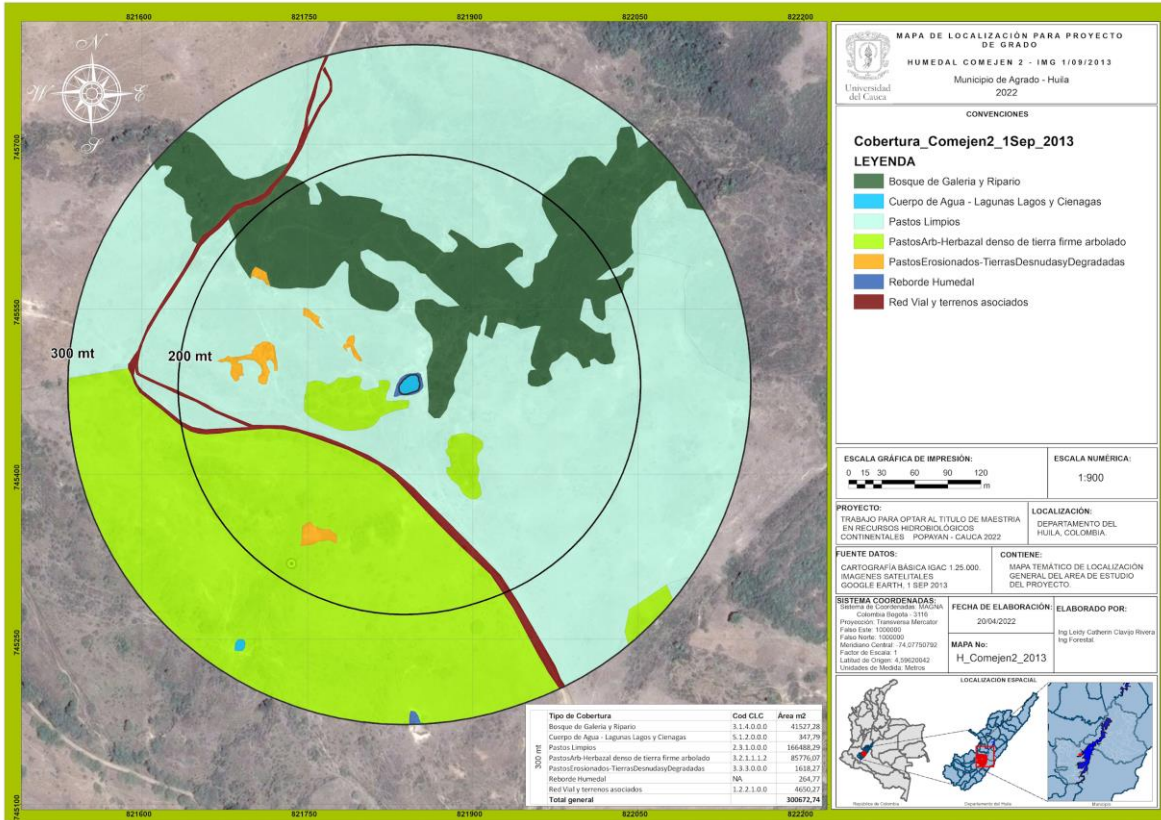
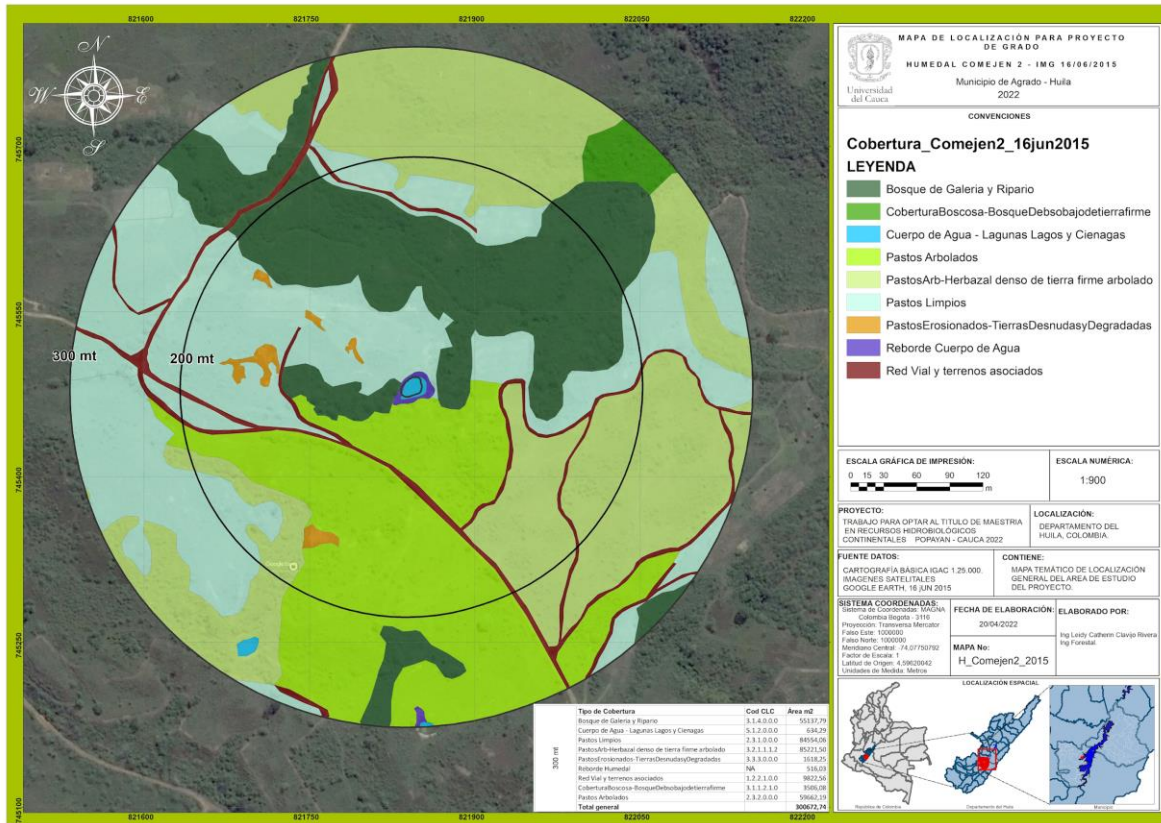




Figura 38 Mapa de localización Pozo Comején 2 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2015.



## 7.2.3.2 Componente biótico

### 7.2.3.2.1 Vegetación Terrestre

#### Composición florística fustales

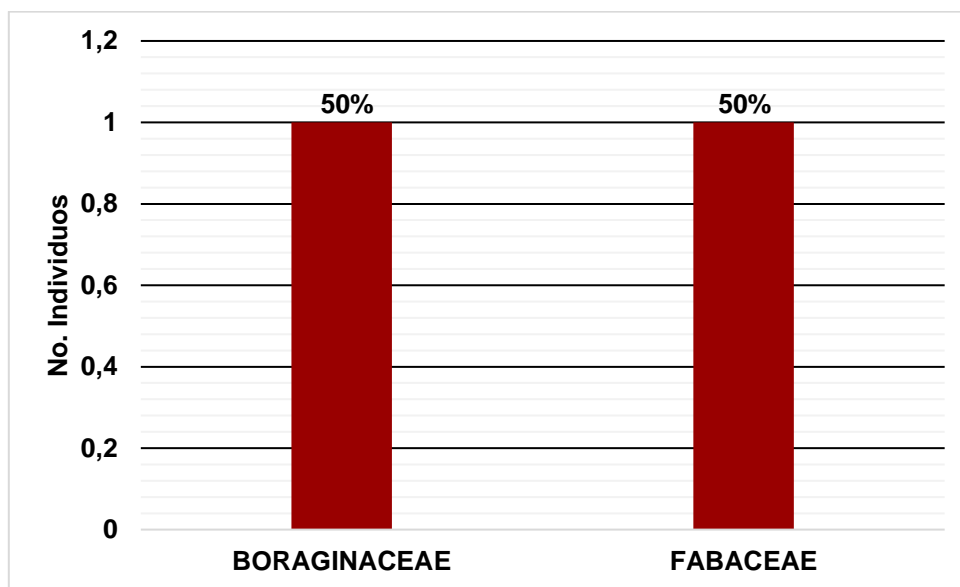
Para el humedal Pozo Comején 2, se registró un total de 2 individuos en estado fustal, los cuales están representadas en 2 familias, 2 géneros y 2 especies, siendo únicas las especies *Cordia alliodora* y *Pithecellobium dulce* en orden de abundancia con 1 individuos para cada especie (Tabla 30).

Tabla 30 Composición florística fustales en el Humedal Pozo Comején 2.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA
BORAGINACEAE	Cordia	<i>Cordia alliodora</i>	1	50
FABACEAE	Pithecellobium	<i>Pithecellobium dulce</i>	1	50
<b>TOTAL</b>			<b>2</b>	<b>100</b>

En la Figura 39, se muestran las 2 únicas familias presentes en este ecosistema, en donde Boraginaceae y Fabaceae fueron las 2 más representativas con el 50% cada una.

Figura 39 Abundancia de familias en el Humedal Pozo Comején 2 en la vereda Bajo Buenavista del Municipio de Agrado Huila.



### Estructura horizontal

De acuerdo con los resultados del cálculo del IVI, las 2 únicas especies con mayor peso ecológico dentro de la comunidad vegetal en el Humedal Pozo Comején 2 fueron *Cordia alliodora* con un IVI del 175,06, seguido de *Pithecellobium dulce* con un valor de IVI de 124,94, (Tabla 31).

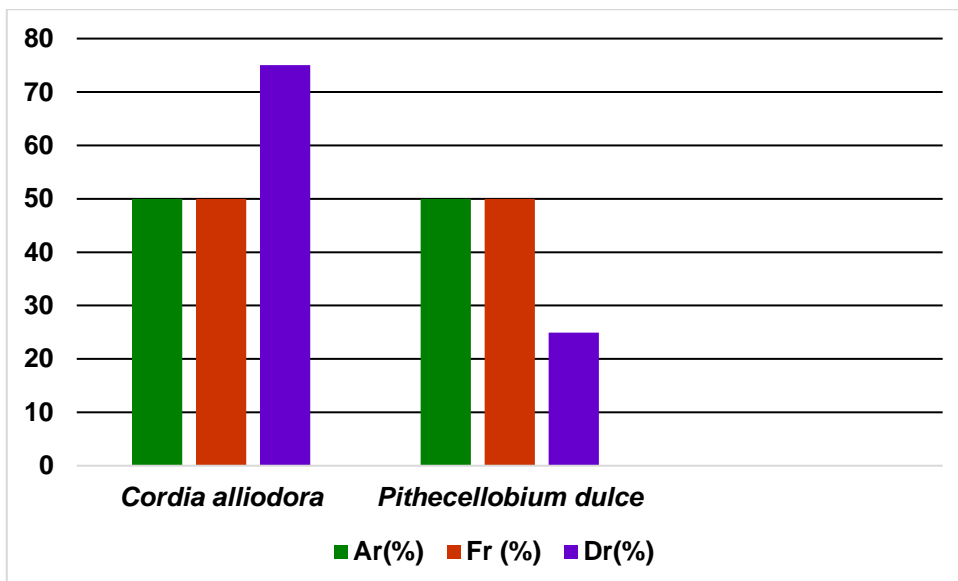
Con respecto a la densidad del ecosistema, los resultados presentan 2 árboles en 0,05 ha muestreadas, lo que corresponde a 100 árboles/ha. En la Tabla 31 se observa que, de las 2 especies reportadas para este ecosistema, tanto *Cordia alliodora* y *Pithecellobium dulce* poseen igual densidad con 100 árboles por ha cada una.

Tabla 31 *IVI del Humedal Pozo Comején 2*

Especie	Densidad/Arb. Ha	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar (%)	Fa	Fr (%)	Da	Dr (%)	
<i>Cordia alliodora</i>	100	1	50,00	100	50	0,05	75,06	175,06
<i>Pithecellobium dulce</i>	100	1	50,00	100	50	0,02	24,94	124,94
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>100</b>	<b>0,07</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

En la Figura 40 se indican las 2 especies con su peso ecológico reportadas en el ecosistema de estudio.

Figura 40 *IVI del Humedal Pozo Comején 2*



### **Coeficiente de mezcla (CM)**

Para el ecosistema en análisis el coeficiente de mezcla arrojó un valor de 1,000, que equivale a la relación 1:1, lo cual indica que por cada individuo encontrado en el muestreo 1 pertenecen a una sola especie. Lo anterior con lo definido por Melo y Vargas (2003), donde se determina que para la zona de vida bs-T interpretado como el promedio de individuos de cada especie, es decir, da una primera aproximación de la homogeneidad del bosque y una indicación somera de la intensidad de mezcla. El valor reportado, indica que el ecosistema presenta una tendencia a la homogeneidad según los rangos analizados por este coeficiente (Tabla 32).

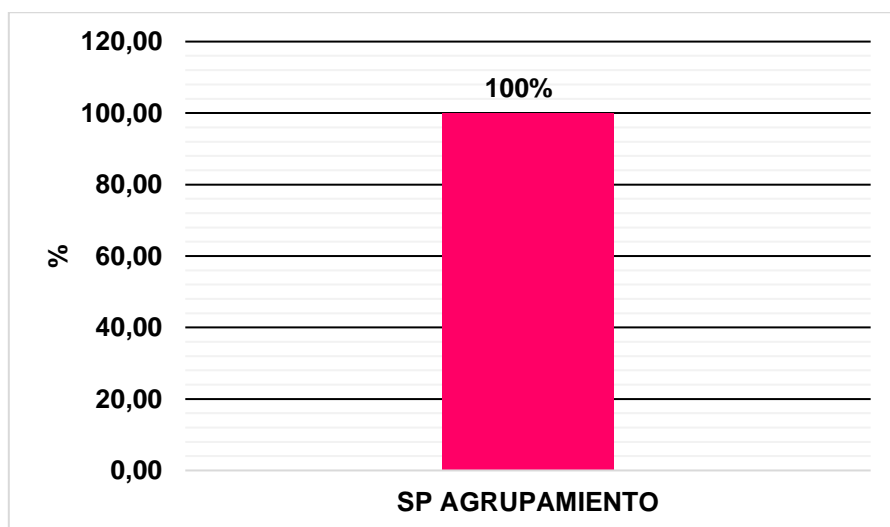
Tabla 32 *Coeficiente de mezcla en el Humedal Pozo Comején 2*

No. de individuos	No. Especies	Coeficiente de mezcla	Tendencia
2	2	1,000	A la homogeneidad

### **Grado de agregación**

El grado de agregación para este ecosistema se obtuvo que, de las 2 especies que se encuentran en estado fustal, el 100,0% tuvieron una tendencia al agrupamiento. (Figura 41).

Figura 41 *Grados de agregación en el Humedal Pozo Comején 2*



## Estructura vertical

A continuación, se presenta la estructura vertical del ecosistema analizado los parámetros de posición sociológica (PS) y dispersión de Ogawa.

### Diagrama de Dispersión de Ogawa

En relación con los parámetros analizados por Ogawa, las alturas totales de este ecosistema para los individuos en estado fustal van desde los 4 a los 5 metros y al observar el diagrama de Ogawa en la Figura 42, se puede identificar que un individuo registrado se agrupa en la clase inferior y uno en intermedio, lo cual puede explicarse porque los individuos reportados en este tipo de ecosistema están agrupados en pequeños parches en el área de influencia del humedal, las especies son indicadoras de una cobertura en recuperación y a su vez en estado de sucesión vegetal temprana, dominada por algunos árboles, en donde a futuro puede llegar a convertirse en un bosque. Lo que se define como los primeros estados de sucesión vegetal, (Quiroga et al., 2019).

Tabla 33 *Diagrama de Dispersión de Ogawa en el Humedal Pozo Comején 2*

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INFERIOR		INTERMEDIO		SUPERIOR		EMERGENTE		POSICIÓN SOCIOLÓGICA	
		No. Inds.	%	No. Inds.	%	No. Inds.	%	No. Inds.	%	PSa	PSr (%)
<i>Cordia alliodora</i>	Nogal	0	0	1	50	0	0	0	0	1	50,00
<i>Pithecellobium dulce</i>	Payandé	1	50	0	0	0	0	0	0	1	50,00
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>1</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>100</b>

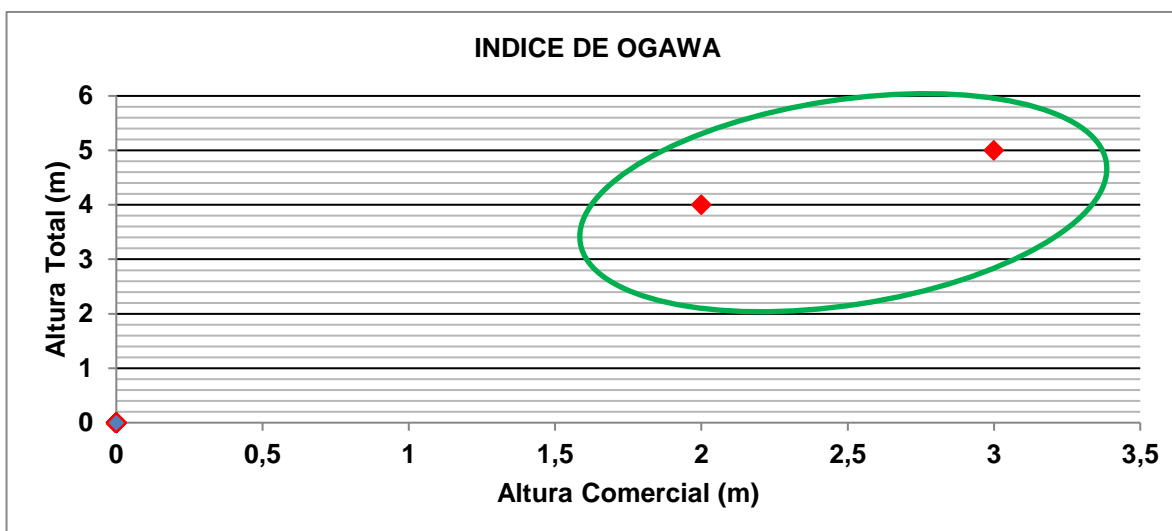


Figura 42 Diagrama de Ogawa del Humedal Pozo Comején 2

### Posición sociológica

El estrato inferior agrupó el 50% del total de los árboles reportados con 1 individuo, al igual que el estrato intermedio está representado por un 50% con un total de 1 individuo, siendo los de mayor valor o representatividad; mientras que los estratos superior y emergente no presentaron individuos. Las especies que se encontraron en el estrato inferior e intermedio y que alcanzaron la máxima posición sociológica fueron *Cordia alliodora* y *Pithecellobium dulce*, (Tabla 34).

Tabla 34 Posición sociológica del Humedal Pozo Comején 2

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INFERIOR		INTERMEDIO		SUPERIOR		EMERGENTE		POSICIÓN SOCIOLÓGICA	
		No. Inds.	%	No. Inds.	%	No. Inds.	%	No. Inds.	%	PSa	PSr (%)
<i>Cordia alliodora</i>	Nogal	0	0	1	50	0	0	0	0	1	50,00
<i>Pithecellobium dulce</i>	Payandé	1	50	0	0	0	0	0	0	1	50,00
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>1</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>100</b>

En la Figura 43 se indican las 2 especies con mayor porcentaje de representatividad en los diferentes estratos evaluados.

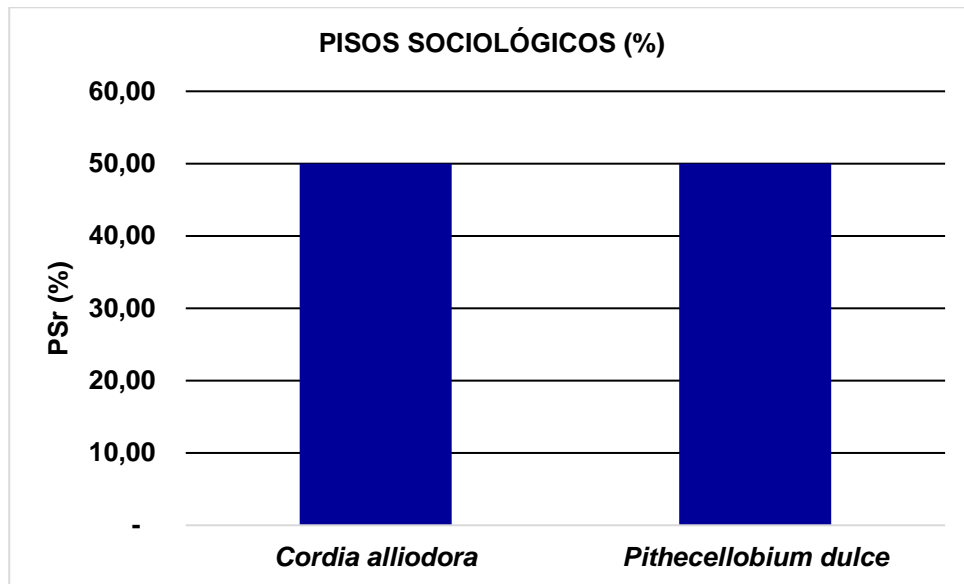


Figura 43 Estructura vertical por especie del Humedal Pozo Comején 2  
**Perfil de vegetación**

La Figura 44, en el perfil se puede observar que los individuos registrados en las 5 parcelas no superan los 5 metros de altura y se distribuyen en su mayoría en el estrato inferior e intermedio, inferior y superior. Las especies encontradas en estas parcelas son: *Cordia alliodora* y *Pithecellobium dulce*.

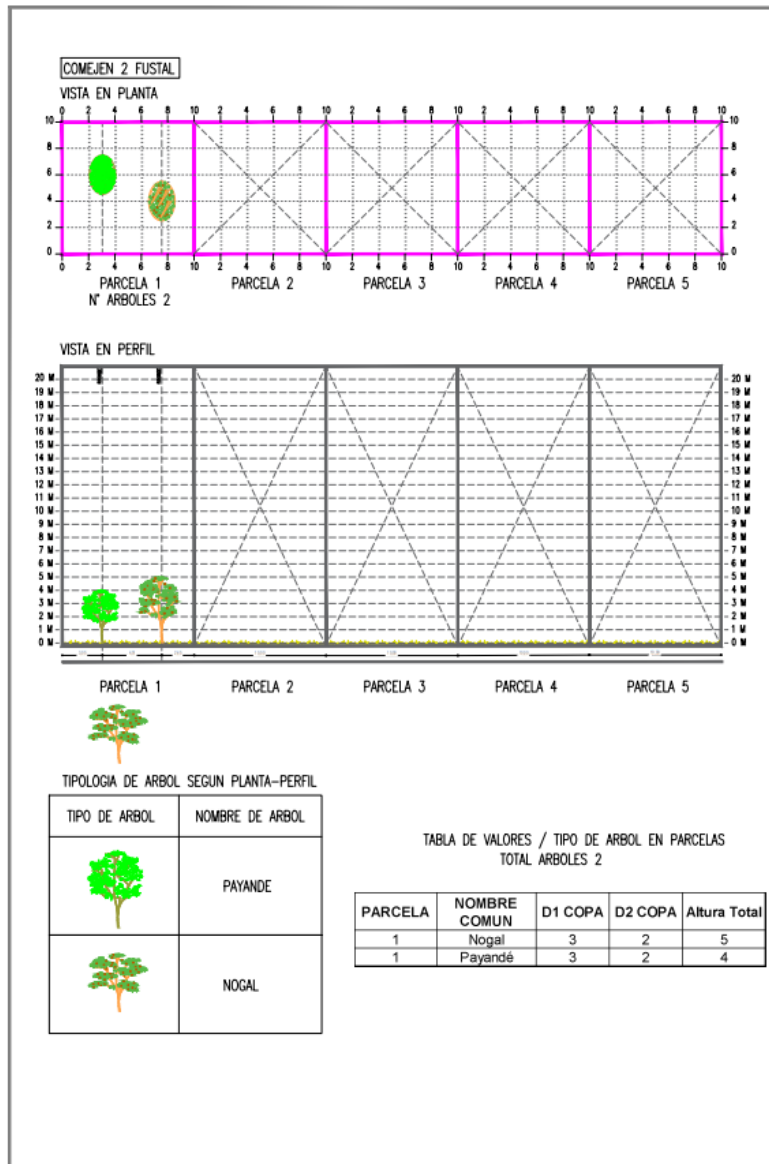


Figura 44 Perfil de vegetación en el Humedal Pozo Comején 2

### Estructura total

Los individuos registrados en este ecosistema se encuentran distribuidos en 2 clases diamétricas, el mayor diámetro a la altura del pecho (DAP) fue de 0,26 cm.

La Tabla 35, muestra las diferentes clases diamétricas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal para el ecosistema analizado.



Tabla 35 *Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Humedal Pozo Comején 2*

Clase diamétrica	Rangos	Abundancia		Volumen (m <sup>3</sup> )		Área basal (m <sup>2</sup> )
		Absoluta	Relativa	Total	Comercial	
I	0,1-0,2	1	50	0,19	0,11	0,05
II	0,3-0,4	1	50	0,05	0,02	0,02
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>100</b>	<b>0,24</b>	<b>0,14</b>	<b>0,07</b>

En la Figura 45, se indica la tendencia de la distribución diamétrica por abundancia, donde el porcentaje de los individuos reportados para este ecosistema se agrupan en la clase I y clase II que les corresponden a valores de DAP de 0,1 a 0,2, y 0,3-0,4 con 1 individuo cada uno.

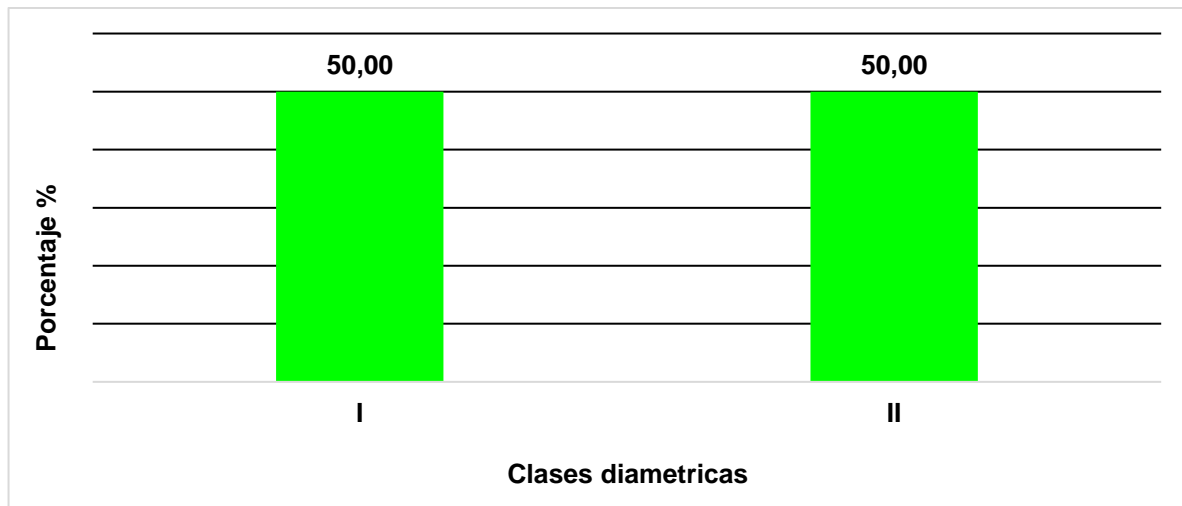


Figura 45 Abundancia por clase diamétrica en el Humedal Pozo Comején 2

### **Cálculo área basal**

El área basal del Humedal Pozo Comején 2 fue de 0,071 m<sup>2</sup> en 0,05 ha, con alturas de árboles entre 4 a 5 metros de altura. La mayor área lo reporta las clases diamétrica I con 0,05 m<sup>2</sup>, seguida de la clase II con 0,02 m<sup>2</sup>.

### Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial hallado para un área total de 0,05 ha, en individuos con diámetros a la altura del pecho (DAP) mayores o iguales a 10 cm, fue de 0,24 m<sup>3</sup> y 0,14 m<sup>3</sup> respectivamente.

Tabla 36 *Volumen en el Humedal Pozo Comején 2*

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° Ind	Área basal (m <sup>2</sup> )	Vol Tot (m <sup>3</sup> )	Vol Com (m <sup>3</sup> )	Biomasa	Carbono
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	Nogal	1	0,5	0,19	0,11	194,11	97,06
FABACEAE	<i>Pithecellobium dulce</i>	Payandé	1	0,08	0,05	0,02	51,60	25,80
<b>Total general</b>			<b>2</b>	<b>0,58</b>	<b>0,24</b>	<b>0,14</b>	<b>245,72</b>	<b>122,86</b>

El mayor volumen total se presenta en la clase diamétrica con un valor de 0,19 m<sup>3</sup>, al igual que para el volumen comercial con 0,11 m<sup>3</sup>, (Figura 46).

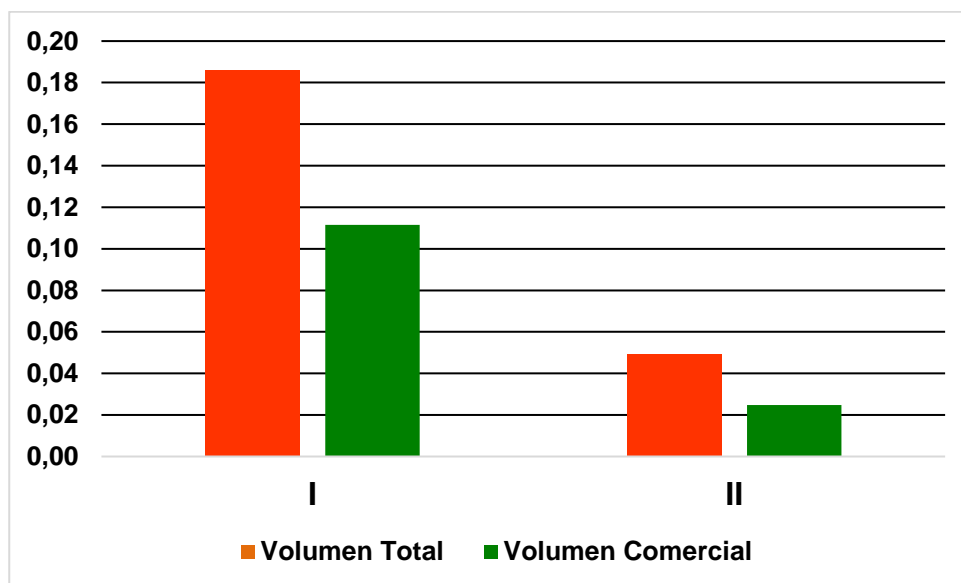


Figura 46 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Humedal Pozo Comején 2

## Índices de diversidad y riqueza

Del índice de equidad de Shannon se puede inferir, que, del resultado obtenido, (0,6931) el ecosistema presenta una diversidad uniforme sin el predominio de una especie en particular. (Rodríguez et al., 2015).

Por su parte, el índice de Margalef resultante para el ecosistema en análisis, se obtuvo para índice un valor de 1,443 indicando una riqueza de baja.

Por su lado el índice de Menhinick toma un valor de 1,414 mostrando una riqueza baja. (Rodríguez et al., 2015).

Por lo tanto, de acuerdo con los índices analizados se puede concluir que el ecosistema tiene una diversidad y una riqueza baja.

En la Tabla 37 se pueden ver los resultados obtenidos para este ecosistema.

Tabla 37 *Índices de diversidad en el Humedal Pozo Comején 2*

Índice de Shannon – Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
0,6931	1,443	1,414

## Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos)

En la regeneración natural del Pozo Comején 2, se registraron 54 individuos agrupados en 11 especies, 10 géneros y 9 familias. Los parámetros de regeneración natural se encuentran en la Tabla 37.

Tabla 37 *Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal Pozo Comején 2*

Familia	Nombre Común	Especie	No. Individuos	CT1. 1 CT1≤30 cm	CT2. 2. 30 cm a 1,50 m	CT3. ≥1,50 m
Euphorbiaceae	Caguanejo	<i>Croton glabellus</i>	21	11	7	3
Rutaceae	Tachuelo	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	8	3	5	0
Fabaceae	Raspayuco	<i>Chloroleucon mangense</i>	3	0	3	0

	Capote	<i>Machaerium capote</i>	5	3	2	0
Salicaceae	Varazón	<i>Casearia corymbosa</i>	4	4	0	0
Boraginaceae	Nogal	<i>Cordia alliodora</i>	4	0	4	0
Malvaceae	Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	1	1	2
Verbenaceae	Biringo	<i>Citharexylum cyclocarpum</i>	2	2	0	0
Euphorbiaceae	Sangregado	<i>Croton hibiscifolius</i>	1	0	1	0
Clusiaceae	Copé	<i>Clusia multiflora</i>	1	1	0	0
Rubiaceae	Cruceto	<i>Randia aculeata</i>	1	1	0	0
	<b>Sumatoria</b>		<b>54</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>5</b>

La mayor contribución a la regeneración del ecosistema se presenta en la categoría de los renuevos con el 48,14% del total de individuos registrados, seguido de los brinzales con el 42,59% y en la categoría de latizales se registró un 9,25% del total de los individuos reportados para la regeneración de este ecosistema.

Tabla 38 *Parámetros de regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal Pozo Comején 2*

Nombre Común	Especie	Clase de tam. 1	%	Clase de tam. 2	%	Clase de tam. 3	%	Clase de tamaño absoluta	Aa	Fa	CTr%	Ar%	Fr%	IRN
Caguanejo	<i>Croton glabellus</i>	11	20,3704	7	12,963	3	5,55556	85,27	21	3	36,73	38,18	17,65	30,85
Tachuelo	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	3	5,55556	5	9,25926	0	0	36,00	8	3	15,51	14,55	17,65	15,90
Raspayuco	<i>Chloroleucon mangense</i>	0	0	3	5,55556	0	0	13,09	3	3	5,64	5,45	17,65	9,58
Capote	<i>Machaerium capote</i>	3	5,55556	2	3,7037	0	0	22,91	5	1	9,87	9,09	5,88	8,28
Varazón	<i>Casearia corymbosa</i>	4	7,40741	0	0	0	0	18,91	4	1	8,14	7,27	5,88	7,10
Nogal	<i>Cordia alliodora</i>	0	0	4	7,40741	0	0	17,45	4	1	7,52	7,27	5,88	6,89
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	1,85185	1	1,85185	2	3,7037	10,91	4	1	4,70	7,27	5,88	5,95
Biringo	<i>Citharexylum cyclocarpum</i>	2	3,7037	0	0	0	0	9,45	2	1	4,07	3,64	5,88	4,53
Sangregado	<i>Croton hibiscifolius</i>	0	0	1	1,85185	0	0	8,73	1	1	3,76	3,64	5,88	4,43

Copé	<i>Clusia multiflora</i>	1	1,85185	0	0	0	0	4,73	1	1	2,04	1,82	5,88	3,25
Cruceto	<i>Randia aculeata</i>	1	1,85185	0	0	0	0	4,73	1	1	2,04	1,82	5,88	3,25
Sumatoria		26	48,1481	23	42,5926	5	9,25926	232	54	17	100	100	100	100
Valor de importancia por estrato		4,81		4,26		0,93								

El índice de regeneración señala que la especie más importante fue *Croton glabellus*, la cual se encuentra ampliamente representada en la categoría de renuevos, latizales y brinzales. Le siguen, en importancia de regeneración natural, *Casearia corymbosa*, *Zanthoxylum rigidum* y *Machaerium capote* con 4, 3 y 3 individuos respectivamente, todos los anteriores en la categoría de renuevos. En la categoría de brinzales se halla especie *Zanthoxylum rigidum* como segunda en abundancia con 5 individuos, en tercer lugar, se reportaron las especies *Cordia alliodora*, *Chloroleucon mangense* y *Chloroleucon mangense* con 5, 4 y 3 individuos respectivamente en la categoría de brinzales y latizales la especie *Guazuma ulmifolia* con 2 individuos.

En la Figura 47, se muestra la gráfica de distribución de las especies reportadas en el índice de regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el ecosistema evaluado.

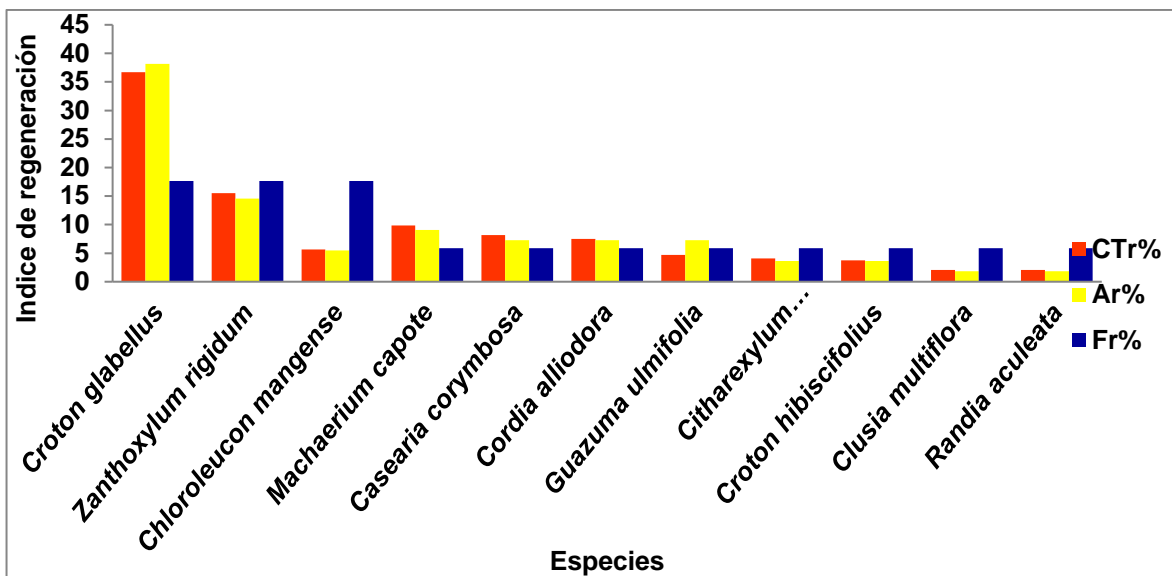


Figura 47 Regeneración natural (latizal, brinzal y renewals) por especie en el Humedal Pozo Comején 2

#### 7.2.3.2.2 Vegetación acuática

Se registró 1 especie de planta macrófita perteneciente a 1 familia, siendo la especie *Polypogon elongatus* la de mayor porcentaje de abundancia en el espejo de agua.

Tabla 39 *Plantas macrófitas registradas en el Humedal Pozo Comején 2.*

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	%	ALTURA MÁXIMA (m)	ALTURA MÍNIMA (m)
Poaceae	Polypogon	<i>Polypogon elongatus</i>	Pluma quiona	80	0.3	0.2

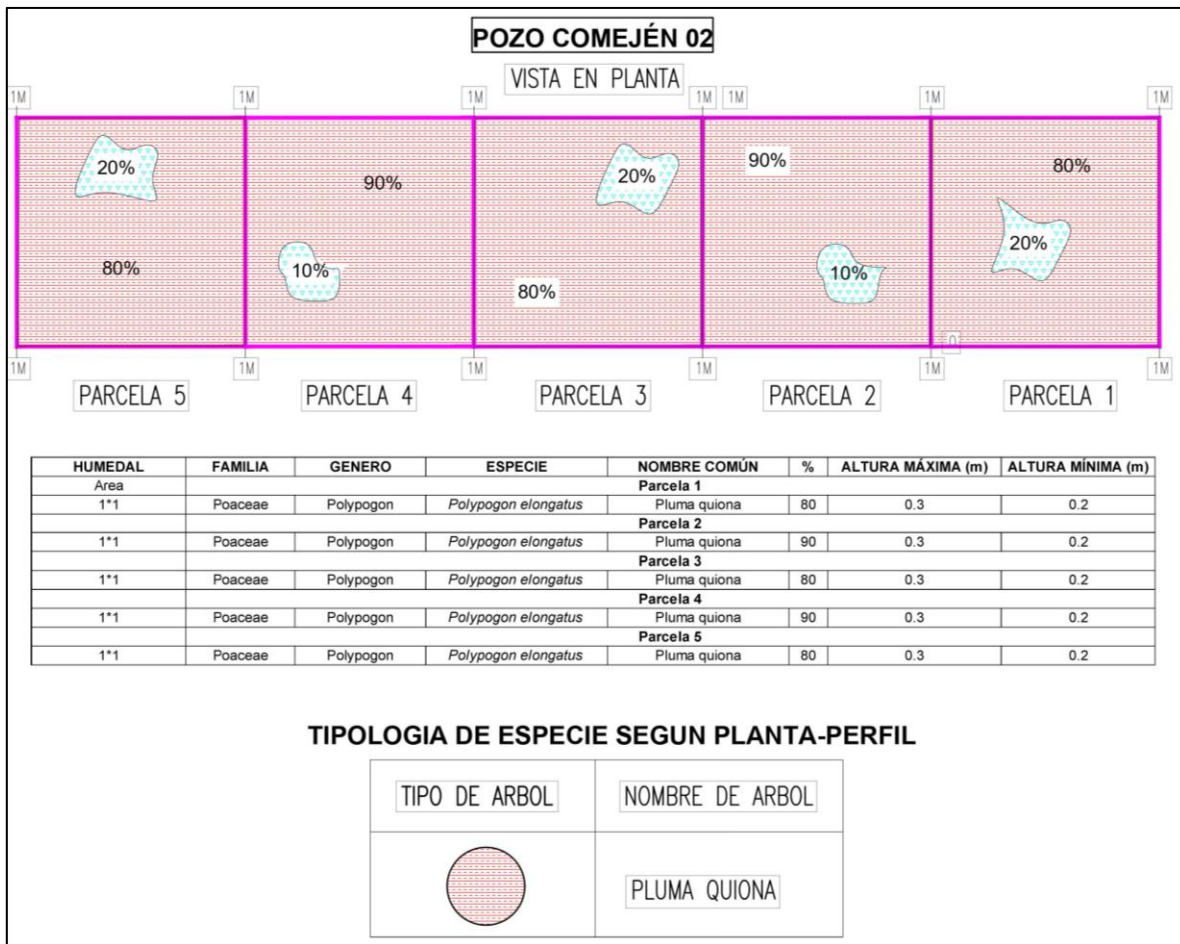


Figura 48 Perfil de vegetación acuática en el Humedal Pozo Comején 2

### 7.2.3.2.3 Avifauna

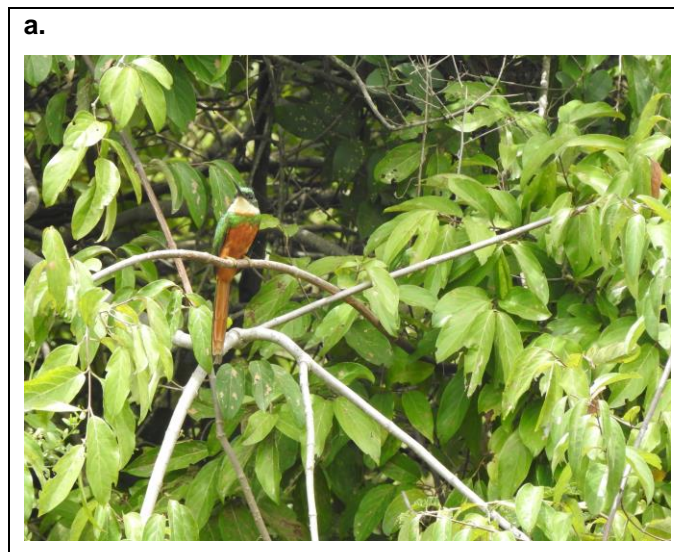
La avifauna que se registró en el Humedal Pozo Comején 2 corresponde a 1 especie perteneciente a 1 familia, la cual presenta un estado de conservación en categoría de preocupación menor (LC) conforme a la lista roja de la UICN. Así mismo se identificaron 1 gremio, IGVF (Frutos del suelo al dosel inferior) y IIVA (Insectos e invertebrados grandes, vertebrados muy pequeños del suelo y el sotobosque). Igualmente, la especie determinada durante el muestreo fue Jacamará colirrufo (*Galbula ruficauda*).

Tabla 40 . Aves muestreadas en Pozo Comején 2, junto con gremio(s) y la categoría de amenaza en el país.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	GREMIO	CATEGORÍA DE AMENAZA
Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	Jacamará colirrufo	1	IGVF	LC

*Nota:* Gremios: ISFS: Insectos del suelo y del sotobosque bajo SSSB: Semillas del suelo y sotobosque bajo IGVF: Insectos e invertebrados grandes, vertebrados muy pequeños del suelo y el sotobosque IFSM: insectos del follaje y ramas de los niveles medios del bosque FSDI: Frutos del suelo al dosel inferior FSSB: Frutos del suelo y el sotobosque bajo FSDI: Frutos del suelo al dosel intermedio IVA: Insectos, invertebrados y vertebrados pequeños del borde de agua IVZA: Invertebrados, vertebrados pequeños de zonas abiertas CAV: Cazadores (acecho o persecución) de vertebrados grandes

Categoría de amenaza: LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado DD: Datos deficientes D: Doméstico\



Especie de ave: a. *Galbula ruficauda*-Jacamará colirrufo.

Figura 49 Ave registradas en el Humedal Pozo Comején 2.

La dieta de la *Galbula ruficauda* - Jacamará colirrufo se basa principalmente en insecto pequeños del orden en primer lugar Coleóptera, segundo Himenóptera (especialmente avispas), Díptera, Lepidóptera, Odonata, Ortóptera y Mantodea, Campos (2016), los cuales se avistaron en todos los estratos de la escasa vegetación aledaña al humedal.



### 7.2.3.3 *Parámetros fisicoquímicos*

Los valores fisicoquímicos obtenidos como resultado del muestreo para oxígeno disuelto presentaron un valor de 6.79 mg O<sub>2</sub>/L, una demanda química de oxígeno-DQO de 10 mg O<sub>2</sub>/L, una demanda bioquímica de oxígeno-DBO<sub>5</sub> de 5 mg O<sub>2</sub>/L, un pH de 7.82 unidades, y una temperatura de la muestra de 33.4 °C, el porcentaje de saturación que presenta el humedal (95%), la DQO - demanda química de oxígeno y la DBO<sub>5</sub> - demanda bioquímica de oxígeno corresponde a un ecosistema de aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable, Semarnat (2008), sumado a que las condiciones de los ecosistemas tropicales permiten rápidas tasas de degradación de materia orgánica propia y alóctona propiciando el reintegro de macronutrientes al sistema, Zambrano et al., 2015.

Tabla 41 *Parámetros fisicoquímicos registrados para el humedal Pozo Comején 2.*

PARÁMETROS	UNIDAD	LMQ	MÉTODO	RESULTADO
OXÍGENO DISUELTO (*)	mg O <sub>2</sub> /L	1.09	ASTM D 888 - 12 E1, MÉTODO	6.79
DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O <sub>2</sub> /L	10.0	SM 5220 D	<10.0
DBO <sub>5</sub> (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O <sub>2</sub> /L	5.00	SM 5210 B, SM 4500 O-H	<5.00
PH (*)	Unidades de Ph	1.28	SM 4500 H+ B	7.82
TEMPERATURA MUESTRA (*)	°C	N.A	SM2550 B	33.4

#### 7.2.4 HUMEDAL POZO COMEJÉN 3

Figura 50 *Humedal Pozo Comején 3.*



El humedal Pozo Comején 3 se encuentra ubicado en la vereda El Pedernal del municipio del Agrado, cuenta con un área de 445,19 m<sup>2</sup> y un perímetro de 85,81 m, Ver Figura 51. La fuente principal que surte el espejo de agua proviene de la escorrentía, a través, de 2 entradas localizadas en las coordenadas X821885 Y745055 a una altura de 731 msnm, X821891 Y745051 a una altura de 730 msnm y 2 egresos de agua ubicados en las coordenadas planas X821875 Y745051 a una altura de 732 msnm y X821892 Y745024 a una altura de 723. Se identifican que hay tensionantes como la presencia de ganado vacuno y equinos presentes durante los recorridos al sitio.

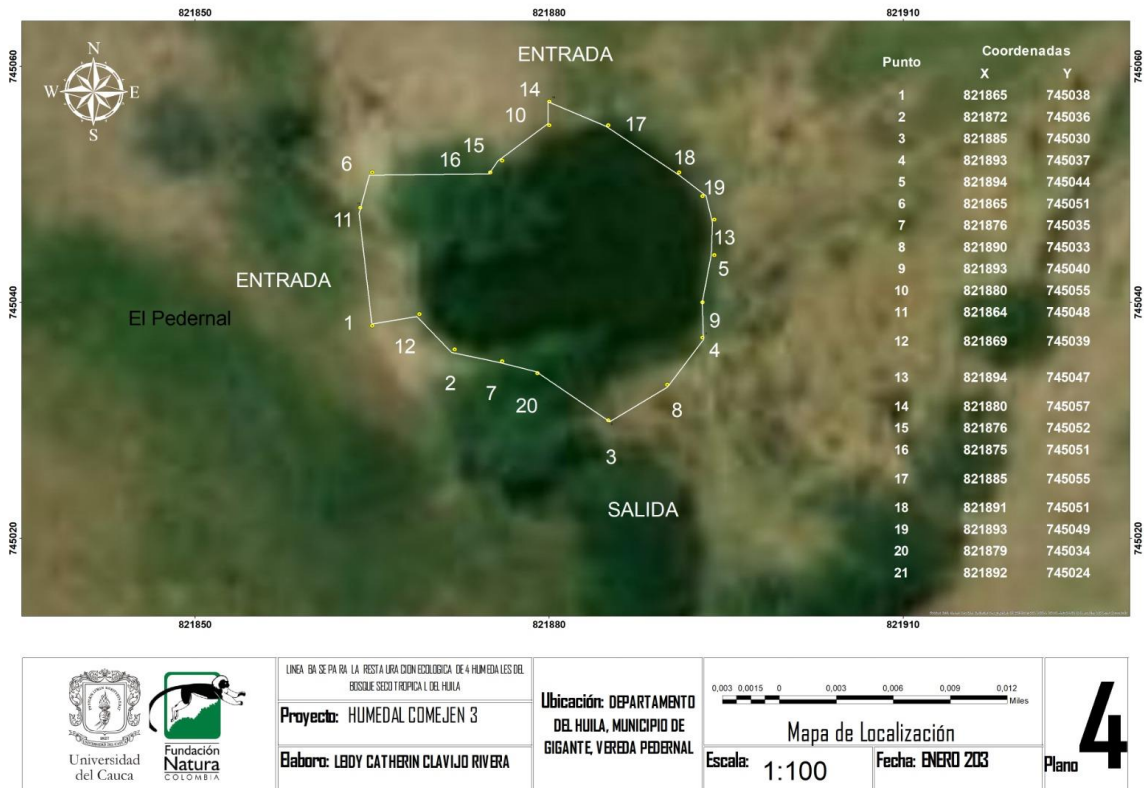


Figura 51 Mapa Proyección Humedal Pozo Comején 3

### 7.2.4.1 Análisis cartográfico

Una vez analizadas las principales coberturas vegetales que sufrieron transformación y su comportamiento en los años 2013 y 2015, a través de la metodología Corined Land Cover se evidencia una disminución representativa en la Cobertura Boscosa-Bosque de bs o bajo de tierra firme con un área de 6140.32 m<sup>2</sup> representada en 2.04% en el año 2013 a 2573.21 m<sup>2</sup> que corresponde a 0.85% de la cobertura total para el año 2015, y la cobertura con mayor aumento fue la Bosque de Galería y Ripario con un área de 26921.54 m<sup>2</sup> que corresponde a 8.93% en el año 2013 a 52436.11 m<sup>2</sup> que corresponde a 17.39% para el año 2015 del total de las coberturas, y las coberturas que adquirieron representatividad pasando de 0.00% en el año 2013 fueron Pastos Erosionados-Tierras Desnudas y Degradadas y Pastos Arbolados con 1200.86 m<sup>2</sup> y 98030.79 m<sup>2</sup> que corresponde a 0.40% y

32.52% respectivamente para el año 2015. Así mismo la cobertura que perdió representatividad fue Vegetación acuática sobre cuerpos de agua pasando en 2013 de un área 60.97 m<sup>2</sup> que corresponde a 0.02% a 0.00 m<sup>2</sup>; las coberturas restantes no presentaron mayores cambios entre los años comparados, (Tabla 42 y Figuras 52 y 53). Lo que define el aumento de pastos arbolados por el crecimiento de especies pioneras, así como la desaparición de la vegetación acuática a la pérdida del espejo de agua ganando cobertura los pastos erosionados y las tierras desnudas y degradadas.

Tabla 42 *Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover Pozo Comején 3.*

Tipo de Cobertura	01/09/2013		16/06/2015	
	Área m <sup>2</sup>	%	Área m <sup>2</sup>	%
Bosque de Galería y Ripario	26921.54	8.93	52436.11	17.39
CoberturaBoscosa-BosqueDebsobajodetierrafirme	6140.32	2.04	2573.21	0.85
Cuerpo de Agua - Lagunas Lagos y Ciénagas	424.89	0.14	703.30	0.23
Pastos Limpios	87532.67	29.04	59466.85	19.73
Pastos Arb-Herbazal denso de tierra firme arbolado	169638.79	56.27	73877.31	24.51
Reborde Humedal	398.18	0.13	316.63	0.11
Red Vial y terrenos asociados	6146.96	2.04	8444.63	2.80
Tejido Urbano Discontinuo "Viviendas"	4207.93	1.40	4422.58	1.47
Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	60.97	0.02	0.00	0.00
Pastos Erosionados-Tierras Desnudas y Degradadas	0.00	0.00	1200.86	0.40
Pastos Arbolados	0.00	0.00	98030.79	32.52
<b>Total general</b>	<b>301472.26</b>		<b>301472.26</b>	



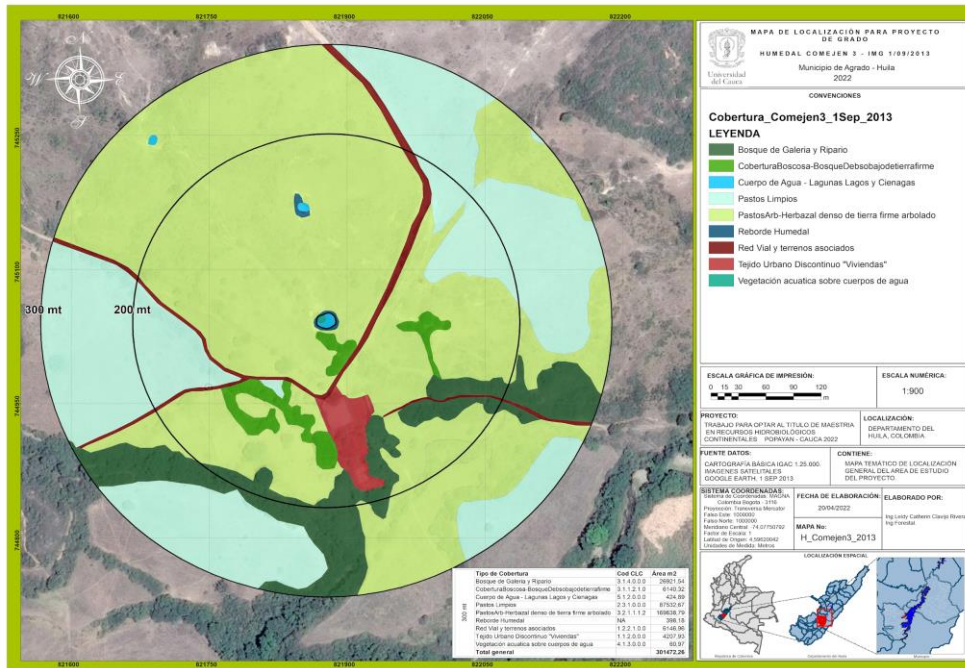


Figura 52 Mapa de localización Pozo Comején 3 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2013.

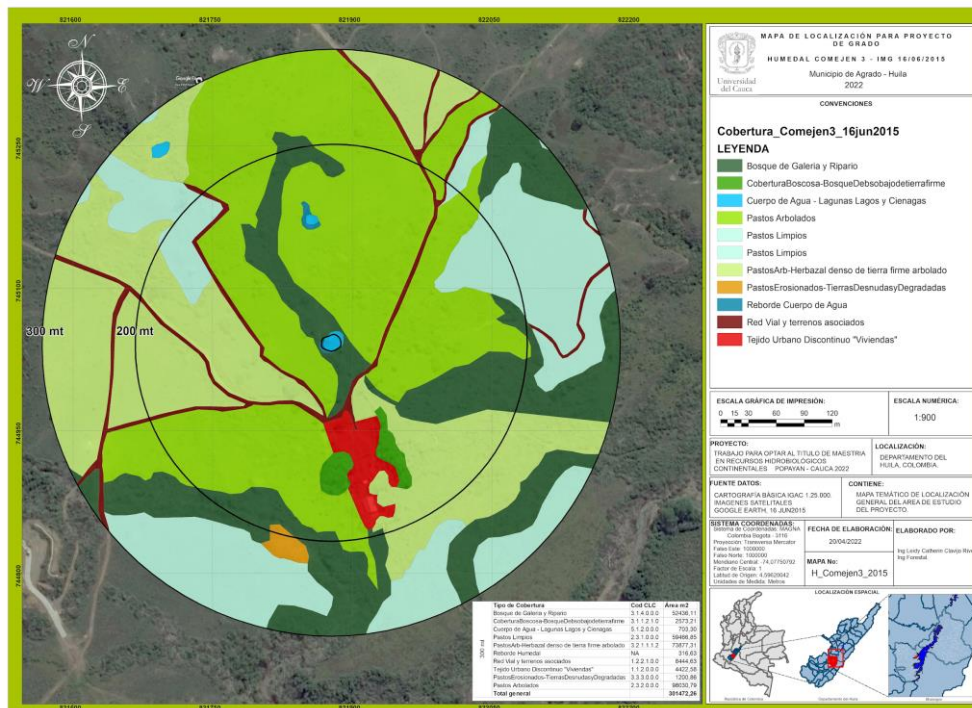


Figura 53 Mapa de localización Pozo Comején 3 y Análisis cambio en coberturas aplicada de la Metodología Corind Land Cover año 2015.

## 7.2.4.2 **Componente biótico**

### 7.2.4.2.1 **Vegetación Terrestre**

#### **Composición florística fustales**

Para el humedal Pozo Comején 3, se registró un total de 24 individuos en estado fustal, los cuales están representadas en 6 familias, 7 géneros y 7 especies, de las cuales la especie *Guazuma ulmifolia* es la más abundante con 13 individuos (Tabla 43).

Tabla 43 *Composición florística fustales en el Humedal Pozo Comején 3.*

<b>FAMILIA</b>	<b>GÉNERO</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>ABUNDANCIA ABSOLUTA</b>	<b>ABUNDANCIA RELATIVA</b>
	Cassia	<i>Cassia fistula</i>	2	8,33
FABACEAE	Pithecellobium	<i>Pithecellobium dulce</i>	2	8,33
MORACEAE	Maclura	<i>Maclura tinctoria</i>	1	4,17
MALVACEAE	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	13	54,17
RUTACEAE	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	3	12,50
BURSERACEAE	Bursera	<i>Bursera tomentosa</i>	1	4,17
SALICACEAE	Casearia	<i>Casearia corymbosa</i>	2	8,33
	<b>TOTAL</b>		<b>24</b>	<b>100</b>

En la Figura 54, se muestran las 6 familias presentes en este ecosistema, en donde Malvaceae fue la más representativa con el 54,17% seguida de Fabaceae con un 16,66%, Rutaceae con un 12,5% y Salicaceae con un 8,33%.

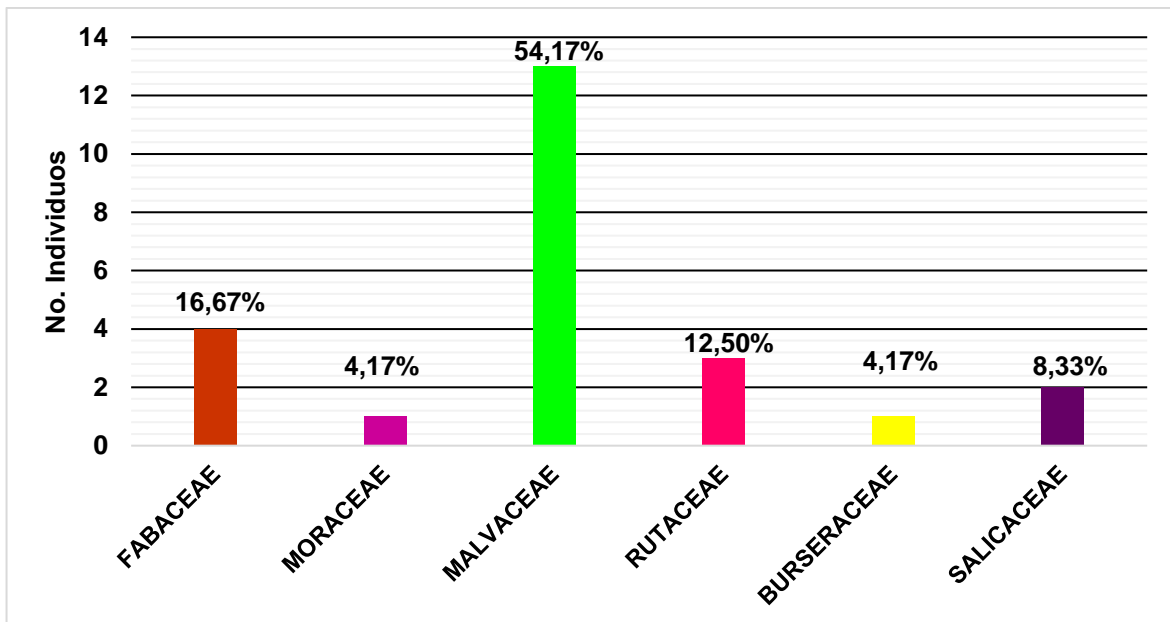


Figura 54 Abundancia de familias en el Humedal Pozo Comején 3.

### Estructura horizontal

De acuerdo con los resultados del cálculo del IVI, la especie con mayor peso ecológico dentro de la comunidad vegetal en el Humedal Pozo Comején 3 fue *Guazuma ulmifolia* con un IVI del 142,33, seguido de *Cassia fistula* con un valor de IVI de 37,75. En tercer lugar, *Zanthoxylum rigidum* con un 30,92, (Tabla 44).

Tabla 44 IVI del Humedal Pozo Comején 3

Especie	Densidad/Arb. Ha	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
		Aa	Ar (%)	Fa	Fr (%)	Da	Dr (%)	
<i>Cassia fistula</i>	10	2	8,33	40	14,29	0,03	15,13	37,75
<i>Maclura tinctoria</i>	5	1	4,17	20	7,14	0,02	11,11	22,42
<i>Guazuma ulmifolia</i>	62	13	54,17	100	35,71	0,10	52,45	142,33
<i>Pithecellobium dulce</i>	10	2	8,33	20	7,14	0,02	10,48	25,95
<i>Zanthoxylum rigidum</i>	14	3	12,50	40	14,29	0,01	4,13	30,92
<i>Bursera tomentosa</i>	5	1	4,17	20	7,14	0,01	3,48	14,79

<i>Casearia corymbosa</i>	10	2	8,33	40	14,29	0,01	3,22	25,84
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	<b>280</b>	<b>100</b>	<b>0,19</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

En la Figura 55 se indican las 7 especies con su peso ecológico reportadas en el ecosistema de estudio.

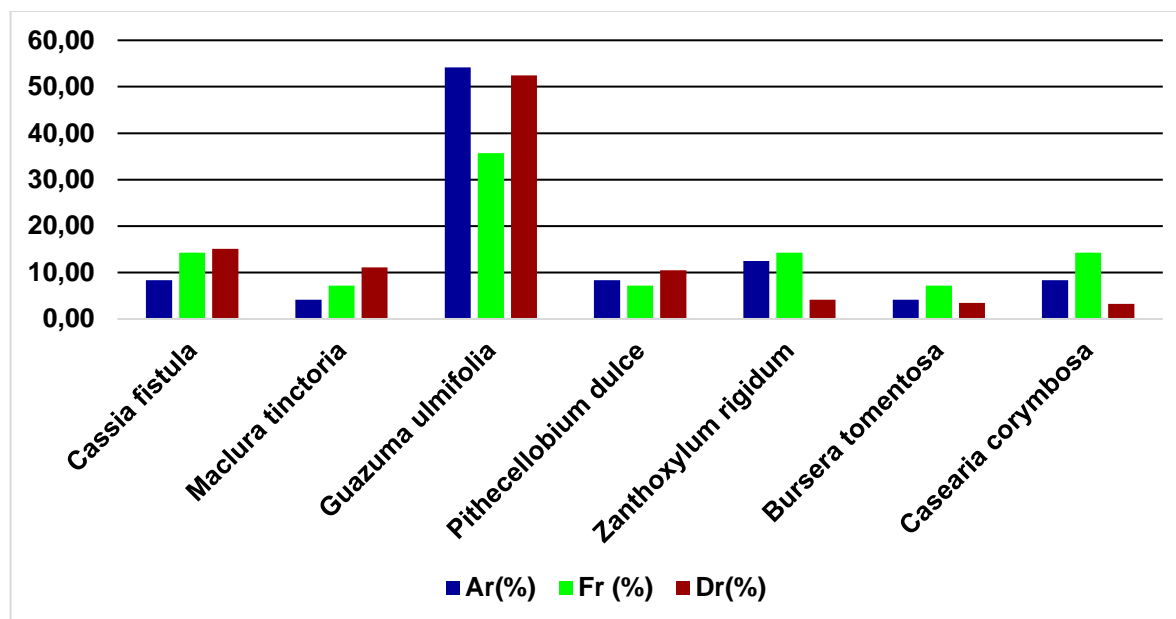


Figura 55 IVI del Humedal Pozo Comején 3

Con respecto a la densidad del ecosistema, los resultados presentan 24 árboles en 0,05 ha muestreadas, lo que corresponde a 114 árboles/ha. En la Tabla 44 se observa que, de las 7 especies reportadas para este ecosistema, la de mayor densidad fue para *Guazuma ulmifolia* con 62 árboles por ha y seguido de la especie *Zanthoxylum rigidum*, *Cassia fistula*, *Pithecellobium dulce* y *Casearia corymbosa* con 14, 10, 10 y 10 árboles por ha respectivamente.

### Coeficiente de mezcla (CM)

Para el ecosistema en análisis el coeficiente de mezcla arrojó un valor de 3,429, que equivale a la relación 1:3, lo cual indica que por cada individuo encontrado en el muestreo 3 pertenecen a una sola especie. Lo anterior con lo definido por Melo y



Vargas, (2003), donde se determina que para la zona de vida bs-T interpretado como el promedio de individuos de cada especie, es decir, da una primera aproximación de la homogeneidad del bosque y una indicación somera de la intensidad de mezcla. El valor reportado, indica que el ecosistema presenta una tendencia a la homogeneidad según los rangos analizados por este coeficiente (Tabla 45).

Tabla 45 *Coefficiente de mezcla en el Humedal Pozo Comején 3*

No. de individuos	No. Especies	Coefficiente de mezcla	Tendencia
24	7	3,429	A la homogeneidad

### Grado de agregación

El grado de agregación para este ecosistema se obtuvo que, de las 7 especies que se encuentran en estado fustal, el 100% tendieron a ser agrupadas. (Figura 56).

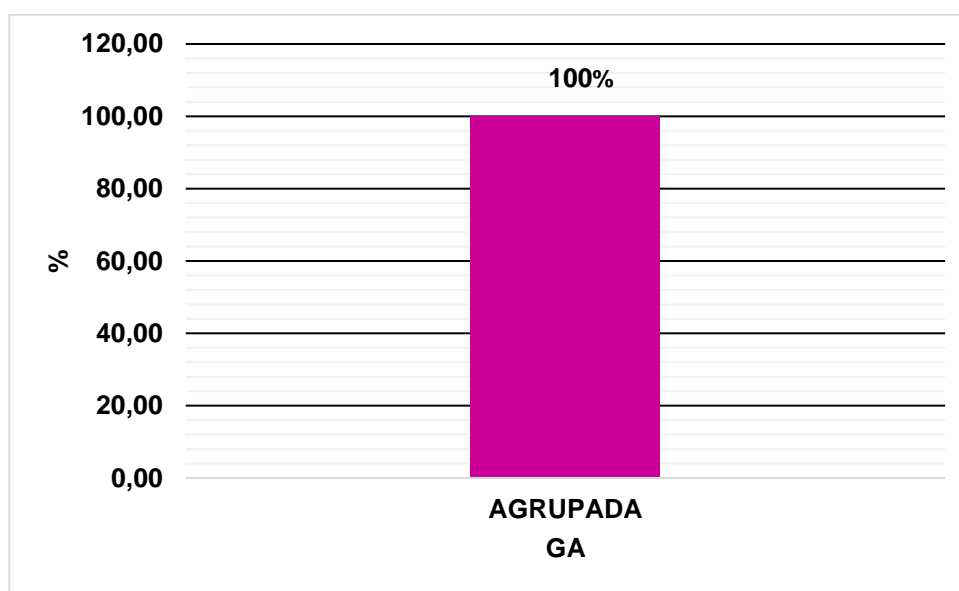


Figura 56 Grados de agregación en el Humedal Pozo Comején 3

### Estructura vertical

A continuación, se presenta la estructura vertical del ecosistema analizado los parámetros de posición sociológica (PS) y dispersión de Ogawa.

### Diagrama de Dispersión de Ogawa

En relación con los parámetros analizados por Ogawa, las alturas totales de este ecosistema para los individuos en estado fustal van desde los 3 hasta los 10 metros y al observar el diagrama de Ogawa en la Figura 57, se puede identificar que la mayoría de individuos registrados se agrupan en las clases inferior a intermedio y unas pocas emergen al estrato superior, lo cual puede explicarse porque los individuos reportados en este tipo de ecosistema están agrupados en pequeños parches en el área de influencia del humedal, las especies son indicadoras de una cobertura en recuperación y a su vez en estado de sucesión vegetal temprana, dominada por algunos árboles, en donde a futuro puede llegar a convertirse en un bosque. Lo que se define como los primeros estados de sucesión vegetal, (Quiroga et al., 2019).

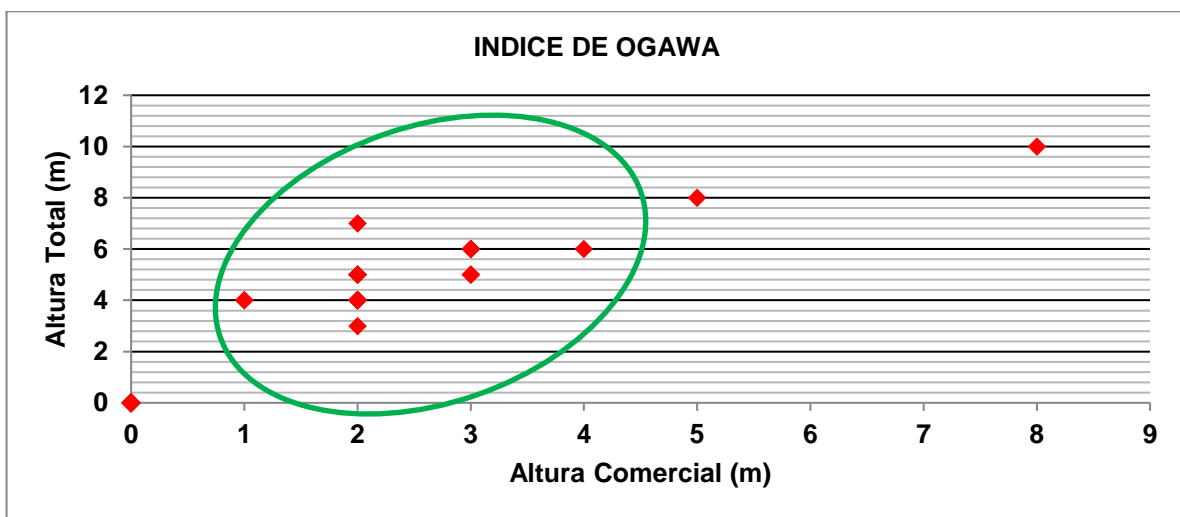


Figura 57 Diagrama de Ogawa del Humedal Pozo Comején 3

## Posición sociológica

Los estratos inferior e intermedio agruparon el 45,83 % cada uno del total de los árboles reportados con 11 individuos cada uno, siendo el de mayor valor o representatividad; mientras que en los estratos superior y emergente está representado por un 4,17% con un total de 1 individuo cada uno. Las especies que se encontraron en más de un estrato y que alcanzaron la máxima posición sociológica fueron *Guazuma ulmifolia* y *Zanthoxylum rigidum*, (Tabla 46).

Tabla 46 Posición sociológica del Humedal Pozo Comején 3

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INFERIOR		INTERMEDIO		SUPERIOR		EMERGENTE		POSICIÓN SOCIOLÓGICA	
		No. Inds.	%	No. Inds.	%	No. Inds.	%	No. Inds.	%	PSa	PSr (%)
<i>Cassia fistula</i>	Cañafistola	1	4,17	0	0,00	1	4,17	0	0,00	13,00	5,28
<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	0	0,00	1	4,17	0	0,00	0	0,00	11,00	4,47
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	5	20,83	7	29,17	0	0,00	1	4,17	134,00	54,47
<i>Pithecellobium dulce</i>	Payandé	0	0,00	2	8,33	0	0,00	0	0,00	22,00	8,94
<i>Zanthoxylum rigidum</i>	Tachuelo	3	12,50	0	0,00	0	0,00	0	0,00	33,00	13,41
<i>Bursera tomentosa</i>	Tatamaco	1	4,17	0	0,00	0	0,00	0	0,00	11,00	4,47
<i>Casearia corymbosa</i>	Varazón	1	4,17	1	4,17	0	0,00	0	0,00	22,00	8,94
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>11</b>	<b>45,83</b>	<b>11</b>	<b>45,83</b>	<b>1</b>	<b>4,17</b>	<b>1</b>	<b>4,17</b>	<b>246,00</b>	<b>100</b>

En la Figura 58 se indican las 6 especies con mayor porcentaje de representatividad en los diferentes estratos evaluados.

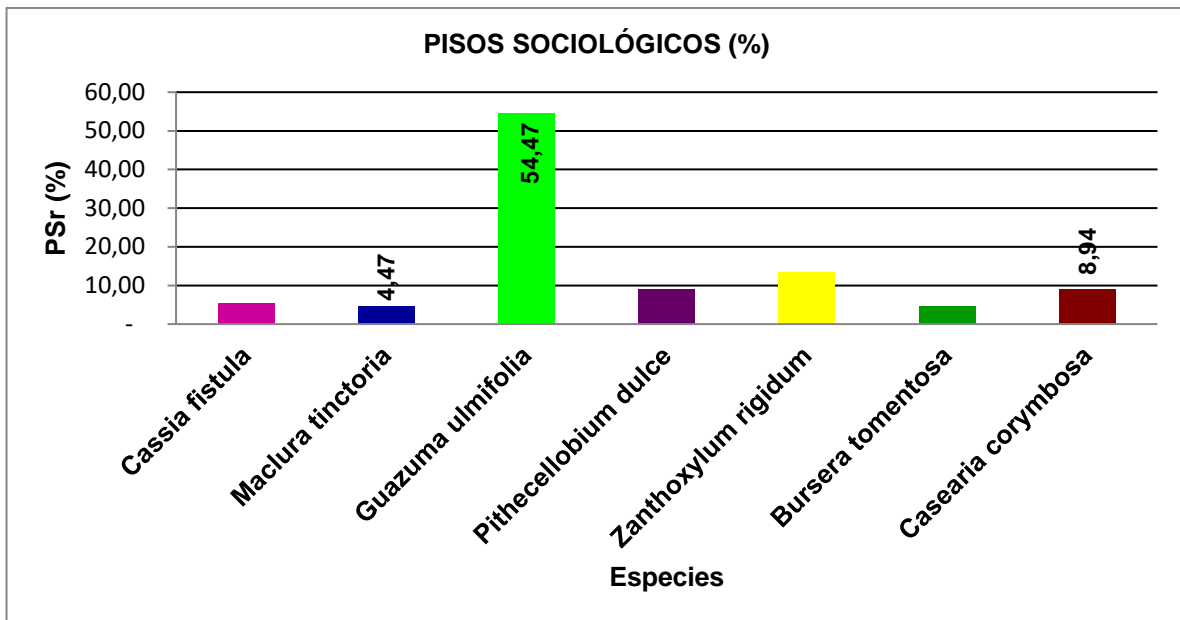


Figura 58 Estructura vertical por especie del Humedal Pozo Comején 3

### Perfil de vegetación

La Figura 59, en el perfil se puede observar que los individuos registrados en las 5 parcelas no superan los 20 metros de altura y se distribuyen en su mayoría en el estrato inferior e intermedio y en menos cantidad se ubican en estrato superior y emergente. Entre las especies encontradas en esta parcela están: *Guazuma ulmifolia* y *Zanthoxylum rigidum*.

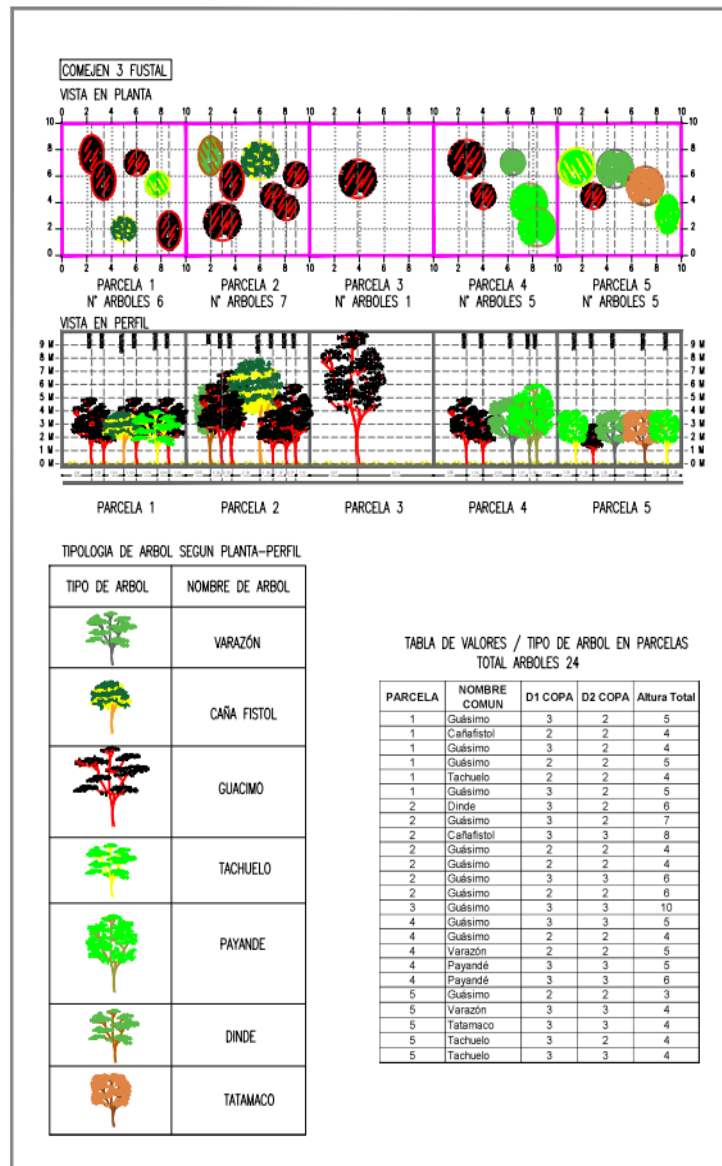


Figura 59 Perfil de vegetación en el Humedal Pozo Comején 3

### Estructura total

Los individuos registrados en este ecosistema se encuentran distribuidos en 2 clases diamétricas, el mayor diámetro a la altura del pecho (DAP) fue de 0,2 cm. La Tabla 47, muestra las diferentes clases diamétricas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal para el ecosistema analizado.

Tabla 47 *Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Humedal Pozo Comején 3*

Clase diamétrica	Rangos	Abundancia		Volumen (m <sup>3</sup> )		Área basal (m <sup>2</sup> )
		Absoluta	Relativa	Total	Comercial	
I	0,0-0,1	6	25	0,548	0,341	0,0113
II	0,2-0,2	18	75	0,240	0,111	0,074
<b>Total</b>		<b>24</b>	<b>100</b>	<b>0,789</b>	<b>0,452</b>	<b>0,187</b>

En la Figura 60, se indica la tendencia de la distribución diamétrica por abundancia, donde el mayor porcentaje de los individuos reportados para este ecosistema se agrupan en la clase II que les corresponden a valores de DAP de 0,2 a 0,2, con 18 individuos, seguida de la clase I con 6 individuo en el rango entre 0,0 y 0,1.

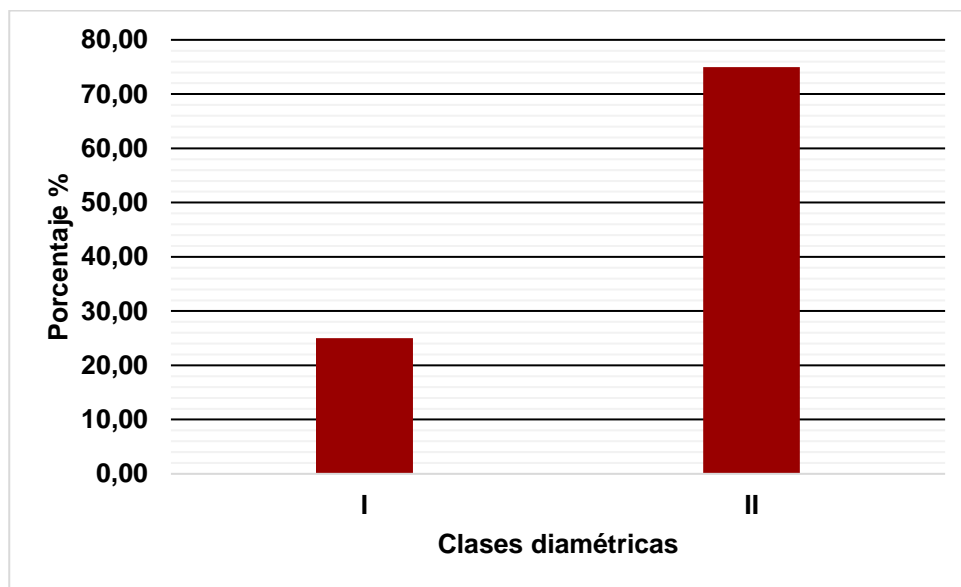


Figura 60 Abundancia por clase diamétrica en el Humedal Pozo Comején 3.

### **Cálculo área basal**

El área basal del Humedal Pozo Comején 3 fue de 0,187 m<sup>2</sup> en 0,05 ha, con alturas de árboles entre tres (3) y diez (10) metros de altura. La mayor área lo reporta las clases diamétrica II con 0,074 m<sup>2</sup>, seguida de la clase I con 0,0113 m<sup>2</sup>.

### Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial hallado para un área total de 0,05 ha, en individuos con diámetros a la altura del pecho (DAP) mayores o iguales a 10 cm, fue de 0,45 m<sup>3</sup> y 0,79 m<sup>3</sup> respectivamente.

Tabla 48 *Volumen en el Humedal Pozo Comején 1*

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Nº Ind	Área basal (m <sup>2</sup> )	Vol Tot (m <sup>3</sup> )	Vol Com (m <sup>3</sup> )	Biomasa	Carbono
BURSERACEAE	<i>Bursera tomentosa</i>	Tatamaco	1	0,01	0,02	0,01	19,00	9,50
FABACEAE	<i>Cassia fistula</i>	Cañafistola	2	0,03	0,15	0,09	152,74	76,37
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Payandé	2	0,02	0,08	0,04	81,21	40,60
MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	13	0,10	0,42	0,25	436,79	218,40
MORACEAE	<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	1	0,02	0,09	0,04	90,98	45,49
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	Tachuelo	3	0,01	0,02	0,01	22,58	11,29
SALICACEAE	<i>Casearia corymbosa</i>	Varazón	2	0,01	0,02	0,01	19,93	9,97
<b>Total general</b>			<b>24</b>	<b>0,19</b>	<b>0,79</b>	<b>0,45</b>	<b>823,24</b>	<b>411,62</b>

El mayor volumen total se presenta en la clase diamétrica II con un valor de 0,240 m<sup>3</sup>, al igual que para el volumen comercial con 0,111 m<sup>3</sup>, (Figura 61).

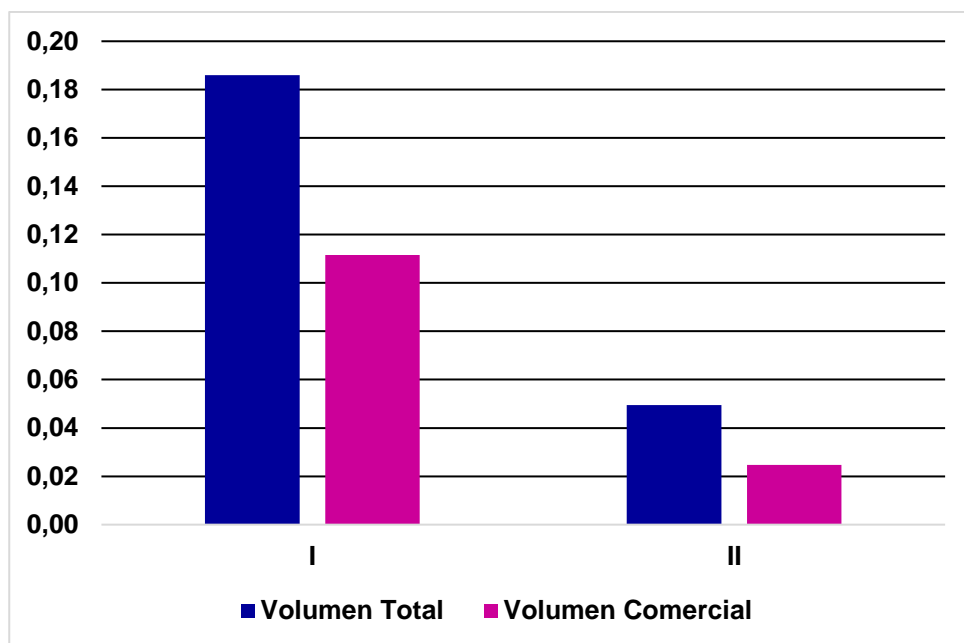


Figura 61 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Humedal Pozo Comején 3

### Índices de diversidad y riqueza

Del índice de equidad de Shannon se puede inferir, que, del resultado obtenido, (1,478) el ecosistema presenta una diversidad uniforme sin el predominio de una especie en particular.

Por su parte, el índice de Margalef resultante para el ecosistema en análisis, se obtuvo para índice un valor de 1,888 indicando una riqueza de baja. (Rodríguez et al., 2015).

Por su lado el índice de Menhinick toma un valor de 1,429 mostrando una riqueza baja. (Rodríguez et al., 2015).

Por lo tanto, de acuerdo con los índices analizados se puede concluir que el ecosistema tiene una diversidad y una riqueza baja.

En la Tabla 49 se pueden ver los resultados obtenidos para este ecosistema.



Tabla 49 Índices de diversidad en el Humedal Pozo Comején 3

Índice de Shannon – Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
1,478	1,888	1,429

### Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos)

En la regeneración natural del Pozo Comején 3, se registraron 49 individuos agrupados en 7 especies, 7 géneros y 6 familias. Los parámetros de regeneración natural se encuentran en la Tabla 50.

Tabla 50 Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal Pozo Comején 3

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° Ind	CT1. 1 CT1≤30 cm	CT2. 2. 30 cm a 1,50 m	CT3. ≥1,50 m
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i>	Copé	3	3	0	0
Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Raspayuco	7	5	0	2
	<i>Machaerium capote</i>	Capote	1	1	0	0
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	6	2	0	4
Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	Arrayán	1	1	0	0
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	Tachuelo	1	0	0	1
Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	Varazón	28	19	3	6
Verbenaceae	<i>Citharexylum cyclocarpum</i>	Biringo	2	2	0	0
	Sumatoria		49	33	3	13

La mayor contribución a la regeneración del ecosistema se presenta en la categoría de los renuevos con el 67,35% del total de individuos registrados, seguido de los latizales con el 26,53% y en la categoría de brinzales se registró un 6,12% del total de los individuos reportados para la regeneración de este ecosistema.

Tabla 51 *Parámetros de regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el Humedal Pozo Comején 3*

Nombre Común	Especie	Clase de tam. 1		Clase de tam. 2		Clase de tam. 3		Clase de tamaño absoluta	A a	F a	CTr %	Ar %	Fr%	IRN
			%		%		%							
Varazón	<i>Casearia corymbosa</i>	19	38,78	3	6,12	6	12,24	145,71	28	3	56,35	57,14	23,08	45,52
Raspayuco	<i>Chloroleucon mangense</i>	5	10,20	0	0,00	2	4,08	38,98	7	2	15,07	14,29	15,38	14,92
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	4,08	0	0,00	4	8,16	24,08	6	2	9,31	12,24	15,38	12,31
Biringo	<i>Citharexylum cyclocarpum</i>	2	4,08	0	0,00	0	0,00	13,47	2	2	5,21	4,08	15,38	8,23
Copé	<i>Clusia multiflora</i>	3	6,12	0	0,00	0	0,00	20,20	3	1	7,81	6,12	7,69	7,21
Capote	<i>Machaerium capote</i>	1	2,04	0	0,00	0	0,00	6,73	1	1	2,60	2,04	7,69	4,11
Arrayán	<i>Myrcia sp</i>	1	2,04	0	0,00	0	0,00	6,73	1	1	2,60	2,04	7,69	4,11
Tachuelo	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	0	0,00	0	0,00	1	2,04	2,65	1	1	1,03	2,04	7,69	3,59
Sumatoria		33	67,35	3	6,12	13	26,53	259	49	13	100	100	100	100
Valor de importancia por estrato		6,73		0,61		2,65								

El índice de regeneración señala que la especie más importante fue *Casearia corymbosa*, la cual se encuentra ampliamente representada en la categoría de renuevos, latizales y brinzales. Le siguen, en importancia de regeneración natural, *Chloroleucon mangense* y *Clusia multiflora* con 5 y 3 individuos respectivamente todos los anteriores en la categoría de renuevos. En la categoría latizales se halla

la especie *Guazuma ulmifolia* con una abundancia de 4 individuos. En la Figura 62, se muestra la gráfica de distribución de las especies reportadas en el índice de regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) en el ecosistema evaluado.

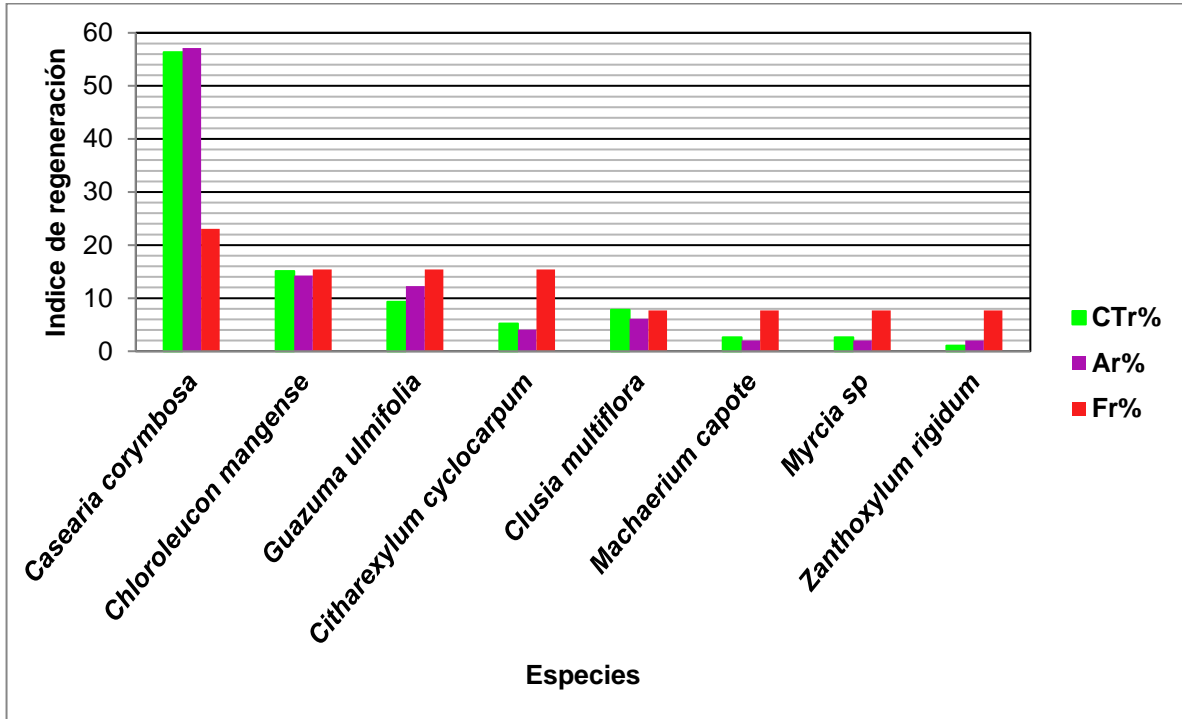


Figura 62 Regeneración natural (latizal, brinzal y renuevos) por especie en el Humedal Pozo Comején 3

#### 7.2.4.2.2 Vegetación acuática

Se registró 1 especie de planta macrófita perteneciente a 1 familia, siendo la especie *Lemna sp.* la única de mayor porcentaje de abundancia en el espejo de agua.

Tabla 52 *Plantas macrófitas registradas en el Humedal Pozo Comején 3.*

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	%	ALTURA MÁXIMA (m)	ALTURA MÍNIMA (m)
Araceae	Lemna	<i>Lemna sp</i>	Lenteja de agua	10 0	0,02	0.01

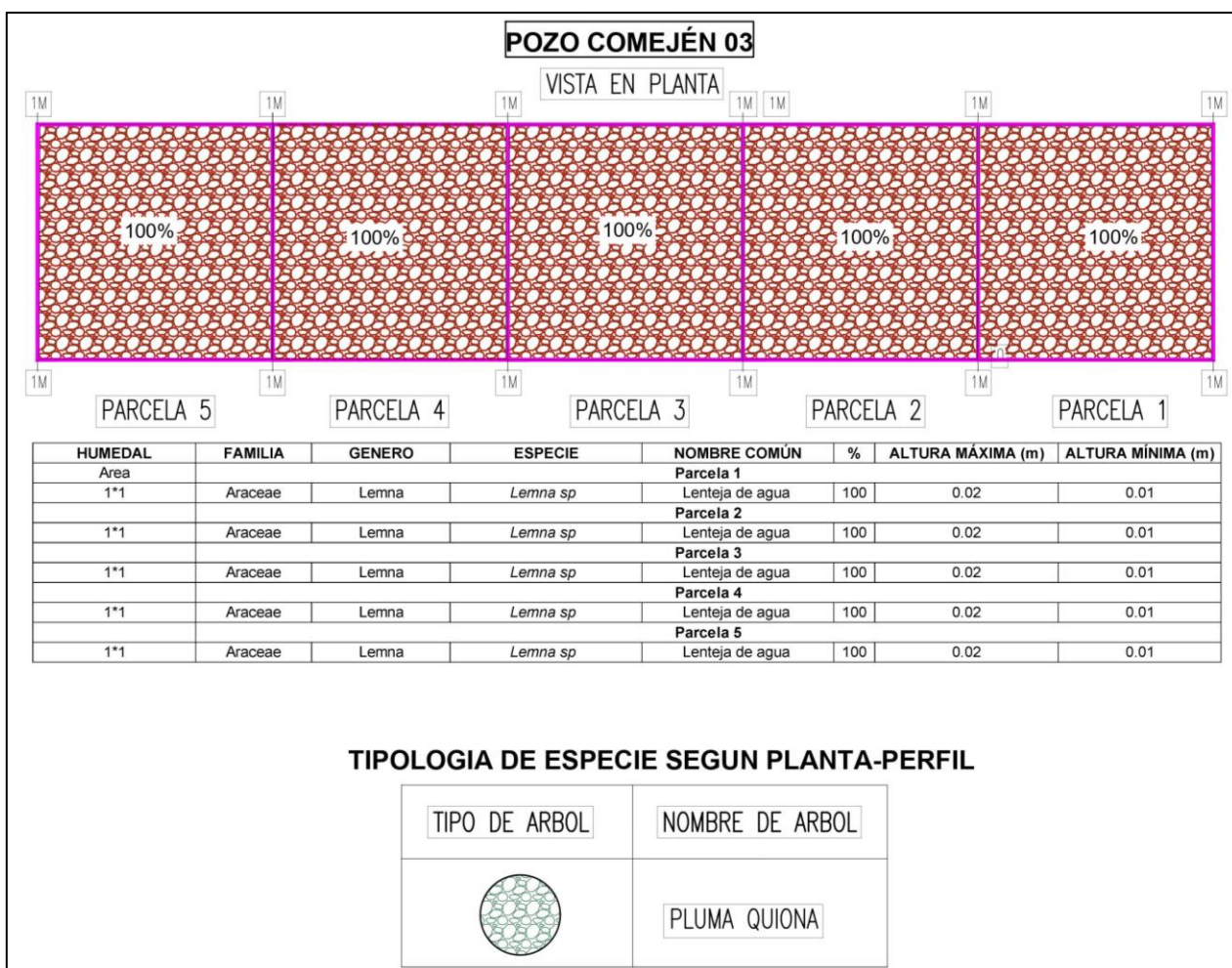


Figura 63 Perfil de vegetación acuática en el Humedal Pozo Comején 3

#### 7.2.4.2.3 Avifauna

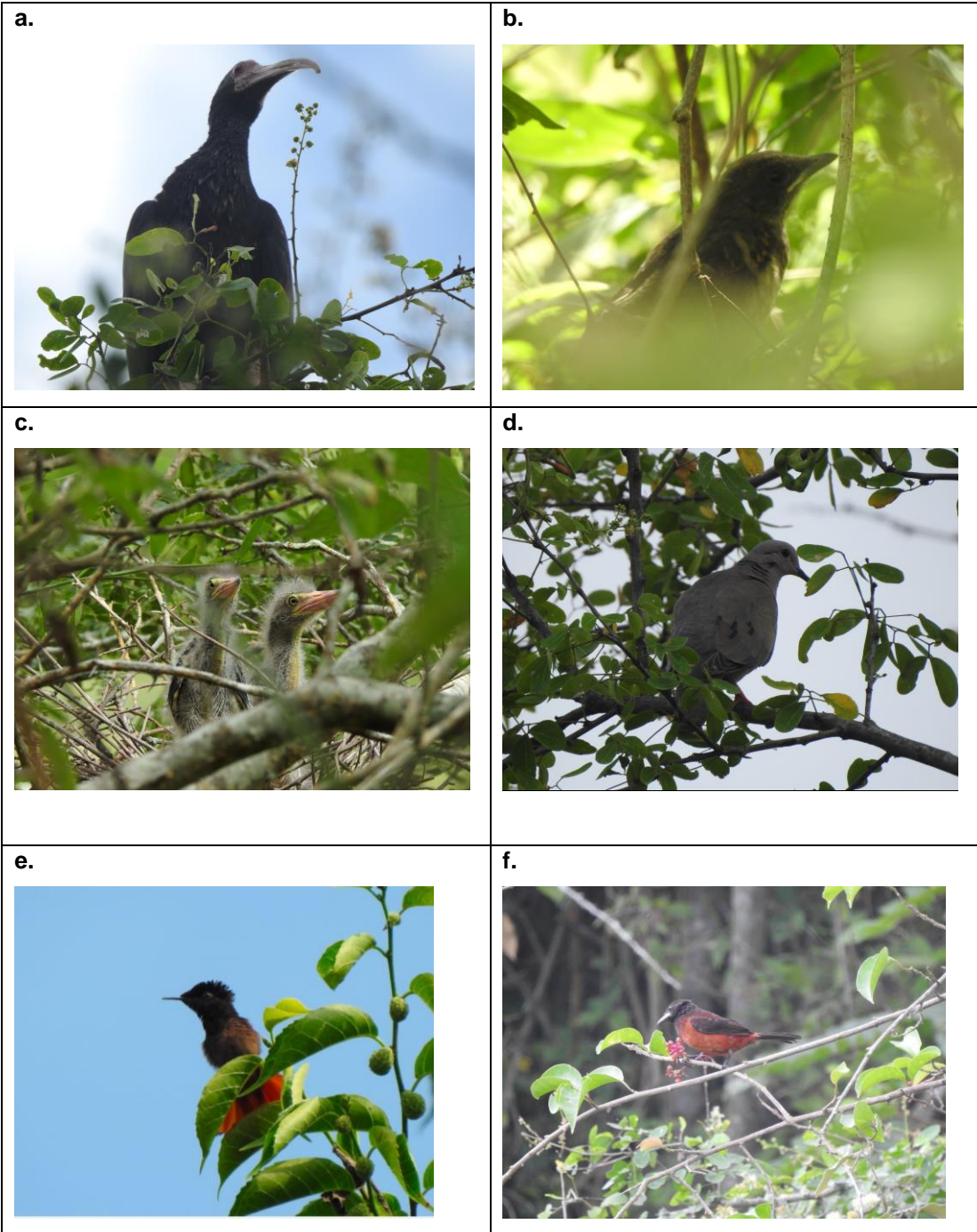
La avifauna que se registró en el Humedal Pozo Comején 3 corresponde a 13 especies distribuidas en 12 familias, las cuales presentan un estado de conservación en categoría de preocupación menor (LC) conforme a la lista roja de la UICN. Así mismo se identificaron 7 gremios, de los cuales los gremios con más representatividad son IIVA (Insectos, invertebrados y vertebrados pequeños del borde de agua), CAV (Cazadores (acecho o persecución) de vertebrados grandes) y FSDI (Frutos del suelo al dosel inferior) y IIVA (Insectos, invertebrados y vertebrados pequeños del borde de agua). Igualmente, la especie con mayor

número de repeticiones durante el muestreo fue Torcaza abuelita (*Columbina passerina*).

Tabla 53 Aves identificadas en Pozo Comején 3.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	GREMIO	CATEGORÍA DE AMENAZA
Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	Ibis afeitado o coquito	5	IIVA	LC
Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	Mirla buchiblanca	2	ISFS	LC
Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	Garcita rayada	2	CAV	LC
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Torcaza abuelita	12	ISFS	LC
Cathartidae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero	6	CAV	LC
Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Cardenal pico de plata	1	IVZA	LC
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Pitojui	7	CAV-IIVA	LC
Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	Toche	2	FSDI-IIVA	LC
Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito ojiazul	5	FSDI-IIVA	LC
Thraupidae	<i>Saltator striatipectus</i>	Saltador rayado	3	SSSB-IGVF	LC
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Chamón	9	IGVF	LC
Psittacidae	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Catita aliazul	5	FSDI	LC
Trochilidae	<i>Chrysolampis mosquitus</i>	Colibrí rubí	2	IVZA	LC

Nota: Gremios: ISFS: Insectos del suelo y del sotobosque bajo SSSB: Semillas del suelo y sotobosque bajo IGVF: Insectos e invertebrados grandes, vertebrados muy pequeños del suelo y el sotobosque IFSM: insectos del follaje y ramas de los niveles medios del bosque FSDI: Frutos del suelo al dosel inferior FSSB: Frutos del suelo y el sotobosque bajo FSDI: Frutos del suelo al dosel intermedio IIVA: Insectos, invertebrados y vertebrados pequeños del borde de agua IVZA: Invertebrados, vertebrados pequeños de zonas abiertas CAV: Cazadores (acecho o persecución) de vertebrados grandes  
Categoría de amenaza: LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado DD: Datos deficientes D: Doméstico\







Especie de ave: a. *Phimosus infuscatus*-Ibis afeitado o coquito, b. *Turdus leucomelas*-Mirla buchiblanca, c. *Butorides striata*-Garcita rayada, d. *Columbina passerina*-Torcaza abuelita, e. *Chrysolampis mosquitos*-Colibrí rubí, f. *Ramphocelus dimidiatus*-Cardenal pico de plata, g. *Pitangus sulphuratus*-Pitojui, h. *Icterus nigrogularis*-Toche, i. *Forpus conspicillatus*-Periquito ojiazul, y j. *Crotophaga ani*-Chamón.

Figura 64 Aves registradas en el Humedal Pozo Comején 3.

La especie *Turdus leucomelas* - Mirla buchiblanca consume principalmente material vegetal, Hernández, 2009. Además, invertebrados presentes en sustratos de forrajeo como el suelo presente por la descomposición de la hojarasca, artrópodos. La altura de forrajeo usada es baja oscila entre los 0 y 2 m. Es una especie de hábito terrestre, con un alto consumo de frutos de especies arbustivas de las especies Moraceae y Rutaceae, y árboles de las especies *Cordia* y *Cecropia*, (Guzmán, 2014). La especie *Columbina passerina*-Torcaza abuelita consume principalmente material vegetal. También la especie *Chrysolampis mosquitos* - Colibrí rubí consume partes de insecto como alas y patas. Con la especie *Ramphocelus*

*dimidiatus* - Cardenal pico de plata se evidenció que el ave tiene preferencia por ciertos tipos de alimento y que algunos factores como época de año, gradiente altitudinal y tipo de hábitat podrían influir en la dieta del ave, como el consumo de partes de insectos como alas, patas, tórax, cabeza e insectos completos como anélidos. La especie *Forpus conspicillatus* - Periquito ojiazul consumen únicamente restos vegetales, Hernández (2009). La especie *Crotophaga ani* – Chamón posee una dieta omnívora que encuentra presente en áreas de pastizal, bosque en galería y bosque, su dieta está compuesta de semillas e insectos, lo que le permite ampliar o restringir su dieta en función de la oferta, una especie que se adapta al medio, (Beltzer et al., 2009).

#### **7.2.4.3 Parámetros fisicoquímicos**

Los valores fisicoquímicos obtenidos como resultado del muestreo para oxígeno disuelto presentaron un valor de 6.81 mg O<sub>2</sub>/L, una demanda química de oxígeno-DQO de 10 mg O<sub>2</sub>/L, una demanda bioquímica de oxígeno-DBO<sub>5</sub> de 5 mg O<sub>2</sub>/L, un pH de 7.93 unidades, y una temperatura de la muestra de 33.4 °C, el porcentaje de saturación que presenta el humedal (96%), la DQO - demanda química de oxígeno y la DBO<sub>5</sub> - demanda bioquímica de oxígeno corresponde a un ecosistema de aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable, Semarnat (2008), sumado a que las condiciones de los ecosistemas tropicales permiten rápidas tasas de degradación de materia orgánica propia y alóctona propiciando el reintegro de macronutrientes al sistema, (Zambrano et al., 2015).

Tabla 54 *Parámetros fisicoquímicos registrados para el humedal Pozo Comején 3.*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LMQ</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
OXÍGENO DISUELTO (*)	mg O <sub>2</sub> /L	1.09	ASTM D 888 - 12 E1, MÉTODO	6.81
DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O <sub>2</sub> /L	10.0	SM 5220 D	<10.0
DBO <sub>5</sub> (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O <sub>2</sub> /L	5.00	SM 5210 B, SM 4500 O-H	<5.00
PH (*)	Unidades de Ph	1.28	SM 4500 H+ B	7.93
TEMPERATURA MUESTRA (*)	°C	N.A	SM2550 B	33.4



### **7.3 ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN**

Los humedales estudiados La Enea, Pozo Comején 1, Pozo Comején 2 y Pozo Comején 3 presentaron alto grado de degradación, principalmente por un tensionante como la actividad de ganadería, que derivó la formación de pastizales a partir de la eliminación de la cobertura vegetal de los bosques de galería y vegetación secundaria correspondientes a la zona de vida bs -T.

Con base en lo anterior, las ER a implementarse en estos humedales deben ir direccionadas tanto al cuerpo de agua como a la vegetación que rodea el espejo.

Es así como se plantean las siguientes estrategias:

#### **Estrategias de restauración cartográfica:**

##### **Vegetación terrestre:**

Para los humedales La Enea, Pozo Comején 1 y Pozo Comején 2 los cuales presentan un área amplia de la cobertura de pastos arbolados se propone la estrategia siembra bajo árboles nodriza aislados en pastizales arbolados, en combinación entre círculos de especies esciófitas y heliófitas. Para el humedal Pozo Comején 2 con cobertura principalmente de pastos limpios se propone la estrategia nucleación con pastizales abiertos en combinación con especies pioneras, intermedias y avanzadas. Así mismo para el humedal Pozo Comején 3 se propone la implementación de la estrategia Ampliación de borde por su cobertura predominante de pastos arbolados con herbazal denso de tierra firme arbolado y la transición a la cobertura de pastos limpios y el bosque denso de tierra firme. En los cuatro humedales se hace indispensable el establecimiento de la estrategia enriquecimiento en arbustales y bosques con el propósito de ampliar la masa boscosa de los distintos hábitats de la fauna y la flora silvestre. Díaz et al., 2019. Se considera importante el establecimiento de árboles, arbustos y herbáceas de crecimiento rápido (hemisciófitas y heliófitas) que favorezcan las aquellas de crecimiento lento (esciófitas), (Wallace et al., 2019), así como también la inclusión de especies productoras de frutos y flores para el consumo de la fauna silvestre, de

la familia Moraceae con especies como *Ficus insípida*, *Ficus obtusifolia*, y *Maclura tinctoria*. Para el establecimiento de las estrategias nombradas anteriormente es necesario la eliminación de gramíneas o caso contrario la remoción del suelo, (Díaz et al., 2019), las cuales actúan como especies invasoras como lo es Pelá (*Vachellia farnesiana*) y Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Vásquez et al., (2017), que alteran la estructura de los ecosistemas, del establecimiento del banco de semillas y compiten con las especies nativas, por lo que sugieren especies de rápido crecimiento como el *G. ulmifolia*, *P. dulce*, y *O. pyramidale*.

Con el propósito de garantizar el éxito de la implementación de las estrategias será necesario el aislamiento de tensionantes al igual que la delimitación de las parcelas de control de tratamiento de restauración activa, (Díaz et al., 2019).

#### **Vegetación acuática:**

Para los humedales Pozo Comején 1, Pozo Comején 1 y Pozo Comején 3 se recomienda el establecimiento de especies sobre el borde y reborde del humedal de especies emergentes, arraigadas flotantes y sumergidas. En el humedal La Enea se debe garantizar la existencia de la planta acuática o en su defecto la propagación del *Polygonum* principal alimento del pato *Dendrocygna autumnalis* - Suirirí piquirrojo. Igualmente, para los humedales Pozo Comején 2 y 3 se debe realizar la remoción de gramíneas invasoras y siembra de arreglos con macrófitas que favorezcan la existencia de larvas, insectos, moluscos, etc.

#### **Estrategias de restauración avifauna:**

Con el establecimiento de especies de la familia Myrtaceae, Moraceae, Malvaceae, Fabaceae y Arecaceae, las cuales proveen y generan hábitat, refugio, y alimento, por especies como *Attalea butyracea*, *Pseudosamanea guachapele*, *Erythrina fusca*, *Guazuma ulmifolia*, *Ceiba pentandra*, *sidium guineense*, *Eugenia biflora*, *Maclura tinctoria*, *Ficus insípida*, *Ficus obtusifolia*, etc. Así mismo es indispensable la instalación de perchas para aves con el propósito de influir en la anidación de las aves, dispersión de semillas, la sucesión vegetal, (Villate et al., 2018).

### **Estrategias de restauración parámetros físicoquímico:**

Está relacionado con las ER aplicadas a la vegetación acuática por lo que se define que para los cuatro humedales es indispensable la ampliación del borde en áreas donde no existe vegetación, principalmente en los humedales Pozo Comején 2 y 3, con la implementación de franjas de 10\*5 m en el borde de transición entre bosques, arbustales y pastizales.

Con base en las propuestas fundadas en el documento Fundación global nature (2010), para los cuatro humedales es conveniente:

- Conducción del agua que alimenta el humedal mediante canales que drenen directamente al humedal con el fin de ampliar el espejo de agua y aumentar el área del ecosistema a restaurar.
- Adicional a la canalización es procedente la construcción de obras en forma de presa, cierre de desagües, taludes laterales para mantener la zona húmeda y de esta manera alcanzar la recuperación hidrológica a través del levantamiento lagunar, estrategia que sería indispensable adelantarla en el humedal Pozo Comejen 1, el cual en determinada época pierde el espejo de agua.
- Seguimiento faunístico a través del uso de herramientas como manual de identificación de aves, binoculares, gps, cámara fotográfica, haciendo principal énfasis en aves, mamíferos, anfibios, reptiles, etc, en categoría de amenaza o vulnerabilidad, dieta, estrato del bosque o vegetación arbustal o árboles aislados, sobre el espejo del agua, especies de habito transitorio y endémicas, por lo que se determina la realización periódica de EER para el registro, avistamiento e inventario de nuevas especies distintas a las reportadas en el presente estudio.
- Importante fomentar una ruta de acceso a los humedales que incluya la visita de grupos de investigación, ecológicos y de la academia, de tal forma que se adelanten procesos participativos y medibles de ER y avance de seguimiento o monitoreo de las ER implementadas y a implementar. Además de incentivar la observación de aves, identificación y caracterización de vegetación en pro del

conocimiento de los ecosistemas a intervenir. Es importante adicionar exposiciones interpretativas y fotográficas de registro derivados de los recorridos con el fin de facilitar el conocimiento del ecosistema de humedal en un aula pública dentro del predio.

- Para los humedales es importante el establecimiento de parcelas de muestro permanentes donde la vegetación implementada en las ER sea monitoreada en cuanto altura, diámetro, estado fitosanitario, mortalidad, etc, promoviendo la evaluación en efectividad de las ER implementadas y la proyección de acciones de mejora en próximos proyectos de restauración de estos ecosistemas.
- Con base en las investigaciones realizadas por expertos donde se definen las familias y especies más aptas en los procesos de RE en el bs-T, se deben promover la aplicación de las ER.
- En cuanto a las ER a implementar en el espejo de agua es importante la implementación de sistema de filtración natural con macrófitas en flotación para promover el hábitat de fauna acuática y la limpieza del humedal.
- Implementación de áreas de nidificación con el propósito de generar hábitat de avifauna de paso migratorio, en periodos de reproducción o de invernada, aclarando que por el nivel de agua en los humedales estas sean flotantes.
- Seguimiento a los parámetros fisicoquímicos con el propósito de identificar mejorías y éxito en las ER implementadas, parámetros con oxígeno disuelto, pH, DQO, DBO y temperatura.
- Divulgación de los procesos de RE adelantados en los ecosistemas.
- Aislamiento de áreas de persistir la existencia de ganado vacuno o equino, con el propósito de evitar el pisoteo del ganado, aumentar la masa de vegetación acuática, incrementar la riqueza de charcas, sombrío en sectores de los humedales, mejora la concentración de oxígeno disuelto, hábitat y supervivencia de la fauna.

## 8 CONCLUSIONES

Con el análisis de los estudios, investigaciones y publicaciones relacionadas con la caracterización de ecosistemas de humedales en la zona de vida de bs-T, se logró identificar el inicio y los avances de la RE en el ámbito mundial, continental, a nivel de país y localidad, lo que permite tener insumos para la toma de decisiones encaminadas a la recuperación de estos ecosistemas que han sido impactados de una manera acelerada, afectando sus componentes y la disponibilidad de recursos.

La definición de una línea base enfocada en los estudios en RE del bs-T se fortaleció a partir de estudio y con la consulta de las investigaciones desarrolladas en el área de compensación de la CHEQ, siendo un referente para los bs -T tanto del país como de latinoamérica.

Para diagnosticar el estado actual de los cuatro humedales La Enea, Pozo Comején 1, Pozo Comején 2 y Pozo Comején 3 del bs-T, fue necesaria la planeación y evaluación de la metodología a desarrollar en la zona de estudio, conforme a los estudios e investigaciones locales, consultas a los habitantes del sector y la revisión de literatura, los cuales permitieron un acercamiento certero del medio a abordar y de las medidas a tomar frente a la realidad de cada localidad, tanto comunitaria, ambiental e institucional.

La formulación de las ERE's apropiadas a aplicar en cuatro humedales del bs-T, conllevó desde la revisión bibliográfica, el reconocimiento de la zona de estudio, la consulta a pobladores e instituciones, la planificación de una metodología consecuente con la realidad del sector, la caracterización de parámetros cartográficos, físicoquímicos y estudio de flora y avifauna, facilitando según el estado actual de cada humedal, las ERE más apropiadas a implementar, es decir, la intervención con nucleación en pastizales abiertos, siembra bajo árboles nodriza aislados en pastizales arbolados, siembras bajo agrupaciones de árboles nodriza en transición de pastizales a arbustales, ampliación de borde o enriquecimiento en arbustales y bosques.

El análisis de los parámetros fisicoquímicos y de composición florística permitió identificar la disminución de la cobertura pastos limpios, promoviendo la aparición de vegetación natural en zonas duramente impactadas por la actividad agrícola y ganadera.

Con la aparición de nuevas coberturas vegetales en el área de RE de la CHEQ se han favorecido las poblaciones de aves en cuanto a su riqueza, gracias a la formación de parches de vegetación nativa y conformación de bosque natural en zonas ribereñas y áreas abiertas, promoviendo nuevos hábitats para las aves, alimento, refugio y zonas reproducción.

Los valores de los parámetros fisicoquímicos de los cuatro humedales analizados evidencian la disminución de la actividad agrícola y ganadera, en concordancia a que esta zona es privada y su vocación actual está encaminada a la RE de bs-T.

## 9 RECOMENDACIONES

Continuar con la implementación del proceso de la RE de bs-T que en el presente estudio se analizó y la realización del monitoreo correspondiente, con el fin de determinar el éxito de las ERE aplicadas y promover su tratamiento en los humedales del bs-T.

La participación del personal de la comunidad con experiencia o aquellos que se desempeñan en las actividades de aplicación del plan de restauración ecológica, hace posible el cumplimiento de objetivos y metas propuestas para este tipo de proyectos.

Se requiere desarrollar nuevos estudios de monitoreo que evalúen los cambios en la avifauna dispersora de frutos y semillas asociadas a las diferentes coberturas vegetales, así como, la composición y riqueza de la lluvia y banco de semillas en las diferentes coberturas vegetales.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- Abud, M., Agudelo, C., Aguilar-Cano, J. R., Aguilar-Garavito, M., Aguirre, J., Aldana, A., ... y Torres, S. (2017). Biodiversidad 2016. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Citación de obra completa sugerida: Moreno, LA, Andrade, GI, y Ruíz-Contreras, LF (Eds.). 2016. Biodiversidad 2016. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, DC, Colombia. 106 p. Citación de ficha sugerida: Corzo, G., Córdoba, D., Ciontescu, N., García, H. e Isaacs, P.(2017). De la delimitación de los páramos a la zonificación y manejo de la alta montaña. Caso Guantivá-La Rusia. En Moreno, LA, Andrade, GI, y Ruíz-Contreras, LF (Eds.). 2016. Biodiversidad 2016. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia.
- Aguilar Garavito, M., Estupiñán-Suárez, L. M., Rojas-Sánchez, S. E., Isaacs-Cubides, P., Jurado-Bastidas, R. D., Londoño, M. C., y Silva-Arias, L. M. (2018). Guía para la restauración ecológica de la región Subandina. Caso: Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen.
- Aguilar-Garavito, M., y Ramírez-Hernández, W. (2016). Fundamentos y consideraciones generales sobre restauración ecológica para Colombia. Biodiversidad en la Práctica, 1(1).
- Aguirre Mendoza, Z., y Encarnación Criollo, A. (2021). Evaluación de parámetros poblacionales y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don (Podocarpaceae) en dos relictos boscosos del sur del Ecuador. *Arnaldoa*, 28(1), 199-216.
- Alexander, S., Aronson, J., Clewell, A., Keenleyside, K., Higgs, E., Martinez, D., ... y Nelson, C. (2011, November). Re-establishing an ecologically healthy relationship between nature and culture: the mission and vision of the society for ecological restoration. In *Contribution of Ecosystem Restoration to the Objectives of the CBD and a Healthy Planet for All People: Abstracts of Posters*



- Presented at the 15th Meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice of the Convention on Biological Diversity (pp. 11-14).
- Alvarado-Solano, D. P., y Otero-Ospina, J. T. (2017). Áreas naturales de bosque seco tropical en el Valle del Cauca, Colombia: una oportunidad para la restauración. *Biota Colombiana*, 18(1 Sup), 9-34.
  - Álvarez-Yépiz, J. C., Martínez-Yrizar, A., Búrquez, A., y Lindquist, C. (2008). Variation in vegetation structure and soil properties related to land use history of old-growth and secondary tropical dry forests in northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 256(3), 355-366.
  - Alvis Gordo, J. F. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Bioteconología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), 115-122.
  - Andino, L. (2020). Notas sobre la anidación de la Eufonia Gorjinegra (*Euphonia affinis*) en una zona urbana de San Salvador, El Salvador. *Zeledonia*, 24, 75-83.
  - Andrade-Pérez, G. I., Avella Rodríguez, C., Baptiste-Ballera, B. L., Bustamante Zamudio, C., Chaves, M. E., Corzo, G., ... y Trujillo, M. (2019). Transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad: gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio de uso de la tierra en el territorio colombiano. Andrade GI, ME Chaves, G. Corzo y C. Tapia (eds.). 2018. *Transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad. Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio en el territorio continental colombiano. Primera aproximación*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 220 p.
  - Arango, M. A. H., Lenis, M. V. S., y Ramírez, N. J. A. (2008). Análisis sobre la aplicabilidad de las herramientas de gestión ambiental para el manejo de los humedales naturales interiores de Colombia. *Gestión y ambiente*, 11(2).
  - Arevalo Sanchez, B. C., y Luna Melo, (2019). *Plan De Restauracion Ecologica Para El Bosque Seco Tropical (Bs-T) En El Area Del Proyecto Jardin Botanico Jorge Enrique Quintero Arenas De La Universidad Francisco De Paula Santander*. Seccional Ocaña, Colombia (Doctoral dissertation).

- Arias Barbosa, Y. V. (2019) Caracterización de la lluvia de semillas en unidades de manejo priorizadas para la restauración ecológica del bosque seco tropical.
- Arias Carrillo, C. (2022). Composición y patrones de actividad de aves del suelo y el sotobosque y mamíferos no voladores medianos y grandes en la zona de Comejenes en el área de restauración de bosque seco tropical de la Central Hidroeléctrica El Quimbo, Huila, Colombia.
- Aronson, J., Milton, S. J., y Blignaut, J. N. (2007). Restoring natural capital: Definitions and rationale.
- Aronson, J., Murcia, C., y Balaguer, L. (2013). Leak plugging and clog removal: useful metaphors for conservation and restoration. *Conservation Letters*, 6(6), 456-461.
- Arruda, D. M., Brandão, D. O., Costa, F. V., Tolentino, G. S., Brasil, R. D., D'Ângelo Neto, S., y Nunes, Y. R. F. (2011). Structural aspects and floristic similarity among tropical dry forest fragments with different management histories in Northern Minas Gerais, Brazil. *Revista Árvore*, 35, 131-142.
- Arteta, R., y Lazaro Molina, L. (2016). Diagnóstico socioambiental del bosque seco subtropical de la cuenca del Río Ranchería, La Guajira, Colombia: Socio-environmental diagnosis of the subtropical dry forest of the Rancheria river basin, La Guajira, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, 57-81.
- Assessment, M. E. (2005). *Ecosystems and human well-being: wetlands and water*. World Resources Institute.
- Atehortúa, B. M. G., Galvis, M. M. B., y Quirama, J. F. R. (2015). Características, manejo, usos y beneficios del saúco (*Sambucus nigra* L.) con énfasis en su implementación en sistemas silvopastoriles del Trópico Alto. *RIAA*, 6(1), 155-168.
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA. Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo. [https://www.anla.gov.co/01\\_anla/proyectos/proyecto-de-interes-en-seguimiento-proyecto-hidroelectrico-el-quimbo](https://www.anla.gov.co/01_anla/proyectos/proyecto-de-interes-en-seguimiento-proyecto-hidroelectrico-el-quimbo)

- Badano, E. I., Pérez, D., y Vergara, C. H. (2009). Love of nurse plants is not enough for restoring oak forests in a seasonally dry tropical environment. *Restoration Ecology*, 17(5), 571-576.
- Balensiefer, M., Rossi, R., Ardinghi, N., Cenni, M., y Ugolini, M. (2004). *SER international primer on ecological restoration*. Society for Ecological Restoration, Washington.
- Banda, K., Delgado-S, A., Dexter, K.G., Linares-P, R., Oliveira-F, A., Prado, D., Pullan, M., Et al., 2016.- Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science*, 353: 1383-1387.
- Barbosa, D. C. D. A., Alves, J. L. D. H., Prazeres, S. D. M., y Paiva, A. M. A. (1989). Datos fenológicos de 10 especies arbóreas de una área de caatinga (Alagoinha-PE). *Acta Botanica Brasilica*, 3, 109-117.
- Barlow, J., Mestre, LA, Gardner, TA y Peres, CA (2007). El valor de los bosques primarios, secundarios y de plantación para las aves amazónicas. *Conservación biológica* , 136 (2), 212-231.
- Bell, S. S., Middlebrooks, M. L., y Hall, M. O. (2014). The value of long - term assessment of restoration: support from a seagrass investigation. *Restoration Ecology*, 22(3), 304-310.
- Beltzer, A. H., Quiroga, M. A., Reales, C. F., y Alessio, V. G. (2009). Espectro trófico, ritmo circadiano de actividad alimentaria y uso del habitat del Pirincho Negro *Crotophaga ani* (aves: cuculidae) en el valle de inundación del Río Paraná Medio, Argentina.
- Benítez, A., Blanco-Torres, A., Cabrera, M., Calderón-Acevedo, C., Castaño-Naranjo, A., Castro-Lima, F., ... y Vergara-Valera, H. (2016). El bosque seco tropical en Colombia.
- Bibby, CJ, Burgess, ND, Hillis, DM, Hill, DA y Mustoe, S. (2000). *Técnicas de censo de aves* . Elsevier.
- Boavida, M.-J. (1999). Wetlands: Most relevant structural and functional aspects. *limnetica*, 17, 57-63.
- Bradshaw, A. D. (1987). *Restoration: an acid test for ecology*.

- Brauman, K. A., Daily, G. C., Duarte, T. K. E., y Mooney, H. A. (2007). The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 32, 67-98.
- Brinson, M. M., y Rheinhardt, R. (1996). The role of reference wetlands in functional assessment and mitigation. *Ecological applications*, 6(1), 69-76.
- Cabin, R. J., Weller, S. G., Lorence, D. H., Cordell, S., y Hadway, L. J. (2002). Effects of microsite, water, weeding, and direct seeding on the regeneration of native and alien species within a Hawaiian dry forest preserve. *Biological Conservation*, 104(2), 181-190.
- Calmon, M., Brancalion, P. H., Paese, A., Aronson, J., Castro, P., da Silva, S. C., y Rodrigues, R. R. (2011). Emerging threats and opportunities for large - scale ecological restoration in the Atlantic Forest of Brazil. *Restoration Ecology*, 19(2), 154-158.
- Campos, V. C. D. (2016). Estudio comparativo sobre a dieta do *Galbula ruficauda* (Aves, Galbulidae) no Brasil central.
- Canevari, P., Davidson, I., Blanco, D. E., Castro, G., y Bucher, E. H. (2001). Los humedales de América del Sur: una agenda para la conservación de la biodiversidad y las políticas de desarrollo. Resumen ejecutivo *Wetlands of South America: an agenda for biodiversity conservation and policies development. Executive summary* (No. 333.918098 H922). Wetlands International, Wageningen (Países Bajos).
- Cascante, A., Quesada, M., Lobo, J. J., y Fuchs, E. A. (2002). Effects of dry tropical forest fragmentation on the reproductive success and genetic structure of the tree *Samanea saman*. *Conservation biology*, 16(1), 137-147.
- Castellanos, C. A. (2001). Los ecosistemas de humedales en Colombia. *Revista Luna Azul (On Line)*, 13, 1 de 5-1 de 5.
- Castellanos, C. A. (2001). Los ecosistemas de humedales en Colombia. *Revista Luna Azul (On Line)*, 13, 1 de 5-1 de 5.
- Castillo, L. F., Cifuentes Sarmiento, Y., Ruiz-Guerra, C. J., Rial, A., Trujillo, F., Medina Barrios, O. D., ... y Aranguren Riaño, N. J. (2015). Criterios biológicos y

ecológicos: aportes para la identificación, caracterización y delimitación de los humedales interiores de Colombia.

- Castrillón Valencia, Verónica y López Lopez, Lenin Wilson (2010) Caracterización florística y estructural del bosque secundario de la vereda el estero, área de influencia del humedal Ramsar laguna de la Cocha, municipio de Pasto. Artículo de Discusión. Universidad de Nariño -SIREN, Pasto, Colombia.
- "CBD and United Nations Environment Programme (UNEP) (2011). The Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020 and the Aichi Targets 'Living in Harmony with Nature' – A Ten-Year Framework for Action by All Countries and Stakeholders to Save Biodiversity and Enhance Its Benefits for People. Nairobi, Kenya, and Montreal, Canada: CBD and UNEP."
- C.B.D (2010). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Obtenido de Convenio sobre la Diversidad Biológica: <https://www.cbd.int/gbo/gbo3/doc/GBO3-Summary-finales.pdf>.
- Ceccon, E., y Hernández, P. (2009). Seed rain dynamics following disturbance exclusion in a secondary tropical dry forest in Morelos, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 57(1-2), 257-269.
- Ceccon, E., Huante, P., y Rincón, E. (2006). Abiotic factors influencing tropical dry forests regeneration. *Brazilian archives of Biology and Technology*, 49, 305-312.
- Celentano, D., Zahawi, R. A., Finegan, B., Ostertag, R., Cole, R. J., y Holl, K. D. (2011). Litterfall dynamics under different tropical forest restoration strategies in Costa Rica. *Biotropica*, 43(3), 279-287.
- Chazdon, R. L. (2003). Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology, evolution and systematics*, 6(1-2), 51-71.
- Cole, R. J., Holl, K. D., y Zahawi, R. A. (2010). Seed rain under tree islands planted to restore degraded lands in a tropical agricultural landscape. *Ecological Applications*, 20(5), 1255-1269.

- Comisión Internacional de Juristas.(s.f.). El Quimbo: megaproyectos, derechos económicos, sociales y culturales y protesta social en Colombia. <https://www.refworld.org/es/pdfid/57f795ac1c.pdf>
- Corbin, J. D., y Holl, K. D. (2012). Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management*, 265, 37-46.
- Corporación autónoma regional del alto magdalena. Planes de Manejo. <https://cam.gov.co/ecosistemas-estrategicos/humedales.html>
- Cortés Ballén, L. A. (2018). Aproximação à paisagem das áreas úmidas urbanas de Bogotá dentro da estrutura ecológica principal da cidade. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 27(1), 118-130.
- Cortés-Duque, J., y Estupiñán-Suárez, L. M. (2016). Las huellas del agua. Propuesta metodológica para identificar y comprender el límite de los humedales en Colombia.
- Cortes-Pérez, F., y León-Sicard, T. E. (2003). Modelo Conceptual Del Papel Ecológico De La Hormiga Arriera (*Atta Laevigata*) En Los Ecosistemas De Sabana Estacional (Vichada, Colombia)/Conceptual Model Of The Ecologic Role Of Leaf-Cutting Ant (*Atta Laevigata*) In Seasonal Savanna Ecosistemas (Vichada, Colombia). *Caldasia*, 403-417.
- Cowardin, L. M. (1979). Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States: Fish and Wildlife Service, US Department of the Interior.
- Dalling, J. (2002). Ecología De Semillas (En) Guariguata, Mr y Kattan, GH (eds.) Ecología y conservación de bosques neotropicales. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica.
- Díaz Merlano, J. M. (2006). Bosque seco tropical Colombia: Banco de Occidente Credencial.
- Díaz-Triana, J. E., Torres-Rodríguez, S., y Muñoz, L. (2019). Monitoreo de la restauración ecológica en un bosque seco tropical interandino (Huila, Colombia): programa y resultados preliminares. *caldasia*, 41(1), 60-77.
- Dimson, E., Marsh, P. y Staunton, M. (2020). Calificaciones ESG divergentes. *The Journal of Portfolio Management* , 47 (1), 75-87.

- Directrices para la evaluación ecológica rápida de la biodiversidad de las zonas costeras, marinas y de aguas continentales (2010). Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal (Canadá), Nº 22 de la Serie de publicaciones técnicas del CDB, y Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza), Informe Técnico de Ramsar Nº 1.
- Domínguez Díaz, E., Martínez de Urquidi, M. P., y Montti Solís, A. (2022). Restauración de la cubierta vegetal en una turbera de musgo Sphagnum en Aysén: una primera aproximación.
- dos Santos, D. D. F. M., da Costa, A. M., de Oliveira, F. S., y Viana, J. H. M. (2018). Monitoramento do uso e cobertura do solo em Sete Lagoas e Prudente de Morais–MG entre 1990-2015. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, 43, 57-74.
- Enel Colombia. (s.f.). Enel comprometida con la restauración y conservación del bosque seco tropical. <https://www.enel.com.co/es/conoce-enel/enel-generacion/el-quimbo/resumen-plan-restauracion-2019.html>
- Enel Clombia. (s.f.). Grupo Enel. <https://www.enel.com.co/es/conoce-enel/grupo-enel.html>
- Escuela Superior de Administración Pública.(s.f.). Esquema de Ordenamiento Territorial Agrado Huila 2001 - 2009: EOT Agrado Huila 2001 - 2009.<https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/123456789/9801>
- Escuela Superior de Administración Pública.(s.f.). Esquema de Ordenamiento Territorial Gigante Huila 2001 - 2009: EOT Gigante Huila 2001 - 2009. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/123456789/9810>
- Etter, A. R., y Botero, P. J. (1990). actividad edáfica de hormigas (*Atta laevigata*) y su relación con la dinámica sabana/bosque en los Llanos Orientales (Colombia).[Ant (*Atta laevigata*) activity in soils and its relationship with savanna/forest dynamics in eastern Colombian plains]. *Colombia Amazónica* (Colombia). Ago., 4(2), 77-95.

- Fandiño, M. C., y Ferreira Miani, P. (1998). Colombia biodiversidad siglo XXI: Propuesta técnica para la formulación de un plan de acción ambiental en biodiversidad.
- Fernández, M. P. S., Orduz, D. L. M., Osorio, P. M., Torres, D. Z. R., y Torres, M. L. S. (2018). Erradicación De Retamo Espinoso E Inicio De Restauración Ecológica En Los Cerros Orientales De Bogotá (Prueba Piloto). Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.
- Figueroa Cardozo, Y., y Galeano Garcés, G. A. Lista comentada de las plantas vasculares del enclave seco interandino de la tatacoa (Huila, colombia). Caldasia.
- Fink, R.D., C.A. Lindell, E.B. Morrison, R.A. Zahawi y K.D. Holl. (2009). Patch size and tree species influence the number and duration of bird visits in forest restoration plots in southern Costa Rica. *Rest. Ecol.* 17: 479-488.
- Finlayson, CM, Davidson, NC, Spires, AG y Stevenson, NJ (1999). Inventario mundial de humedales: estado actual y prioridades futuras. *Investigación marina y de agua dulce* , 50 (8), 717-727.
- Flores, S., y Dezzeo, N. (2005). Variaciones temporales en cantidad de semillas en el suelo y en lluvia de semillas en un gradiente bosque-sabana en la Gran Sabana, Venezuela. *Interciencia*, 30(1), 39-43.
- Fundación Natura Colombia. (s.f.). Conservación y restauración de la biodiversidad, Ejecutados Plan Piloto de Restauración Ecológica de Bosque Seco tropical. <https://natura.org.co/tematicas/conservacion-y-restauracion-de-la-biodiversidad,ejecutados-conservacion-y-restauracion-de-la-biodiversidad/plan-piloto-de-restauracion-ecologica-de-bosque-seco-tropical/>
- Fundación Natura Colombia.(s.f.).Así avanza el Plan Piloto de Restauración Ecológica del Bosque Seco Tropical en cuatro municipios del Huila.<https://natura.org.co/asi-avanza-el-plan-piloto-de-restauracion-ecologica-del-bosque-seco-tropical-en-huila/>



- Galindo Rodríguez, C. P. (2017). Dispersión y tolerancia a la desecación de las semillas de las especies arbóreas del bosque seco tropical de Colombia: implicaciones para la restauración ecológica.
- Galindo Rodríguez, C. P. (2017). Dispersión y tolerancia a la desecación de las semillas de las especies arbóreas del bosque seco tropical de Colombia: implicaciones para la restauración ecológica.
- García-Villacorta, R. (2009). Diversity, composition, and structure of a highly endangered habitat: the seasonally dry forests of Tarapoto, Peru. *Revista Peruana de Biología*, 16(1), 81-92.
- Gil Ospina, R. F. (2019). Evaluación de la avifauna asociada a dos tipos de restauración en la zona de influencia de la central hidroeléctrica Miel I, (Caldas) Colombia.
- Gobster, P. H., y Hull, R. B. (2000). *Restoring nature: perspectives from the social sciences and humanities*: Island Press.
- González-Zertuche, L., Orozco-Segovia, A., y Yanes, C. V. (1999). El ambiente de la semilla en el suelo: su efecto en la germinación y en la sobrevivencia de la plántula. *Botanical Sciences*, (65), 73-81.
- Griscom, HP, Griscom, BW y Ashton, MS (2009). Regeneración forestal a partir de pastos en el trópico seco de Panamá: efectos del ganado, pastos exóticos y riberas boscosas. *Ecología de la restauración* , 17 (1), 117-126.
- Gutiérrez-Bonilla, F. D. P., Baptiste, M. P., García, L. M., Cárdenas, J., Salgado-Negret, B., Vásquez Valderrama, M., ... y Reyes, S. (2017). Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia.
- Guzman, M. B. (2014). Dieta de *Turdus leucomelas* (Aves: Turdidae) em uma área urbanizada, com ênfase no consumo de frutos (Doctoral dissertation, M. Sc. Thesis, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brazil).
- Hernández, R. M. P. (2009). Dieta alimenticia de algunas aves de la Cuenca del río Prado-Tolima. *Revista Perspectivas Educativas*, 1(4).
- Higgs, E. S. (1997). What is Good Ecological Restoration? ¿ Que es una Buena Restauración Ecológica? *Conservation biology*, 11(2), 338-348.

- Holl, K. D., Crone, E. E., y Schultz, C. B. (2003). Landscape restoration: moving from generalities to methodologies. *BioScience*, 53(5), 491-502.
- Holl, K. D., Loik, M. E., Lin, E. H., y Samuels, I. A. (2000). Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration ecology*, 8(4), 339-349.
- Husch, B., Miller, C., y Beers, T. (1993). *Mesura forestal (forest mensuration)*.
- Hyatt, L. A., Rosenberg, M. S., Howard, T. G., Bole, G., Fang, W., Anastasia, J., ... y Gurevitch, J. (2003). The distance dependence prediction of the Janzen - Connell hypothesis: a meta - analysis. *Oikos*, 103(3), 590-602.
- Ibáñez, L. F. V. (2022). Plan Nacional de Desarrollo “Todos por un Nuevo País”: Reflexiones y dilemas entorno a los conceptos de paz, justicia y desarrollo. *Ciencia Política*, 17(34), 269-302.
- IDEAM, IGAC, CORMAGDALENA. (s.f.). Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca, Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Recuperado el 20 de octubre de 2022, de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>
- IDEAM. (s.f.). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Ecosistemas e información Ambiental CLC. Recuperado el 20 de octubre de 2022 de <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/ecosistemas-informacion-ambiental>
- IDEAM. (s.f.). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p. Recuperado el 20 de octubre de 2022 de <https://www.purace-cauca.gov.co/MiMunicipio/DocumentosGestinRiesgoYDesastres/Estudios%20gesti%C3%B3n%20del%20riesgo%20Purac%C3%A9/Leyenda%20nacional%20coberturas%20tierra.pdf>
- IDEAM. (s.f.). Zonificación hidrográfica. <http://www.ideam.gov.co/web/agua/zonificacion-hidrografica>

- Izquierdo, A. E., Aragón, R., Navarro, C. J., y Casagrande, E. (2018). Humedales de la Puna: principales proveedores de servicios ecosistémicos de la región. HR Grau, MJ Babot, A Izquierdo y A Grau (eds.) La Puna argentina: naturaleza y cultura. Serie de Conservación de la Naturaleza, 24, 96-111.
- Janzen, D. H. (1988). Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Annals of the Missouri botanical garden*, 105-116.
- Jaramillo et al., 2015 agrega a lo anterior, el desarrollo del tipo de suelo, los organismos y la vegetación propia de estos ecosistemas. Es así que para la región Andina y dependiendo
- Kandus, P., Morandeira, N., y Schivo, F. (2010). Bienes y servicios ecosistémicos de los humedales del Delta del Paraná. *Wetlands International: Fundación Humedales*.
- Keenleyside, K., Dudley, N., Cairns, S., Hall, C., y Stolton, S. (2012). *Ecological restoration for protected areas: principles, guidelines and best practices* (Vol. 18). IUCN.
- Koleff, P., Tambutti, M., March, I. J., Esquivel, R., Cantú, C., Lira-Noriega, A., ... y Urquiza-Haas, T. (2009). Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México. *Capital natural de México*, 2, 651-718.
- LA NACIÓN. (s.f.). Humedales para la vida. <https://www.lanacion.com.co/humedales-para-la-vida/>
- Lamb, D., y Keenan, R. J. (1997). *Rejoining habitat remnants: restoring degraded rainforest lands*. University of Chicago Press.
- Lamb, D., Andrade, A., Shepherd, G., Bowers, K., y Alexander, S. (2011). Building resilience when restoring degraded ecosystems: improving biodiversity values and socio-economic benefits to communities. *Contribution of Ecosystem Restoration to the Objectives of the CBD and a Healthy Planet for All People*, 57.
- Lasso, C. A., Gutiérrez, F. d. P., y Morales, B. (2014). Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según

criterios biológicos y ecológicos: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- Lasso, C. A., Gutiérrez, F. d. P., y Morales, B. (2014). Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Leopold, A., y Almanac, A. S. C. (1949). *With Essays on Conservation from Round River*. Oxford University Press, Oxford, 1953(1966), 1977.
- Londoño Lemos, V., y Torres González, A. M. (2015). Estructura y composición vegetal de un bosque seco tropical en regeneración en Bataclán (Cali, Colombia). *Colombia forestal*, 18(1), 71-85.
- Lowe, A. J., Boshier, D., Ward, M., Bacles, C. F. E., y Navarro, C. (2005). Genetic resource impacts of habitat loss and degradation; reconciling empirical evidence and predicted theory for neotropical trees. *Heredity*, 95(4), 255-273.
- Machado, I. C., Barros, L. M., y Sampaio, E. V. (1997). Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, northeastern Brazil. *Biotropica*, 29(1), 57-68.
- Manual de experiencias en restauración de humedales del gobierno de España, fundación global nature y caja madrid obra social (2010)
- McDonald, T., Jonson, J., y Dixon, K. (2016). National standards for the practice of ecological restoration in Australia (vol 24, pg S1, 2016). *Restoration Ecology*, 24(5), 705-705.
- Meli, P. (2003). Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. *Interciencia*, 28 (10), 581-589.
- Melo Cruz, O. A., y Vargas-Ríos, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, Colombia.
- Melo, O. (2019). Estructura de fragmentos de bosque seco tropical en el sur del departamento del Tolima, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 23(1), 31-51.
- Melo, O., y Vargas, R. (2002). Análisis ecológico y silvicultural de ecosistemas tropicales. Ibagué: Editorial Conde.

- Melo, O., y Vargas, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima, CRQ, Carder, Corpocaldas, Cortolima, 4-7.
- Mendoza-C, H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia*, 70-94.
- Miilán Bernal, O. L. (2022). AVE-WIX. Una herramienta educativa digital: una contribución hacia la conservación de la avifauna del humedal El Jaboque.
- MINISTERIO DE AMBIENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología corine land cover Adaptada para Colombia a escala 1:10000.
- Mitsch, WJ (1994). *Humedales Globales*. Elsevier, Ámsterdam.
- Mola, I., Sopeña, A., y De Torre, R. (2018). Guía práctica de restauración ecológica. Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid.
- Mora Donjuán, C. A., Alanís Rodríguez, E., Jiménez Pérez, J., González Tagle, M. A., Yerena Yamallel, J. I., y Cuellar Rodríguez, L. G. (2013). Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada*, 12(1), 29-34.
- Mora Donjuán, C. A., Alanís Rodríguez, E., Jiménez Pérez, J., González Tagle, M. A., Yerena Yamallel, J. I., y Cuellar Rodríguez, L. G. (2013). Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada*, 12(1), 29-34.
- Mora, F, Velasco Linares, P, Montenegro, A, González, A, Solorza, J, Torrijos Otero, P, Acosta Ortiz, M, Zabaleta Bejarano, Á, Díaz Espinosa, A, Díaz Martín, R, León, O, López, A, Trujillo Ortiz, L y Vargas Ríos, O. (2008). Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino : el caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia.
- Mora, J. M., Espinal, M. R., López, L. I., y Quezada, B. O. (2012). Caracterización del bosque seco tropical remanente en el Valle de Agalta, Honduras. *Ceiba*, 53(1), 38-56.

- Moreno, P. I., Vilanova, I., Villa-Martinez, R., Garreaud, R. D., Rojas, M., y De Pol-Holz, R. (2014). Southern Annular Modelike changes in southwestern Patagonia at centennial timescales over the last three millenia. *Nature Communications*, 5, 4375.
- Mosso, E. D., y Beltzer, A. H. Alimentacion Invernal Del Siriri Colorado *Dendrocygna Bicolor* (Aves: Anatidae) En El Vall Aluvial Del Rio Parana Medio, Argentina.
- Moya, B. V., Hernández, A. E., y Borrell, H. E. (2005). Los humedales ante el cambio climático. *Investigaciones Geográficas (Esp)*(37), 127-132.
- Murcia C, Andrade A, Arévalo LM, Botero P, Camargo G, Franco AM, Kattan GH, Moreno F, Roda J, Salamanca B, y Sánchez LE. (1998). Restauración de ecosistemas y recuperación de especies. Págs. 147-163 En: M. C. Fandiño MC y Ferreira P, editores. Colombia, Biodiversidad Siglo XXI, una propuesta técnica para la formulación de un Plan Nacional en Biodiversidad. Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Murcia, C., y Guariguata, M. R. (2014). La restauración ecológica en Colombia: tendencias, necesidades y oportunidades (Vol. 107). Cifor.
- Naranjo, L. G., Andrade, G. I., y Ponce de León, E. (1999). Humedales interiores de Colombia: Bases técnicas para su conservación y uso sostenible.
- Naranjo, M., Hernández, T., Heredia, H., Gallego, L., y Suárez, B. (2013). Cambio climatico y politicas para enfrentarlo. *MedULA*, 22(2), 115-121.
- Naranjo. L.G. (1997a). Humedales de Colombia. Ecosistemas amenazados. En: Sabanas, vegas y palmares. El uso del agua en la Orinoquia colombiana. Universidad Javeriana - CIPAV
- Návar-Cháidez, J. D. J., y González-Elizondo, S. (2009). Diversidad, estructura y productividad de bosques templados de Durango, México. *Polibotánica*, (27), 71-87.
- Nichols, J. D., y Carpenter, F. L. (2006). Interplanting *Inga edulis* yields nitrogen benefits to *Terminalia amazonia*. *Forest Ecology and Management*, 233(2-3), 344-351.

- Nichols, J. D., Rosemeyer, M. E., Carpenter, F. L., y Kettler, J. (2001). Intercropping legume trees with native timber trees rapidly restores cover to eroded tropical pasture without fertilization. *Forest Ecology and Management*, 152(1-3), 195-209.
- Olarte Rojas, M. Apoyo técnico del componente ambiental en el proceso para el acotamiento de rondas hídricas de los cuerpos de agua priorizados en los municipios de Santa María, Tarqui, Pitalito, Suaza en el Departamento del Huila.
- Olascuaga-Vargas, D., Mercado-Gómez, J., y Sanchez-Montaña, L. R. (2016). Análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bosque seco tropical en Toluviejo-Sucre (Colombia). *Colombia forestal*, 19(1), 23-40.
- Osorio-Rosado, C. A. (2018). Impactos ambientales de los proyectos hidroeléctricos en Colombia: el caso del Quimbo.
- Ospina, O. L., Vanegas, S., Escobar, G. A., Ramírez, W., y Sánchez, J. J. (2015). Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá.
- Pérez-Moreno, H., Marín, C., y León, O. (2016). Cambios En Las Coberturas Paramunas (En) Gómez, Mf, Moreno, La, Andrade, Gi y Rueda, C. Biodiversidad 2015. estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia.
- Pizano, C., Cabrera, M., y García, H. (2014). Bosque seco tropical en Colombia; generalidades y contexto. Bogotá, D. C. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Pla, L., y Matteucci, S. D. (2001). Intervalos de confianza bootstrap del índice de Biodiversidad De Shannon.
- Polanco, L. Z., González, H. Z., Zapata, G. L. V., y Anaya, A. L. (2015). Determinación Del Estado Sucesional De Humedales En La Cuenca Alta Del Río Cauca, Departamentos Del Cauca Y Valle Del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana De Ciencia Animal-Recia*, 7(1), 58-69.
- Quiroga Ayrala, M., y Santi Esnaola, E. (2020). Soberanía Alimentaria y restauración ecológica en el Espinal.

- Ramsar, C. (1971). Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas. Ramsar, 2, 1971.
- Ramsar, S. D. (2006). Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales.
- Rangel-Ch, J. O., Lowy, P., y Aguilar, M. (1997). Distribución de los tipos de vegetación en las regiones naturales de Colombia. Aproximación inicial. Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia, 403-436.
- Roa-García, C. E., y Torres-González, A. M. (2021). Caracterización florística y estructural como línea de base para la restauración ecológica de bosques en la microcuenca del río Barbas, Colombia. Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 45(174), 190-207.
- Rodríguez-Mota, A. J., Ruíz-Cancino, E., Ivanovich-Khalaim, A., Coronado-Blanco, J. M., y Treviño-Carreón, J. (2015). Diversidad de Ichneumonidae (Hymenoptera) en un bosque de Pinus spp. y Juniperus flaccida en Jaumave, Tamaulipas, México. Revista mexicana de biodiversidad, 86(4), 972-980.
- Sabogal, C. (1992). Regeneration of tropical dry forests in Central America, with examples from Nicaragua. Journal of vegetation science, 3(3), 407-416.
- Salamanca, B. y G, Camargo. 2000. Protocolo Distrital de Restauración Ecológica. DAMA y Fundación Bachaqueros, Bogotá, 288 pp
- Salomão, R. P., Brienza Júnior, S., y Santana, A. C. (2012). Análise da florística e estrutura de floresta primária visando a seleção de espécies-chave, através de análise multivariada, para a restauração de áreas mineradas em unidades de conservação. Revista Árvore, 36, 989-1008.
- Sánchez Barrera, J. A. (2022). Especies vegetales en restauración ecológica de bosque seco tropical: tendencias de desempeño.
- Sandor, M. E., y Chazdon, R. L. (2014). Remnant trees affect species composition but not structure of tropical second-growth forest. PloS one, 9(1), e83284.



- Sarria Dulcey, M. J. (2012). Historia natural del Sirirí común (*Tyrannus melancholicus*, aves: tyrannidae en la Universidad del Valle, Colombia)[recurso electrónico] (Doctoral dissertation).
- Semarnat. (2008). Estadísticas del Agua en México.
- Scott, D. A. (1989). Design of wetland data sheet for database on Ramsar Sites. Photocopied report to Ramsar Bureau, Gland, Switzerland.
- SER International (2004). Society for Ecological Restoration International Science, Grupo de Trabajo sobre Ciencia y Política. Principios de SER Internacional sobre restauración ecológica. [www.ser.org](http://www.ser.org) y Tucson: Society for Ecological Restoration International; 2004.
- Stiles, F. G., y Rosselli, L. (1998). Inventario de las aves de un bosque altoandino: comparación de dos métodos. *Caldasia*, 29-43.
- Suárez, S., y Vargas, O. (2019). Composición florística y relaciones ecológicas de las especies de borde, parches y árboles aislados de un bosque seco tropical en Colombia. Implicaciones para su restauración ecológica. *caldasia*, 41(1), 28-41.
- Tabarelli M, Vicente A, Barbosa D. 2003. Variation of seed dispersal spectrum of woody plants across a rainfall gradient in north-eastern Brazil. *J. Arid Environ.* 53: 197-210. doi:10.1006/jare.2002.1038.
- The Nature Conservancy. (2002). Un Enfoque en la Naturaleza: Evaluaciones ecológicas rápidas. Virginia, USA. 196 p.
- Thomas E, R Jalonen, J Loo, D Boshier, L Gallo, S Cavers, S Bordács, P Smith, M Bozzano. 2014. Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. *Forest Ecology and Management* 333:66-75. DOI: 10.1016/j.foreco.2014.07.015.
- Torres-Rodríguez, S., Díaz-Triana, J. E., Villota, A., y Gómez, W. (2019). Diagnóstico ecológico, formulación e implementación de estrategias para la restauración de un bosque seco tropical interandino (Huila, Colombia). *Caldasia*, 41(1), 42-59.

- Travieso-Bello, A. C., Moreno-Casasola, P., y Campos, A. (2005). Efecto de diferentes manejos pecuarios sobre el suelo y la vegetación en humedales transformados a pastizales. *Interciencia*, 30(1), 12-18.
- Trujillo, L., López, A., y Vargas, O. (2008). Lluvia de semillas en borde de bosque. Estrategias para la restauración ecológica de bosque altoandino. El caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 282-293.
- Uribe, A., Velásquez, P., y Montoya, M. (2001). Ecología de poblaciones de *Attalea butyracea* (Aracaceae) en un área de bosque seco tropical (Las Brisas, Sucre, Colombia). *Actualidades Biológicas*, 23(74), 33-39.
- Valencia, P. y Figueroa, A. (2014). Vulnerabilidad de humedales altoandinos ante procesos de cambio: tendencias del análisis. *Revista Ingenierías*, 14(26), 29-42.
- Van der Hammen, T., Stiles, G., Rosselli, L., Chisacá Hurtado, M. L., Ponce de León, G. C., Guillot Monroy, G., . . . Rivera Ospina, D. (2008). Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos: Secretaría Distrital de Ambiente.
- Vargas Figueroa, J. A., Duque Palacio, O. L., y Torres González, A. M. (2015). Germinación de semillas de cuatro especies arbóreas del bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 249-261.
- Vargas Ríos, O. (2011). Restauración ecológica:: biodiversidad y Conservación. *Acta biológica colombiana*, 16(2), 221-246.
- Vargas, W. (2012). Los bosques secos del Valle del Cauca, Colombia: una aproximación a su flora actual. *Biota Colombiana*, 13(2).
- Vargas, W. G. (2002). Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales. Universidad de Caldas.
- Veloza C., (2017). Análisis Multitemporal De Las Coberturas y Usos Del Suelo De La Reserva Forestal Protectora- Productora En Madrid Cundinamarca. Aportes para el Ot Municipal. Recuperado el 20 de octubre de 2022 en

[https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files\\_ciaf/Veloza-Torres-Jenny-Patricia.pdf](https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files_ciaf/Veloza-Torres-Jenny-Patricia.pdf)

- Vieira, D. L., y Scariot, A. (2006). Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration ecology*, 14(1), 11-20.
- Villa, S., y Margoth, H. (2012). Importancia histórica y cultural de los humedales del borde norte de Bogotá (Colombia). *Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica*, 15(1), 167-180.
- Villate-Suárez, C. A., y Cortés-Pérez, F. (2018). Las perchas para aves como estrategia de restauración en la microcuenca del río La Vega, Tunja, Boyacá. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(164), 202-211.
- Wallace, K. J., y Clarkson, B. D. (2019). Urban forest restoration ecology: a review from Hamilton, New Zealand. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 49(3), 347-369.ave
- White, P. S. y Walker, J. L. (1997). Approximating Nature's Variation: Selecting and Using Reference Information in Restoration Ecology. *Restoration Ecology*. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.1997.00547>.
- White, P. S., y Walker, J. L. (1997). Approximating nature's variation: selecting and using reference information in restoration ecology. *Restoration Ecology*, 5(4), 338-349
- World Wildlife Fundation. South America: In the Cauca Valley of western Colombia.
- Young, T., Petersen, D. A., y Clary, J. J. (2005). The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms. *Ecology letters*, 8(6), 662-673.



# 11 ANEXOS

## Anexo 1. Ficha de caracterización de los humedales de Bosque seco tropical para el presente estudio.

### FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES

Fecha:  Hora:

Nombre del Funcionario:

#### a. IDENTIFICACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

Nombre del sitio:  Sitio Protegido  NO  SI, indique cuales:  
 SINAP

Región/Municipio/Vereda:  RAMSAR

Coordenada UTM (WGS-84): X  Superficie: a) Hectárea   
 Y  b) m<sup>2</sup>

Calculo de Superficie: a) Terreno b) Fuente cartográfica

Propiedad del Sitio: Privado  Propietario:  Telef o correo electrónico   
 Público  Contacto:  Telef o correo electrónico

Vías de Acceso (describir cómo llegar):

Accesibilidad de sitio (tipo de camino, vehículo requerido etc.):

#### b. CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

\* Marque con un X las alternativas, para caracterizar el humedal (marque más de una alternativa si corresponde)

##### 1.1.- COSTEROS Y MARINOS

Desembocadura de río  Costas rocosas  Playas de: a) Arena b) Piedras c) Fango  
 Laguna costera  Estuarios y marismas

##### 1.2.- INTERIORES (río, lagos, pantanos, geotermal)

Ríos y arroyos Vegas  Salares  Oasis, vertientes  
 de inundación Lagos  Pantanos y pajonales Bosque  Turberas  
 Lagunas  inundados (Hualves)  Otros (Especificar)  
 Bofedales

##### 1.3.- ARTIFICIALES

Estanques artificiales  Piscicultura, camarónicas  Campos de cultivo inundados temporalmente  
 Tranque de relave  Arrozales y terrenos de regadío  Plantas de tratamiento de aguas  
 Canales  Embalses, diques, represas  Otros (Especificar) \_\_\_\_\_  
 Lagunas artificiales

##### 2.- DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

a) Permanente b) Semipermanente c) Temporal Profundidad máxima (metros):   
 Estación con nivel máximo de agua: Salinidad: a) Dulce b) Salobre c) Salada

##### 3.- ACTIVIDAD HUMANA EN EL SITIO: Clasifique la actividad en escala de 1 a 4, siendo 1 no evidencias en el sitio

Caza  Activ. Deportiva  Ganadería  Otros (Especificar)  
 Pesca  Urbanización  Vertidos sólidos y escombros \_\_\_\_\_  
 Turismo  Drenaje  Minería \_\_\_\_\_  
 Industrial  Agricultura  Forestal \_\_\_\_\_

##### 4.- DESCRIPCIÓN DEL SITIO: (Principales especies de Flora y Fauna, excluyendo aves acuáticas)


Anexo 1 Tabla 55. Ficha de caracterización preliminar.



## INSTRUCTIVO DE LA FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES

1. **Fecha:** Señalar la fecha en la que se efectúa la caracterización del humedal.
2. **Hora:** Señalar la hora en la que se efectúa la caracterización del humedal.
3. **Nombre del funcionario:** En este punto se deberá escribir el nombre del funcionario que realizará la caracterización.

### A. IDENTIFICACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

4. **Nombre del Sitio:** Se debe escribir el nombre del sitio caracterizado.
5. **Sitio Protegido:** Indicar si el área se encuentra protegida. Si se encuentra protegida marque según corresponda: **SINAP** (Sistema Nacional de Áreas Protegidas) y/o **RAMSAR** (Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas).
6. **Región/Municipio/Vereda:** Se debe identificar la región, provincia y comuna en el cual se encuentra el sitio caracterizado.
7. **Coordenadas:** Se debe registrar por medio de un GPS, las coordenadas del sitio, en el DATUM WGS-84.
8. **Superficie:** Se debe estimar la superficie en hectáreas o m<sup>2</sup> (para sitio pequeños) del sitio caracterizado. Se debe encerrar en un círculo la unidad de medida utilizada.
9. **Forma de cálculo de superficie:** indicar si fue "estimado en terreno" o "calculado con fuente cartográfica".
10. **Propiedad del Sitio:** Marcar con una X si la propiedad es pública o pertenece a privados. Y nombrar al propietario y/o a la persona con la cual se realiza el contacto para acceder al lugar, así como un teléfono o correo electrónico que permita su contacto.
11. **Vías de acceso:** Indicar como se llega al sitio, describiendo las vías de acceso.
12. **Accesibilidad al sitio:** Señalar el tipo de acceso al sitio, describiendo el tipo de vehículo para acceder a él.

### B. CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO:

1. **Tipo de ambiente acuático:** Se deberá marcar con una X la o las alternativas según corresponda. En el caso de "playa" se deberá encerrar además en un círculo la o las características de la misma.
2. **Descripción del ambiente acuático:** Se deberá señalar, en cada recuadro, el valor consultado. En el caso de "estación con nivel máximo" se deberá señalar la misma

Luego de los dos puntos. Para "salinidad" se deberá encerrar además en un círculo la alternativa correspondiente.

- 3. Actividad humana en el sitio:** Se deberá señalar el valor (1 a 4) que se aprecie mediante observación directa o de la evidencia apreciada en terreno (ej. fecas, evidencia de pastoreo, etc.) para cada actividad señalada. Si bien, esta interpretación es subjetiva, deberá señalarse el número según el siguiente criterio:

Número de categoría	Definición de categoría
1	No se observan evidencias en el sitio
2	La evidencia (o lo observado en terreno) es mínimo
3	La evidencia (o lo observado en terreno) es medio
4	La evidencia (o lo observado en terreno) es alta

- 4. Descripción del Sitio:** Indicar el tipo de vegetación (o formaciones vegetacionales) asociadas al humedal, tanto en la ribera misma, como en su área circundante. Se debe señalar además si existe vegetación acuática y, en la medida de lo posible, las especies de plantas acuáticas que sean observadas.

- 5. Especies de aves presentes en el momento de la caracterización:**

- 6. Clima:** Indicar con una X la o las alternativas de la condición climática existentes en el lugar en el momento de la caracterización del humedal.

- 7. Hora:** Indique la hora en que se realizó la caracterización de especies de aves.

- 8. Estimar Abundancia de las Especies de Aves en:** Se debe indicar el nombre común y científico de las aves, Además debe estimarse (o contarse en caso de ser posible) la presencia de ellas en el sitio al momento de realizar la caracterización de acuerdo con la siguiente escala (en caso de que se realice un conteo, se debe señalar la cantidad observada, señalando además que para esa especie se realizó un conteo):

Número de categoría	Categoría	Definición de categoría
1	Raro	menos de 6 individuos observados o estimados
2	Escaso	6 a 20 individuos observados o estimados
3	Común	21 a 100 individuos observados o estimados
4	Abundante	más de 100 individuos observados o estimados
5	Muy abundante	más de 1000 individuos observados o estimados

- 13. Realizar un croquis del lugar o adjuntar fotos o imágenes:** Se deberá realizar un esquema del sitio o poner una imagen de él (en caso de que se use una imagen, ésta deberá contener todo el sitio).



## **Anexo 2. Evaluación Ecológica Rápida para esta investigación**

### **1. RASGOS BIOFISICOS.**

- Nombre del sitio (nombre oficial del sitio y de la cuenca)
- Superficie y límites (tamaño y variación, alcance y valores medios)
- Ubicación (sistema de proyección, coordenadas cartográficas, centroide de mapa, elevación).
- Situación geomórfica (en qué lugar del paisaje se da vínculos con otros hábitats acuáticos, región biogeográfica).
- Descripción general (forma, sección transversal y planta).
- Clima (zona y rasgos importantes)
- Suelo (estructura y color)
- Régimen hídrico (p. ej. Periodicidad, magnitud y profundidad de la inundación, fuentes de agua superficial y relación con la freática).
- Química del agua (p. ej. Salinidad, pH, color, transparencia, nutrientes)
- Biotas (zonas y estructura de la vegetación, poblaciones animales y su distribución, rasgos especiales, incluidas especies raras o amenazadas).

### **2. ELEMENTOS DE GESTION.**

- Uso de las tierras: local y en la cuenca fluvial, la zona costera o ambas
- Presiones sobre el humedal: dentro del humedal y la cuenca fluvial, la zona costera o ambas.
- Tenencia de la tierra y autoridad administrativa del humedal y de partes esenciales de la cuenca fluvial, la zona costera o ambas.
- Estado de la conservación y gestión del humedal: incluidos instrumentos jurídicos y tradiciones sociales o culturales que influyen en la gestión del humedal.
- Beneficios/servicios del ecosistema derivados del humedal: incluidos productos, funciones y atributos y en la medida de lo posible sus beneficios/servicios para el bienestar humano.
- Planes de gestión y programas de supervisión: en vigor y previstos dentro del humedal y en la cuenca fluvial, costera o ambas.

### **3. DEFINICION POSIBLE ESCENARIO DE RESTAURACION ECOLOGICA.**

- Levantamientos de vegetación.
- Especies dominantes.
- Indicadoras de avance sucesional.
- Número y cobertura de los estratos,
- Diversidad y fisonomía para definir los escenarios de RE

### **4. IDENTIFICACION DE BARRERAS Y/O FACILITADORES DE REGENERACION NATURAL.**

- Identificación de disturbios y de los factores tensionantes y limitantes.

- Identificación de potencialidades que pueden llevar al sistema al estado deseado.
- Presencia y manejo de especies invasoras.
- obras para controlar la erosión y para estabilización de taludes.
- obras para mejorar el hábitat para la fauna, construcción de refugios artificiales para la fauna, construcción de cuerpos de agua artificial, aplicación de enmiendas y obras para la conservación de suelos, revegetación, repoblación forestal, descontaminación de suelos y de cuerpos de agua, bioremediación y bioingeniería.

#### **5. DEFINICION DE ECOSISTEMA DE REFERENCIA.**

- Arreglos florísticos, forma, tamaño, distribución y densidad.
- Módulos sembrados, forma, tamaño, distribución y densidad.

#### **6. ESCENARIOS DE DECLARATORIA DE AREAS PROTEGIDAS.**

Las iniciativas de declaración de áreas protegidas deben considerar, entre otros aspectos:

- Representatividad biológica a nivel local regional y nacional.
- Zonas consideradas con alto valor biológico por poseer altos índices de biodiversidad, o contener especies endémicas, raras o de distribución reducida, que estén amenazadas, que presenten algún riesgo de extinción o que sus hábitats estén en riesgo o zonas de congregación de especies de protección genética.
- Provisión de servicios ecosistémicos.

#### **7. ESTRATEGIA DE EDUCACION Y COMUNICACION**

- Fortalecimiento de las capacidades.

Se aplicará durante espacios de trabajo mediante el proceso de aportar, fortalecer la capacidad de las personas, las organizaciones y la sociedad en general para la gestión exitosa de sus asuntos; en este caso, para la declaratoria de un área protegida en su territorio y su posterior administración y manejo, que deben generar bienestar para sus pobladores.

Los espacios de trabajo deben orientarse a generar un conocimiento, apropiación, sensibilización y participación por parte de los actores identificados en el proceso de declaración del área protegida. Es un componente permanente dentro de la ruta pues afecta los intereses sociales, y su desarrollo implica la validación social del área protegida, o por el contrario la generación de complejos conflictos en torno a su designación y posterior manejo y administración.

Como resultado de los procesos de formación durante las

socializaciones se espera aportar y trabajar con múltiples instituciones y actores, en las condiciones necesarias para adelantar acuerdos y compromisos con los diferentes actores para la conservación del área a declarar.

Es esta línea de trabajo se propone trabajar dos temas importantes para las comunidades y el proceso: el organizacional y el relacionado con la conservación y el manejo del área protegida

✓ **Organizacional.**

Aportar conocimiento, dirigido a los líderes y organizaciones comunitarias del territorio, durante las socializaciones, con el propósito de brindar algunas herramientas que beneficien la estructura grupal, es decir, brindar mecanismos con relación a la composición de la organización como sentido de pertenencia, liderazgo, comunicación, gestión y clima organizacional. Busca que si es creado un **Comité** tenga bases y pueda ser el gestor del área.

✓ **Conservación y manejo.**

Dirigido a todos los actores sociales e institucionales relacionados con el área protegida, buscando que las personas conozcan o reconozcan los valores naturales y sociales, que permiten y favorecen la declaratoria de un área protegida en su territorio, así mismo brindar herramientas para el manejo de la misma acorde con las características y condiciones ambientales de la zona.

➤ Comunicación.

Es el modo de transmisión o intercambio de información por un emisor a unos receptores. La comunicación no es solo una herramienta, un instrumento que apoya la educación ambiental, sino que es un proceso multidimensional que contribuye a alcanzar objetivos como, movilizar, organizar, estimular la participación de la comunidad y en este caso enfocado al tema de declaración del área protegida y su posterior manejo.

Cuando se concreta este vínculo, la comunicación cobra mayor sentido, eficacia y fuerza, de lo contrario, es decir, de manera aislada, los procesos comunicativos sirven de poco La línea de comunicación a enfocarse es:

- ✓ **Divulgación de información**, que conlleve a la visibilización y posicionamiento del área a declarar
- ✓ **Afianzamiento de relaciones**, entre los actores sociales e institucionales tanto al interior del área a declarar como con actores externos, ya sea de orden municipal, como departamental o regional.

socializaciones se espera aportar y trabajar con múltiples instituciones y actores, en las condiciones necesarias para adelantar acuerdos y compromisos con los diferentes actores para la conservación del área a declarar.

Es esta línea de trabajo se propone trabajar dos temas importantes para las comunidades y el proceso: el organizacional y el relacionado con la conservación y el manejo del área protegida

✓ **Organizacional.**

Aportar conocimiento, dirigido a los líderes y organizaciones comunitarias del territorio, durante las socializaciones, con el propósito de brindar algunas herramientas que beneficien la estructura grupal, es decir, brindar mecanismos con relación a la composición de la organización como sentido de pertenencia, liderazgo, comunicación, gestión y clima organizacional. Busca que si es creado un **Comité** tenga bases y pueda ser el gestor del área.

✓ **Conservación y manejo.**

Dirigido a todos los actores sociales e institucionales relacionados con el área protegida, buscando que las personas conozcan o reconozcan los valores naturales y sociales, que permiten y favorecen la declaratoria de un área protegida en su territorio, así mismo brindar herramientas para el manejo de la misma acorde con las características y condiciones ambientales de la zona.

➤ Comunicación.

Es el modo de transmisión o intercambio de información por un emisor a unos receptores. La comunicación no es solo una herramienta, un instrumento que apoya la educación ambiental, sino que es un proceso multidimensional que contribuye a alcanzar objetivos como, movilizar, organizar, estimular la participación de la comunidad y en este caso enfocado al tema de declaración del área protegida y su posterior manejo.

Cuando se concreta este vínculo, la comunicación cobra mayor sentido, eficacia y fuerza, de lo contrario, es decir, de manera aislada, los procesos comunicativos sirven de poco La línea de comunicación a enfocarse es:

- ✓ **Divulgación de información**, que conlleve a la visibilización y posicionamiento del área a declarar
- ✓ **Afianzamiento de relaciones**, entre los actores sociales e institucionales tanto al interior del área a declarar como con actores externos, ya sea de orden municipal, como departamental o regional.