

**FORMULACIÓN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN DEL LAGO LA POPA Y EL
HUMEDAL EL ENEAL QUE AFLORAN EN LA DECIMA BRIGADA DE
VALLEDUPAR-CESAR**



**DANIELA JOHANA ROMERO HERRERA
MAYLED CAROLINA VILLADIEGO ARIAS**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR- CESAR**

2022

**FORMULACIÓN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN DEL LAGO LA POPA Y EL
HUMEDAL EL ENEAL QUE AFLORAN EN LA DECIMA BRIGADA DE
VALLEDUPAR-CESAR**

Proyecto de trabajo de grado para optar al de título de Ingeniero Ambiental y Sanitario

AUTORES:

**DANIELA JOHANA ROMERO HERRERA
MAYLED CAROLINA VILLADIEGO ARIAS**

DIRECTOR:

**HERNANDO CARLOS OÑATE BARRAZA
MSc. Ingeniería Ambiental**

ASESOR:

**GRIDIS YULIETH CORTES HENAO
MSc. Ciencias Ambientales**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR- CESAR**

2022

Dedicatoria

Le dedico este trabajo a DIOS, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Con mucho cariño y amor a mi mamá Cecilia Herrera, por siempre haber estado conmigo brindándome la confianza y su apoyo incondicional eres mi motor de vida, a mis abuelos Dagoberto Dussan y Cecilia Herrera por demostrarme siempre su cariño, por regalarme las mejores enseñanzas de vida, y encaminarme siempre por el buen sendero.

También se lo dedico a toda mi familia, por estar siempre apoyándome en las diferentes etapas de este proceso universitario.

Daniela Johana Romero Herrera

A DIOS, por permitirme llegar en este momento tan especial de mi vida como lo es mi proyecto de grado se lo dedico primeramente a mi tío Jesús Antonio Arias Flórez ya que desde el cielo siempre me guio para que este sueño de culminar mi carrera profesional se hiciera realidad, a mis padres Edwin Villadiego Parra y Martha Arias Flórez por todo el esfuerzo, sacrificio, dedicación y amor.

Se las dedico de igual manera a mis hermanos Edwin Villadiego Arias, Sergio Villadiego Arias y Angely Villadiego Arias ya que estuvieron siempre para mí cuando más lo necesitaba.

Mayled Carolina Villadiego Arias

Agradecimientos

A DIOS por darme sabiduría. A mi madre Cecilia Herrera, mis abuelos Dagoberto Dussan y Cecilia Herrera, hermanas Yarelis Morales y Yesica Solano, mi padre Eleodoro Romero y esposo José Arias, por su amor, paciencia, esfuerzo, buenos valores, por su respaldo, por creer en mí, y ser un ejemplo de esfuerzo, superación y sacrificio, gracias por cada una de sus palabras de aliento que me ayudaban cada día a dar un paso más para alcanzar mi objetivo.

Gracias a todas aquellas personas que fueron participes en este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, a la universidad por haberme permitido la oportunidad de formarme, al ingeniero Hernando Carlos Oñate Barraza director del proyecto y mi asesora Gridis Yulieth Cortes Henao por toda su colaboración y orientación infinitas gracias.

Muchas gracias a todos.

Daniela Johana Romero Herrera

Primeramente, darle gracias a DIOS y todas sus bendiciones por el hecho de permitirme realizar este proyecto dejándome grandes conocimientos, Así mismo a mis padres y toda mi familia.

A la Universidad Popular del Cesar por brindarme las herramientas necesarias para poder darle cuerpo a este proyecto; Agradecer profundamente a mi director de tesis Hernando Oñate por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada.

Por último, quiero agradecer a la instalación del Batallón La Popa de Valledupar-Cesar por su acompañamiento y respaldo en cada una de las visitas programadas ya que con su ayuda este proyecto fue realizado.

Mayled Carolina Villadiego Arias

Resumen

Ecosistemas naturales como lagos y humedales, desempeñan un papel fundamental de carácter hidrológico, ecológico y social en la población. El objeto de esta investigación fue la formulación del plan de restauración del lago La Popa y el humedal El Eneal en la décima brigada de Valledupar- Cesar, donde se analizó en principio las características físicas, químicas y microbiológicas del agua del lago La Popa y el humedal El Eneal, para dos épocas (lluvia y seca), con ello se observó un inadecuado manejo de los residuos sólidos y la presencia de lenteja de agua (*Lemna minor*), lo que conlleva a la presencia del proceso de eutrofización (exceso de nutrientes limitante en oxígeno a especies que habitan dentro del lago). A su vez, se apreció que el proceso de eutrofización se aceleró para época de lluvia, para esto se realizó una intervención con jornadas de limpieza al lago en compañía del cantón militar. Además, también se desarrolló la identificación del índice BMWP/Col realizado en el lago La Popa en diferentes épocas, con el uso de Macroinvertebrados (Bioindicadores ambientales), los cuales se clasificaron en niveles (clase, orden y familia) para la determinación de la calidad del agua. Finalmente podemos decir que en el humedal El Eneal, que nace dentro de las instalaciones del batallón la popa, en las faldas del Cerro la Popa, se evidenció la presencia de residuos como escombros, chamizas, ramas afectando de manera directa e indirecta la flora y la fauna del humedal.

Palabras Claves: Humedal, Lago, Calidad, Eutrofización.

Abstract

Natural ecosystems such as lakes and wetlands play a fundamental role of a hydrological, ecological and social nature in the population. The object of this investigation was the formulation of the restoration plan for La Popa lake and the El Eneal wetland in the tenth brigade of Valledupar-Cesar, where the physical, chemical and microbiological characteristics of the water of La Popa lake and the El Eneal wetland, for two seasons (rainy and dry), with this an inadequate management of solid waste and the presence of duckweed (*Lemna minor*) was observed, which leads to the presence of the eutrophication process (excess nutrients limiting oxygen to species that inhabit the lake). In turn, it was observed that the eutrophication process accelerated for the rainy season, for this an intervention was carried out with days of cleaning the lake in the company of the military canton. In addition, the identification of the BMWP/Col index carried out in La Popa lake at different times was also developed, with the use of Macroinvertebrates (Environmental Bioindicators), which were classified into levels (class, order and family) for the determination of the water quality. Finally, we can say that in the El Eneal wetland, which is born within the facilities of the La Popa battalion, on the slopes of Cerro la Popa, the presence of waste such as debris, slash, branches, directly and indirectly affecting the flora and the fauna of the wetland.

Keywords: Wetland, Lake, Quality, Eutrophication.

Tabla de contenido

	Pág.
RESUMEN	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN	14
1 TÍTULO DEL PROYECTO O INVESTIGACIÓN	16
2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO O INVESTIGACIÓN	20
4 OBJETIVOS	22
4.1 OBJETIVO GENERAL	22
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
5 MARCO REFERENCIAL.....	23
5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
5.2 MARCO TEÓRICO.....	27
5.2.1 <i>¿Qué es un ecosistema?</i>	27
5.2.2 <i>Tipos de ecosistemas en Colombia</i>	27
5.2.3 <i>Importancia de los ecosistemas en Colombia</i>	28
5.2.4 <i>Definición de lago</i>	29
5.2.5 <i>Definición de humedales</i>	31

5.2.6	<i>Definición de disturbios</i>	34
5.2.7	<i>Restauración ecológica</i>	35
5.2.8	<i>Restauración de humedales</i>	43
5.2.9	<i>Restablecimiento del régimen hidrológico en los humedales</i>	48
5.2.10	<i>Mejoramiento de la biodiversidad en humedales</i>	49
5.2.11	<i>Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua (método BMWP/COL)</i>	49
5.2.12	<i>Propiedades físicas del agua</i>	55
5.2.13	<i>Caracterización fisicoquímica y microbiológica</i>	56
5.3	MARCO CONCEPTUAL	57
5.4	MARCO CONTEXTUAL	59
5.4.1	<i>Clima</i>	60
5.4.2	<i>Hidrografía</i>	60
5.5	MARCO LEGAL	61
5.6	MARCO INSTITUCIONAL	64
5.6.1	<i>Misión</i>	64
5.6.2	<i>Visión</i>	65
5.6.3	<i>Símbolos de la Institución</i>	65
6	MARCO METODOLÓGICO.....	67
6.1	LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	67
6.1.1.	<i>Sub-línea:</i>	67
6.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	67
6.3	POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	68

6.4	MUESTRA.....	68
6.5	DESARROLLO METODOLÓGICO.....	68
6.5.1	<i>Etapa 1: Realizar un diagnóstico por medio de la información primaria arrojada Por el lago la popa y el humedal El Eneal y su área de influencia ya existente...</i>	69
6.5.2	<i>Etapa 2: caracterizar las propiedades físico químico y microbiológico e hídrico de los ecosistemas acuáticos.</i>	69
6.5.3	<i>Etapa 3. Determinar la calidad del agua mediante el índice BMWP/COL..</i>	72
6.5.4	<i>Etapa 4. Diseñar medidas de conservación y preservación necesarias para la formulación del plan de restauración.....</i>	73
7	RESULTADOS Y ANÁLISIS	75
7.1	ETAPA 1: REALIZAR UN DIAGNÓSTICO POR MEDIO DE LA INFORMACIÓN PRIMARIA ARROJADA POR EL LAGO LA POPA Y EL HUMEDAL EL ENEAL Y SU ÁREA DE INFLUENCIA YA EXISTENTE.	75
7.1.1	<i>Actividad 1.1. Recopilación de información existente.....</i>	75
7.1.2	<i>Actividad 1.2. Visita de campo</i>	78
7.2	ETAPA 2: CARACTERIZAR LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO E HÍDRICO DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.	81
7.2.1	<i>Actividad 2.1. Muestreo</i>	81
7.2.2	<i>Actividad 2.2 Obtención de propiedades mediante métodos de análisis de los parámetros: pH, temperatura, DQO, nutrientes (fosforo y nitrógeno), Coliformes Totales.</i>	83
7.2.3	<i>Actividad 2.3 Determinar las medidas del lago la popa y Humedal Eneal..</i>	92
7.3	ETAPA 3. DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL ÍNDICE BMWP/COL	

7.3.1	<i>Actividad 3.1. Procedimiento de muestreo de pantalla</i>	95
7.3.2	<i>Actividad 3.2. Clasificación taxonómica</i>	97
7.4	ETAPA 4. DISEÑAR MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN NECESARIAS PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN.	111
7.4.1	<i>Actividad 4.1. Análisis y diseño de las medidas</i>	111
7.4.2	<i>Actividad 4.2. Desarrollar Actividades de socialización y concientización</i>	112
7.4.3	<i>Actividad 4.3. Implementar estrategias de restauración</i>	116
8	CONCLUSIONES	117
9	RECOMENDACIONES.....	119
10	BIBLIOGRAFÍA	120

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1.	39
Tabla 2.	41
Tabla 3.	61
Tabla 4.	70

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1	35
Figura 2	45
Figura 3	48
Figura 4	51
Figura 5	52
Figura 6	53
Figura 7	54
Figura 8	55
Figura 9	59
Figura 10	60
Figura 11	66
Figura 12	68
Figura 13	76
Figura 14	77
Figura 15	78
Figura 16	79
Figura 17	80
Figura 18	82
Figura 19	91
Figura 20	92
Figura 21	93

Figura 22	94
Figura 23	95
Figura 24	96
Figura 25	97
Figura 26	113
Figura 27	114
Figura 28	115
Figura 29	116

Introducción

Los humedales brindan servicios ecológicos básicos, son reguladores de los regímenes hídricos y fuentes de diversidad biológica. Estos ecosistemas son recursos de gran valor económico, científico, cultural y recreativo para las comunidades y juegan un papel importante en la adaptación y mitigación del cambio climático (CAR Cundinamarca).

Los humedales son ecosistemas naturales con gran riqueza de biodiversidad, según lo define la Convención de Ramsar (RAMSAR.ORG). Colombia es un país rico en ecosistemas, biodiversidad y agua, parte de su valor ambiental lo conservan 7 humedales conocidos como Ramsar por ser la cuna de la biodiversidad y el agua.

El presente trabajo tiene como tema de investigación la formulación del plan de restauración del lago La Popa y el humedal El Eneal que afloran en la décima brigada de Valledupar-Cesar. La investigación fue desarrollada por actividades que se desarrollaron en campo y otra parte fue la revisión de información secundaria. La investigación se limitó estrictamente en los dos cuerpos de agua en estudio, en colaboración con el distrito militar y la Universidad Popular del Cesar, como a su vez de Laboratorios de agua externos.

La importancia de los lagos y los humedales radica en que son fuente de vida y fuente económica y de recursos para el lugar en el que se desarrollan y que además pueden ser una fuente inagotable y ponemos nuestros esfuerzos en mantenerlos en buenas condiciones y protegerlos ante los peligros que suponen las actividades humanas y naturales (Javier Sánchez, Biólogo. Actualizado: 16 marzo 2021).

Esta investigación tuvo su origen debido a la necesidad de brindar una alternativa de solución a la problemática ambiental que se viene presentando en estos dos importantes cuerpos de agua para la ciudad de Valledupar. Dentro de las finalidades de esta investigación podemos

decir que está enmarcado en el cumplimiento de los objetivos planteados. El trabajo se basó en tres etapas: En la primera etapa se realizó un diagnóstico de las condiciones actuales del lago La Popa y el humedal El Eneal en su área de influencia directa. La segunda etapa fue la caracterización de las propiedades físicas, químicas, microbiológicas e hídricas de los ecosistemas acuáticos presentes teniendo en cuenta los parámetros de pH, temperatura, DQO, nutrientes (fosforo y nitrógeno), Coliformes Totales, Caudal, Volumen y Área del lago La Popa y humedal El Eneal. La tercera etapa se desarrolló con la determinación de la calidad del agua del lago La Popa y humedal El Eneal mediante el índice BMWP/COL. Y una última etapa, la que fue el diseño de medidas de conservación y preservación ambiental. Los métodos empleados en el presente trabajo fue acción- participación, donde involucro a varios actores de manera directa e indirecta en las condiciones ambientales del lago La Popa y humedal El Eneal. Las estrategias desarrolladas fueron la capacitación y sensibilización ambiental, jornadas de limpieza en los cuerpos de agua, caracterización e identificación de la calidad del agua en los cuerpos de agua lago La Popa y humedal El Eneal

Con esta investigación se hace entrega de un documento base para la toma de decisiones por parte del distrito militar número 15, Batallón la popa, y las entidades responsables en el municipio de Valledupar de los dos cuerpos de agua como lo son lago La Popa y el humedal El Eneal.

1 Título del proyecto o investigación

Formulación del plan de restauración del lago La Popa y el humedal El Eneal que afloran en la décima brigada de Valledupar-Cesar.

2 Planteamiento y formulación del problema

2.1 Descripción del Problema

Los humedales representan una gran importancia ecológica y ambiental, pero en la actualidad, debido al crecimiento industrial y demográfico acelerado, que ha generado el consumo excesivo de recursos naturales, ha causado que estos cuerpos de aguas estacionales, han estado desapareciendo a nivel mundial; adicionalmente que es desconocida su importancia y debido a esto se les ha restado importancia. De acuerdo a lo expuesto en la Convención de Ramsar sobre los Humedales, las principales causas de degradación de los humedales son dada por: El desarrollo de infraestructuras, particularmente en valles fluviales y zonas costeras, la contaminación del aire y del agua, el exceso de nutrientes y la desviación de agua.

En Colombia, no es la excepción, en la investigación desarrollada por Senhadji, Ruiz & Rodríguez (2017) mostro que la contaminación hídrica, ocasionada entre otras cosas por el vertido de aguas residuales y de residuos sólido, eran los principales factores de pérdidas de los humedales y por consiguiente los procesos urbanísticos influyen de manera directa sobre las variables biológicas mediante la pérdida de fauna y flora, y la disminución de la diversidad y, por consiguiente, los humedales presentan menor resiliencia y mayor vulnerabilidad a las perturbaciones.

Según la Resolución No 1207 de 7 de noviembre de 2012, CORPOCESAR, las zonas de especial importancia ecosistémicas, corresponden a los páramos y subpáramos, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, rondas hidráulicas de los cuerpos de agua, humedales, pantanos, lagos, lagunas, ciénagas, manglares y reservas de flora y fauna. Es así como dentro de las instalaciones de La Décima Brigada en la ciudad de Valledupar capital del departamento del Cesar, nacen dos ecosistemas acuáticos de gran importancia y que tienen una gran influencia

hídrica en la ciudad, siendo reconocidos por sus habitantes como *el Lago del Batallón La Popa* y *el Humedal El Eneal*.

Si resaltamos los efectos que se presentan sobre estos dos sistemas acuáticos, es posible describirlos de la siguiente manera: *Lago La Popa*, se abastece principalmente por el aporte que ejercen las aguas subterráneas que afloran directamente en él; y en su estado actual se evidencian las intervenciones físicas que la Décima Brigada ha realizado, buscando darle mayor profundidad, ampliar su espejo de agua y mejorar el estado de sus taludes; acciones que han afectado el comportamiento hidráulico de su flujo y han deteriorado la calidad y apariencia de sus aguas, evidenciadas en un incremento en la sedimentación y la aparición eutrofización de estas; es notorio también destacar una disminución de la fauna y flora de su entorno, como resultado colateral por los efectos negativos que estas actividades pueden tener.

De igual manera, el *Humedal El Eneal*, corresponde a un afloramiento de agua que nace dentro de las instalaciones de la institución militar en las faldas del Cerro La Popa y que luego por escorrentía sale de esta, alimentando el Arroyo El Mamón, el cual junto con la Acequia Las Mercedes y según Modificación del POT de Valledupar del 2011, es considerado como Suelo de Protección Sistema Hídrico con Tratamiento de Conservación. Los humedales y lagos, hacen parte de esos cuerpos superficiales que tienen un papel importante en la conservación de la dinámica del agua que sucede entre el suelo - atmósfera y la atmósfera - suelo; permitiendo mantener una condición de calidad y regulación hídrica - ambiental que cumple funciones en la mitigación de inundaciones, absorción de contaminantes, recarga de acuíferos, hábitat de especies de fauna y flora, entre otros; y que son susceptibles a perturbaciones leves de su entorno, generando alteraciones que en muchos casos pueden ser irreversibles.

CORPOCESAR ha resaltado que el humedal de El Eneal presenta características muy específicas, porque tiene una connotación de afloramiento de agua, salen de allí 26 litros de agua por segundo, está bastante contaminado, año tras año en las jornadas limpieza, se pueden hasta sacar 32 toneladas de basuras que genera la comunidad.

Es claro que muchas de las afectaciones que La Décima Brigada ha realizado en estos sistemas ambientales se debe indirectamente a las condiciones del conflicto armado que presenta la región y el país, esto debido que se ha requerido una alta movilidad de personal militar a estas instalaciones, donde el desarrollo de actividades militares cotidianas como el entrenamiento físico, entrenamiento táctico, fortalecimientos de la seguridad del cantón, entre otras; y que son esenciales para mantener la seguridad, la disciplina y esa moral combativa entre los miembros de esta fuerza.

2.2 Formulación del Problema

Basados en la consideración expuesta en el párrafo anterior y en la necesidad de implementar un Programa de Mejoramiento, Conservación y Restauración de estos sistemas acuáticos y zonas de reserva, que permitan recuperar su biodiversidad ambiental. Se realiza la siguiente pregunta problema ¿será necesario formular un plan de restauración del lago La Popa y el humedal El Eneal que afloran dentro de las instalaciones de la Décima Brigada de la Ciudad de Valledupar – Cesar.

3 Justificación del proyecto o investigación

Según la Resolución 0154 del 26 de febrero de 2018, La Corporación Autónoma Regional del Cesar -CORPOCESAR-, dicta disposiciones en aras de atender, recuperar y proteger al Humedal el Eneal en el municipio de Valledupar - Cesar, resaltando "...Que dicho complejo lagunar fue en algún momento intervenido por la Décima Brigada, afectando con ello, la flora y el territorio físico, tal cual como se evidencia con la plantación de árboles y demás vegetación de un corto periodo de vida...Que este complejo lagunar son bienes ambientales que merecen total protección, puesto que aquí se encuentran las napas de agua que brotan en los límites de la propiedad del ministerio de Defensa y recorre fuera de este 6.13 kilómetros, lo que le da la calidad de aguas de uso público". De igual manera el Decreto 2811 de 1974, en su artículo 80. Nos dice "...Sin perjuicio de los derechos privados adquiridos con arreglo a la ley, las aguas son de dominio público, inalienables e imprescriptibles...". Es así, que el interés de esta propuesta es formular un plan de restauración que contenga las medidas de conservación y mejoramiento necesarias para devolver las condiciones ambientales para la recuperación de estos cuerpos hídricos.

La importancia de la protección de los humedales, teniendo en cuenta los diferentes análisis de los informes presentados por Convención de Ramsar sobre los Humedales, debido a la escasez de agua dulce que se está viviendo en las comunidades, estos cuerpos de agua representa una de estas principales fuentes, junto con esto son sitios que permiten la conservación de especies, recarga de reservas de aguas subterráneas, purificación del agua y tratamiento de desechos, control de inundaciones y protección contra tormentas, posibilidades de uso recreativo y espiritual, todos estos servicios que proveen los humedales, son esenciales para el desarrollo de los seres humanos.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, la conservación de los humedales, son esenciales para garantía del cuidado ecosistémicos y garantía de mejorar la calidad de vida de la población, por lo tanto con el desarrollo de este proyecto se busca primeramente identificar las condiciones actual del humedal Eneal y posteriormente generar acciones y medidas que permitan la protección de este humedal, adicionalmente desarrollar estrategias que permitan que la comunidad conozca la importancia de este cuerpo de agua y ayuden a la implementación de este tipo de estrategias, de vital importancia para la población.

4 Objetivos

4.1 Objetivo general

Formular el plan de restauración del lago La Popa y humedal El Eneal que afloran en la Décima Brigada de la ciudad de Valledupar-cesar

4.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de las condiciones actuales del lago La Popa y el humedal El Eneal en su área de influencia directa.
- Caracterizar las propiedades físicas, químicas, microbiológicas e hídricas de los ecosistemas acuáticos presentes teniendo en cuenta los parámetros de pH, temperatura, DQO, nutrientes (fosforo y nitrógeno), Coliformes Totales, Caudal, Volumen y Área del lago La Popa y humedal El Eneal.
- Determinar la calidad del agua del lago La Popa y humedal El Eneal mediante el índice BMWP/COL.
- Diseñar medidas de conservación y preservación necesarias para la formulación del plan de restauración.

5 Marco referencial

5.1 Antecedentes de la investigación

Los humedales y lagos juegan un papel importante en el mantenimiento de la calidad ambiental y regulación hídrica de las cuencas hidrográficas ya que estos sirven como mitigación de inundaciones, absorben contaminantes, recargan acuíferos y son hábitat de animales y plantas como también son lugares de reposo de especies migrantes. Es por eso que debemos tomar medidas reduciendo la contaminación de estos ecosistemas acuáticos para así poder generar un ambiente sano a la población aledaña y a la misma Decima Brigada de la ciudad de Valledupar. Con base en lo anterior se han presentado estudios que se relacionan con nuestra investigación, donde podemos evidenciar las problemáticas, sus diagnósticos y sus posibles soluciones encontradas en estos ecosistemas:

De acuerdo al estudio de la *CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB. (2017-2019). Desarrollo un programa bosques de paz área protegida bosques andinos Misiguay, en el municipio de Rio negro y Matanza, Santander – Colombia* y lo realiza mediante acciones de conservación y restauración. Se crea la necesidad de Apoyar a las comunidades rurales que actualmente colindan con, o están dentro de, las áreas que deben tener un manejo ambiental especial detalladas previamente, en la estructuración de planes para su desarrollo, incluidos programas de reasentamiento o de recuperación comunitaria de bosques y medio ambiente, se enfoca en mecanismos integrales de sustitución, de sostenibilidad y de recuperación ambiental, con el fin de desarrollar acciones para la mitigación de los daños ambientales en zonas de especial interés ambiental, ecosistemas frágiles e hidrografía vulnerable y para la recuperación de los bosques. Entre los efectos negativos se incluye pérdida de biodiversidad, degradación del suelo y aumento

de emisiones de gases de efecto invernadero, es por ello que se hace indispensable ejercer acciones de sostenibilidad y de recuperación ambiental, logrando controlar y reorientar la producción en las áreas actualmente ocupadas, para disminuir el ritmo de destrucción del bosque y de los ecosistemas locales, brindando alternativas productivas rentables, explorando nuevas posibilidades agroindustriales, forestales y turísticas, para generar actividades lícitas dentro de los sectores campesinos más vulnerables. Finalmente, en este mismo componente de Sostenibilidad y de Recuperación Ambiental, se propone la creación de nuevas oportunidades de empleo relacionadas entre otras con la protección de bosques y fauna, buscando con estas actividades mejorar las condiciones de vida de las comunidades allí asentadas.

Según, *Brochero eder enrique & Martínez juan (2017) dentro de su investigación llamada “diagnostico hídrico, ambiental y social del cuerpo de agua lentic (humedal María Camila), ubicado en el área urbana del municipio de Valledupar departamento del cesar. Este estudio expuso las condiciones reales en que se encontraba el humedal, identificaron sus causas de deterioro e impactos ambientales causado por la urbanizaciones y el crecimiento de la ciudad y sobre todo del Barrio María Camila, donde realizaron: 1) un diagnóstico hídrico, ambiental y social que les permitió conocer cómo se encontraba el humedal María Camila Sur en la actualidad y como ha sido su cambio al pasar los años, estableciendo medidas de conservación, 2) diseñaron medidas de prevención y mitigación, que permitieran preservar el ecosistema lentico, los cuales deben ser atendidos por los entes gubernamentales encargados, de manera previa a la ejecución de los mismos. Donde obtuvieron como resultado que el humedal ha perdido su fuente hídrica y que esto ha conllevado a la pérdida de la flora y fauna existente y por consiguiente la vegetación ha aumentado convirtiendo el humedal en una zona boscosa y botadero de residuos sólidos. Este proyecto deja como recomendación realizar las diversas*

acciones para restablecer el afluente de agua, Canalizar el arroyo el Mamon con canales que abastezcan al humedal y Restablecer la fauna acuática con la que contaba el humedal.

Por otro lado, *BarreroMaría&Márquez Andrea (2015): “evaluación de la calidad del agua en el humedal la conejera, localidad 11 de suba”*, donde su objetivo de investigación fue establecer un diagnóstico ambiental mediante herramientas de fácil aplicabilidad, que permitan evaluar las condiciones del agua en el Humedal la Conejera para proponer soluciones que sirvan a la hora de la toma de decisiones enfocadas a resolver las problemáticas priorizadas, que inciden en la conservación y uso de este ecosistema. En el contenido de este estudio se aborda el diagnóstico ambiental del humedal la Conejera de Bogotá, mediante la fracción del mismo, en donde ubicaron seis puntos críticos en términos de la calidad del agua y su previa caracterización sociocultural, además realizaron un muestreo puntual y posteriormente se analizaron muestras en el laboratorio para determinar diferentes parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Con los datos obtenidos y los proporcionados por la Empresa de Acueducto de Alcantarillado de Bogotá (EAAB), se realiza un análisis integral, a través del cual se puede evidenciar los cambios en la calidad del agua que se encuentra en el Humedal la Conejera, que en términos generales a comparación con los muestreos realizados anteriormente sigue una correcta actividad fotosintética en su interior esto evidenciado en los resultados del parámetro de pH, sin embargo parámetros como conductividad, temperatura, sólidos sedimentables, Coliformes totales, nitrógeno total, entre otros, variaron. La Evaluación de la calidad del agua en el Humedal la Conejera, da paso a la generación de dos programas para el mejoramiento y conservación del ecosistema natural que brinden soluciones a los aspectos biofísicos y socioculturales en la comunidad que fueron nombrados respectivamente, Revitalización de las Aguas en el Humedal La Conejera, y Educación ambiental para la comunidad circundante al Humedal La Conejera.

El columnista Luis Gilberto murillo (2017) en su columna de opinión escribió “ *Así se recupera el lago de tota*” para lograr que mejorara el lago después de estar en deprimentes condiciones lanzaron una red de monitoreo hidrometeorológicos con siete estaciones, también ratificaron con alcaldes y autoridades ambientales, realizaron un programa de investigación para la identificación de especies que afecten el lago, un esquema de erradicación y control de las especies identificadas y el diseño de un modelo de proyectos de reforestación y restauración ecológica de áreas degradadas y de ecosistemas estratégicos, entre otros. Hay que recordar que el lago está declarado como Área Internacional para la Conservación de Aves (Aica), por eso se esforzaron en encontrar soluciones al deterioro que ha sido causado principalmente por el desarrollo de actividades agrícolas y el vertimiento de aguas residuales. Obteniendo como resultado la presencia de instituciones importantes, lo que ha permitido mejorar las capacidades de gestión y comunicación con la comunidad para definir medidas de mitigación frente a la contaminación, esto con la asesoría en tratamiento de aguas residuales e identificación de la información disponible y relevante para la actualización de los procesos de ordenación y manejo ambiental de la cuenca y sus recursos.

Dentro de los estudios sobre los lagos los autores Molina prieto Luis Fernando – Rubio Fernández diego (2016) desarrollaron un artículo “*Elementos de urbanismo azul: lagos naturales y artificiales*” en el cual estudia la relación de estos cuerpos de agua con el origen de las ciudades, así como su deterioro al ser transformados con el tiempo en vertederos para aguas residuales e industriales. Se analizaron: los servicios y beneficios que estos espacios azules aportan a las ciudades y al ambiente; los fenómenos que representan mayores amenazas; y algunos elementos para su restauración o rehabilitación. Se concluye que es labor de los planificadores y diseñadores urbanos rehabilitar o restaurar los lagos urbanos allí donde se

encuentren deteriorados, y proponer la construcción de lagos artificiales en las ciudades que carecen de ellos.

5.2 Marco teórico

5.2.1 ¿Qué es un ecosistema?

Consiste en un conjunto de especies u organismos que comparten un mismo hábitat. De esta misma manera el ecólogo español Ramón Margalef (1980) nos brinda un concepto donde *“ecosistema es un sistema formado por individuos de muchas especies, en el seno de un ambiente de características definibles, e implicados en un proceso dinámico e incesante de interacción, ajuste y regulación. Se expresa bien como secuencia de nacimiento y muertes bien como intercambio de materia y energía, uno de cuyo resultado es la evolución a nivel de las especies y la sucesión a nivel del sistema entero”*.

5.2.2 Tipos de ecosistemas en Colombia

De acuerdo con el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:100.000 (IDEAM, *et al*, 2015), Colombia cuenta con 98 tipos de ecosistemas generales, 74 corresponden a ecosistemas naturales y 24 a ecosistemas transformados y más de 8000 ecosistemas específicos que se distribuyen en las regiones amazónica, región del Orinoco, región de los andes, la región de Caribe, la región insular y la región del pacifico y se clasifican en:

Ecosistema terrestre: Tanto la flora como su fauna vive y desarrolla sus actividades en la tierra como sustrato principal. Al ser un ecosistema basado en este componente, hay múltiples factores que afectan directamente a su biodiversidad (latitud, altitud, humedad, temperatura, etc.). De acuerdo con el (IDEAM) Colombia cuenta con 92.691.148 ha y se subdivide en: Bosques tropicales, selva, desiertos y sabanas.

Ecosistema acuático: Son aquellos en los que su flora y fauna vive y desarrolla su actividad en agua mayoritariamente. Debido a las propiedades del agua algunos de los factores que afectan a los ecosistemas terrestres se ven atenuados. Otros como transparencia del agua y el alcance de la luz serán factores determinantes. En lo que respecta a Colombia según el (IDEAM) esta cuenta con 20.528.919 ha las cuales se encuentra subdividida en agua salada (océanos y mares) y agua dulce (lagunas, ríos, humedales, riachuelos y manglares).

5.2.3 Importancia de los ecosistemas en Colombia

En una nota de divulgación de la Universidad Pontificia Bolivariana (2017) donde participo Raquel Villafrades se determinó la importancia de los ecosistemas en Colombia resaltando que *“La biodiversidad es una fuente de servicios para los seres humanos y su valor es inmenso, no obstante, la diversidad de especies que hay en la tierra viven en ecosistemas y su conservación depende del cuidado que le demos a estos. Las amenazas a nuestra biodiversidad justifican la necesidad de promover en todos los niveles educativos, la formación de seres conscientes de la fragilidad de nuestra gran riqueza natural y del uso sustentable de los recursos biológicos. La mitigación de las amenazas requiere que generemos actitudes ambientales, patrones conductuales de compromiso con los recursos naturales de la región a la cual pertenecemos”*. Por lo tanto, podemos decir que los ecosistemas son el soporte de la tierra y que vamos a depender de ellos no solo para el aire que respiramos, la comida que comemos, sino que también nuestros humedales filtran los contaminantes del agua; las plantas y árboles reduciendo el calentamiento global absorbiendo el carbono, los microorganismos descomponen la materia orgánica y fertilizan el suelo, para proveer los alimentos. La biodiversidad ayuda a polinizar las flores y cultivos y también provee comida y medicinas para nuestro bienestar en conclusión sin los ecosistemas no podríamos sobrevivir.

5.2.4 Definición de lago

La sociedad geográfica de Colombia académicas de ciencias geográficas (1953), define lago como un depósito más o menos considerable de agua dulce o salada, con conexión con el mar o sin ella, que no abastece ni es abastecido, o abastece sin ser abastecido o es abastecido sin abastecer. Del mismo modo fibras y normas de Colombianos especifica que este término se refiere a una masa de agua que se caracteriza por el escaso o nulo movimiento de la materia estos cuerpos de agua, rodeados de tierra y separados del mar u océano, son drenados o alimentados por otros cuerpos tales como ríos y arroyos, que a diferencia de estos, sus aguas no fluyen hacia alguna dirección.

5.2.4.1 Formación de los lagos

La mayoría de los lagos son de agua dulce, su formación se da cuando una cuenca se llena en dicho terreno, la cual puede ser resultado de la erosión que produce el hielo de los glaciares, cuando se desliza la tierra u ocurren movimientos tectónicos de las placas, sin embargo, hay cuencas que son formadas por la rotura de la corteza terrestre y que pueden rellenarse con agua de lluvia.

Además de las aguas dulces, se presentan algunos lagos con cierto nivel de salinidad, ya que la mayoría de estas se encuentran muy cercanas al océano y en el momento de darse un movimiento de las placas tectónicas estas quedan atrapadas en una depresión. Es decir, el agua del océano las convierte en agua salada, Por otro lado, existe un tipo de lago, que puede formarse en los valles de ríos a partir de meandros secos estos suelen ser lagos pequeños

5.2.4.2 Tipos de lagos

Estos cuerpos de agua se clasifican desde distintos puntos de vista:

Según su origen:

Naturales: Son aquellos formados por procesos naturales como los anteriormente mencionados.

Artificiales: Los lagos artificiales y los embalses son cuerpos de agua producidos por la mano del hombre para diversos fines: reserva de agua dulce, fuente de irrigación para los cultivos agrícolas o energéticos, uso industrial, etcétera. Se forman por la excavación humana o tras el abandono de una depresión excavada.

Según su morfología:

Abiertos o exorreicos: El agua del lago tiene salida hacia un río u otro cuerpo de agua. Los lagos de agua dulce son abiertos.

Cerrados o endorreicos: Son aquellos salobres cuyas aguas solo salen vía evaporación, ya que no tienen una salida significativa hacia un río, arroyo o parecido.

Otros tipos:

Glaciar: Es todo lago formado como consecuencia de la erosión de un glaciar y la posterior ocupación de la depresión con el agua del glaciar.

Subglaciar: Se halla cubierto permanentemente por una o más capas de hielo.

Peri glaciar: Se presenta en un área donde el hielo intercepta parte del drenaje natural del terreno, así que suele tener parte de sus bordes cubiertos de hielo.

5.2.4.3 Flora y fauna de los lagos

En cuanto a la flora y fauna de “lagos” por Julia Máxima Iriarte (2020) contempla en su artículo que “la flora de los lagos puede variar en cuanto a especie y tamaño dependiendo de varios factores: zona en la que se encuentre el lago, tipo de agua del mismo y contaminación (si la hubiere), Por tanto la flora se compone desde musgos, helechos, juncos, cañas y algas en la parte subacuáticas del lago. Por otra parte, considera que la fauna también es variable según las

características arriban descritas. Sin embargo, existe un animal que se caracteriza y habita específicamente en los lagos y es el castor, este roedor se encarga de la formación de represas naturales que ayudan a regular la profundidad y extensión del agua. También se pueden encontrar tortugas, cangrejos, ranas, aves y reptiles. Los peces también variarán según el tipo de agua del mismo.

5.2.4.4 Importancia de los lagos.

Es claro afirmar que los lagos aportan agua que podemos beber con previo tratamiento, además de lo antes mencionado los lagos tienen gran importancia dentro de la agricultura ya que esta es utilizada para el riego, es claro resaltar que los lagos también son utilizados para fomentos recreativos y turísticos para actividades de tiempo libre y deporte. Asimismo, los lagos son fuente de microorganismos y donde muchas especies como animales y vegetales habitan.

Así, la importancia de los lagos radica en que son fuente de vida y fuente económica y de recursos para el lugar en el que se desarrollan y que además pueden ser una fuente inagotable y ponemos nuestros esfuerzos en mantenerlos en buenas condiciones y protegerlos ante los peligros que suponen las actividades humanas y naturales. Javier Sánchez (2018)

5.2.5 Definición de humedales

De acuerdo a lo expuesto por la convención Ramsar (2017) “Los humedales son extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”. Se puede concluir que estos cuerpos de agua son suelos que se encuentran saturados de agua durante extensos periodos de tiempo y que se pueden clasificar en marinos, costeros, artificiales y continentales.

Por otra parte, en el artículo 1 del protocolo Ramsar de humedales expresa que Colombia cuenta con una extensión de 2.589.839 Hectáreas, representadas en 42 agrupados en tres categorías: humedales marinos y costeros, humedales continentales y humedales artificiales.

5.2.5.1 Tipos de humedales

Se reconocen cinco tipos de humedales principales:

Marinos (humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral)

Estuarinos (incluidos deltas, marismas de marea y manglares)

Lacustres (humedales asociados con lagos)

Ribereños (humedales adyacentes a ríos y arroyos)

Palustres es decir “pantanosos” (marismas, pantanos y ciénagas).

Además, hay humedales artificiales, como estanques de cría de peces y camarones, estanques de granjas, tierras agrícolas de regadío, depresiones inundadas salinas, embalses, estanques de grava, piletas de aguas residuales y canales.

5.2.5.2 Características de los humedales

Las características, propiedades y funciones de cualquier humedal son determinadas por el clima, por su régimen hidrológico, sustrato, posición y dominancia en el paisaje. (Lewis 1995).

Los humedales son ecosistemas ricos en biodiversidad y productividad biológica que albergan especies animales y vegetales terrestres; están compuestos por agua, peces, crustáceos, plantas medicinales, madera y vida silvestre como mamíferos y aves.

- El régimen hidrológico controla características abióticas como color y textura del suelo.

- La distribución y movimiento del agua determinan la calidad del agua y abundancia, diversidad y productividades de plantas, vertebradas e invertebradas.
- Las geoformas en los humedales son depresiones en el terreno con capacidad de captación y retención de agua (Kusler et al. 1994).
- Los nutrientes como fósforo y nitrógeno son introducidos por precipitación, flujos y fijación directa (nitrógeno) y se acumulan en el humedal determinando su fertilidad.

5.2.5.3 Fauna y flora de los humedales

En estos cuerpos de agua podemos encontrar una diversidad de especies, respecto a la fauna están aves que se pueden dividir en residentes temporales y residentes permanentes entre estos encontramos garzas (árdea cinérea), patos (Podiceps), pelicanos (pelecanus) entre otras. Además de las aves también podemos encontrar mamíferos como el chigüiro o ponche (Hydrochoerush y drochaeris), reptiles y anfibios como babillas (Caimancrocodilus), caimanes, iguanas (iguana iguana), la tortuga (testudines), serpientes (serpientes), sapos (bufonidae). Entre los peces podemos descubrir bocachicos (Prochilodusmagdalenae), nicuro (siluriformes), dorada (Sparusaurata), bagres (siluriformes), blanquillos (Malacanthidae), cachama (Colossomamacropomum) y demás especies que habitan frecuentemente en los humedales.

Respecto a la flora que es la vegetación representativa del lugar aquí hallamos varzea (vegetación inundable por ríos de aguas claras), gramalotes (vegetación enraizada o flotante cuya principal especie es Paspalumrepens o gramalote), zurales (vegetación dominada por pastos), morichal (formación vegetal de caños y bajíos más o menos pantanosos, dominados por la palma *Mauritia flexuosa*) y bosques de galerías (vegetación arbórea con varios estratos que se desarrolla a lo largo de los ríos y los caños).

5.2.5.4 Importancia de los humedales

Son de gran importancia dado que son fuentes de agua que actúan como purificadores y son considerados las arterias y las venas de los paisajes ya que en ellos podemos encontrar gran variedad de especies. Con respecto a lo expresado por Ramsar considera que *“Los humedales figuran entre los medios más productivos del mundo y que actúan como cunas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir. Como también puede dar sustento a altas concentraciones de especies de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces e invertebrados”*

Asimismo, cabe resaltar el uso racional de los humedales que Ramsar lo define como *“el mantenimiento de sus características ecológicas, logrado mediante la implementación de enfoques por ecosistemas, dentro del contexto del desarrollo sostenible”*. Por lo tanto, se puede considerar que el uso racional de la conservación y el uso sostenible de todos los recursos que nos proporcionan con el objetivo de beneficiar a las personas y la naturaleza.

5.2.6 Definición de disturbios

La guía técnica de restauración de ecosistemas en Colombia (2016) establece respecto a los disturbios naturales como fuego, inundaciones y herbívora mantienen las características de las comunidades vegetales.

Los disturbios antrópicos más importantes en este ecosistema son:

- Modificación de regímenes hidrológicos.
- Sistemas de producción extensiva e intensiva.
- Desarrollo industrial y urbanístico (expansión de la frontera urbana o agrícola).
- Sedimentación y colmatación.
- Contaminación (principalmente de aguas).

- Sobreexplotación de recursos hidrobiológicos.
- Desecación (por ejemplo. turberas y ciénagas) y sequías prolongadas.
- Invasiones biológicas.

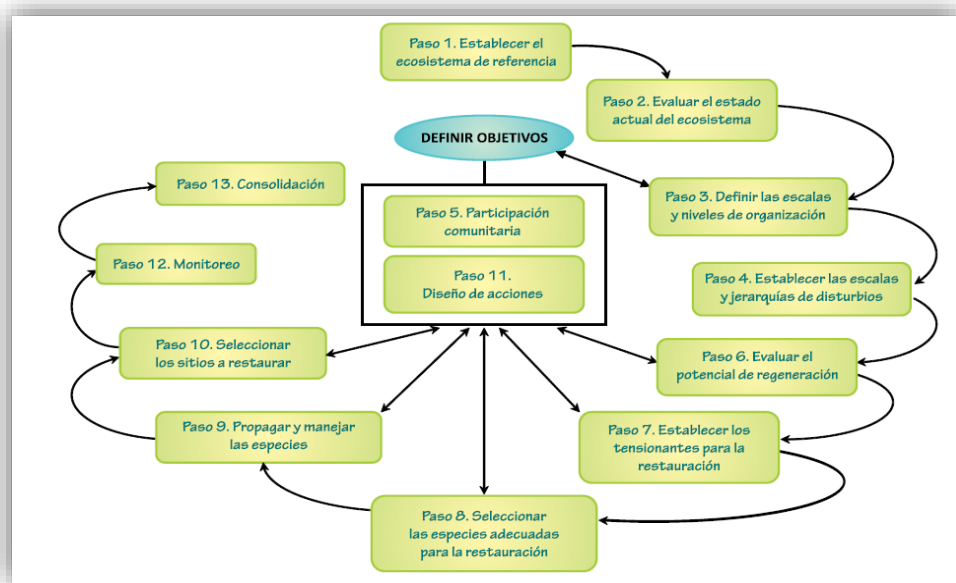
5.2.7 Restauración ecológica

Según la Sociedad Internacional la Restauración Ecológica, consiste en “*asistir a la recuperación de ecosistemas que han sido degradados, dañados o destruidos*”. El objetivo de la restauración ecológica es la conservación y reposición del capital natural, así como la restitución de los servicios ecosistémicos para su disfrute y aprovechamiento por parte de la sociedad.

Para lograr una restauración ecológica de acuerdo a la guía técnica de restauración en Colombia (2012) se deben seguir trece pasos fundamentales en la figura 1.

Figura 1

Secuencia de los trece pasos fundamentales en la restauración ecológica



Fuente: Tomado de la guía técnica colombiana de restauración ecológica Vargas (2007)

Dentro de la anterior figura se muestra la secuencia de los trece pasos y la importancia de la participación de las comunidades en cada uno de los pasos los cuales nos conlleva a la

restauración, “*la guía técnica colombiana de restauración ecológica en Colombia*” define cada uno de estos pasos:

➤ Paso 1. Establecer el ecosistema de referencia

Recomendaciones para establecer el ecosistema de referencia:

- I. Revisión de descripciones ecológicas y listas de especies antes de la perturbación, esta información la podemos encontrar en revistas científicas, en el sistema de información geográfica y biología como el sistema nacional ambiental (SINA) y el sistema de información sobre biodiversidad de Colombia (SIB).
- II. Revisión de fotografías históricas y recientes, tanto como aéreas como terrestres y mapas del sitio del proyecto antes del daño. Las fotografías aéreas las podemos encontrar en el (instituto geográfico Agustín Codazzi).
- III. Ubicación de remanentes del sitio que se va a restaurar que indique las condiciones físicas anteriores y la biota. Como en los paisajes quedan parches de la vegetación original lo cual indican la trayectoria original del ecosistema.
- IV. Revisión de descripciones ecológicas y listas de especies de ecosistemas similares e intactos. Con base en la información de especímenes de herbario (hierbas) y museos. Esta información la podemos encontrar en el instituto de ciencias naturales (ICN), en el instituto de estudios ambientales y meteorología (IDEAM).
- V. Revisión de versiones históricas e historias orales de personas familiarizadas con el sitio del proyecto antes del daño.
- VI. Evidencias paleoecologías y paleo hidrológicas en Colombia.

➤ Paso 2. Evaluar el estado actual del ecosistema

En este paso se hace una evaluación de las condiciones previas y actuales del ecosistema.

Recomendaciones para evaluar los atributos del estado actual del ecosistema:

- I. Condiciones del paisaje.
 - a) Ubicación de relictos o parches del ecosistema original: en el caso de los ecosistemas acuáticos, es importante tener una visión de la cuenca en aspectos como la geomorfología, también es importante definir los componentes determinantes del flujo de agua, así como sus entradas y salidas para determinar el estado hidráulico del ecosistema y su conectividad.
 - b) Tipos de usos de la tierra donde se encuentran los relictos (potreros, cultivos, y plantaciones).
- II. Condiciones bióticas.
 - a) Tipos de comunidades: composición de especies, dinámica de la vegetación, tipos de sucesiones ecológicas (herbáceas, epifitas, arbustivas, arbóreas, estratificación).
 - b) Ubicación de poblaciones de especies sucesionales y tardías.
 - c) Fauna dispersora de semillas.
 - d) Biota en el suelo
- III. Condiciones abióticas.
 - a) Estado del suelo y el agua: aquí se realiza una valoración física química, de contaminación, erosión y nivel freático.
 - b) Topografía, hidrodinámica, hidrología y geomorfología: es el flujo de agua superficial, cambios de niveles freáticos, acumulación de sedimentos, tipos de pendiente, batimetría y grado de inclinación de las orillas.

- c) Clima regional: distribución de las precipitaciones, duración de la estación seca y fluctuaciones diarias de la temperatura.

➤ Paso 3. Definir las escalas y niveles de organización

Los proyectos de restauración ecológica abarcan diferentes niveles de organización, desde poblaciones de especies y comunidades hasta ecosistemas y paisajes. En cada nivel se definen objetivos de trabajo diferentes y los procesos críticos que se deben tener en cuenta para la restauración, cambian según la escala y el nivel de análisis. Para definir un proyecto de restauración es necesario primero precisar escalas y su relación con los niveles de organización:

- I. Escala local y nivel de especie: Pretende la recuperación de poblaciones de una especie en particular, tratando de recrear y rescatar el hábitat de dicha especie.
- II. Escala local y nivel de comunidad: es el restablecimiento de las comunidades originales con fines de preservación de comunidades en peligro de extinción o de especies pioneras.
- III. Escala regional o nivel ecosistémicos: esta es la escala más recomendada para establecer los objetivos del proyecto de restauración esta tiene como visión que lo que se debe retornar al sitio son aquellas condiciones ecológicas que nos garanticen la recuperación de la composición, estructura y función del ecosistema, integrando los procesos a gran escala con los de pequeña escala.
- IV. Escala de paisaje: implica la búsqueda de la reintegración de ecosistemas fragmentados y paisajes, más que el enfoque sobre un único ecosistema.

➤ Paso 4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbio

Todos los ecosistemas están sujetos a un régimen de disturbios naturales y antrópicos, la combinación de estos establece una dinámica espacial y temporal en los paisajes. Los principales

disturbios naturales son: deslizamientos, vulcanismo, huracanes, tormentas, lluvias y vientos fuertes, cambio climático (el fenómeno del niño). Disturbios producidos por animales entre otros. Los disturbios antrópicos se relacionan con ganadería y agricultura, minería, explotaciones de especies deforestaciones entre otros.

En la tabla 1 se muestra los principales disturbios antrópicos y naturales en los ecosistemas de Colombia:

Tabla 1.

Principales disturbios antrópicos y naturales en los ecosistemas de Colombia

Disturbios Antrópicos	Ecosistemas Terrestres	Ecosistemas de Agua Dulce	Ecosistemas Costeros
Sistemas de producción extensiva e intensiva (Agricultura y Ganadería)			
Deforestación			
Extracción de materiales a cielo abierto			
Desarrollo Industrial y Urbanístico			
Incendios forestales y/o quemas			
Deseccación de humedales			
Modificación de regímenes hidrológicos			
Invasiones Biológicas			
Sistemas productivos forestales no sostenibles			
Sobreexplotación de recursos biológicos			
Cultivos ilícitos			
Contaminación			
Potrerización			
Sedimentación			
Pesca con dinamita y/o red de arrastre			
Disturbios Naturales	Ecosistemas Terrestres	Ecosistemas de Agua Dulce	Ecosistemas costeros
Huracanes			
Terremotos y Maremotos			
Fuegos			
Inundaciones			
Deslizamientos			
Vulcanismo			

Fuente: guía técnica de restauración de ecosistemas en Colombia

➤ Paso 5 Consolidar la participación comunitaria

Es importante que las comunidades participen activamente ya que esto puede garantizar la continuidad del proyecto y la consolidación. Es importante explorar la aceptabilidad que tendría el programa de restauración, en función del entorno socioeconómico que prevalezca en el

área, con especial atención a las aspiraciones propias de las comunidades humanas locales. Los conocimientos que tienen las poblaciones locales sobre su región o sitio, su historia de uso, la ubicación de las especies son conocimientos de gran importancia en éxito de los proyectos. Es necesario también que las comunidades locales se apropien de las labores de restauración para así poder garantizar la continuidad del proceso para lo cual es muy importante la capacitación ya que convierte a la comunidad en promotores del conocimiento.

➤ Paso 6 Evaluar el potencial de regeneración

Este paso se refiere a la disponibilidad de especies que es el conjunto de especies nativas que nos ofrece el paisaje, su ubicación y abundancia, tiene una aproximación de a las especies de sucesión tardía, a las especies dominantes y codominantes y raras y sobre todo a las especies que pueden ser utilizadas en el plan de restauración. Muchas especies pueden estar extintas localmente pero no regionalmente.

➤ Paso 7 Establecer los tensionaste para la restauración a diferentes escalas

Estos son todos aquellos factores que impiden, limitan o desvían la sucesión natural en áreas alteradas por disturbios naturales y antrópicos. Los tensionante para la restauración ecológica pueden clasificarse en dos tipos: tensionante ecológicos que son los que se relacionan con los factores bióticos y abióticos resultantes del régimen de disturbio natural y antrópica, los cuales influyen en los procesos necesarios para que ocurra la dispersión de semillas. Los de tipo socioeconómico son todos los factores políticos, económicos y sociales que limitan los procesos de regeneración natural principalmente los usos de la tierra.

➤ Paso 8 Seleccionar las especies adecuadas para la restauración

Es muy importante la selección de especies en la restauración puesto que el éxito del proyecto depende de la capacidad para dicha selección. Por ejemplo, para áreas en donde hay

que recuperar el suelo es importante combinar especies fijadoras de nitrógeno con especies que produzcan gran cantidad de hojarasca. Es esta fase es muy importante combinar los conocimientos de la gente con el conocimiento de expertos y científicos.

Tabla 2.

Ejemplos de atributos para tener en cuenta en la selección de especies (adaptado de Rodríguez y Vargas 2007)

ATRIBUTOS PARA LA SELECCIÓN DE PLANTAS		
Morfológicos	Reproductivos	Otros
Planta completa * Hábito: arbusto, árbol, hierba * Altura	* Reproducción sexual * Reproducción vegetativa	Nivel poblacional: frecuencia, abundancia y tipo de distribución de la especie (individuos aislados o agrupaciones).
Copa * Forma de la copa * Cobertura de la copa (diámetro aproximado) * Densidad de follaje	Estrategia de dispersión de las semillas: * Zoocoria, anemocoria y/o barocoria (tipo de fruto)	Asociación * Tipo de asociación con otras especies nativas y/o exóticas. * Presencia de micorrizas.
Hoja * Área foliar específica. * Contenido de Materia Seca. * Cociente peso fresco / peso seco * Tipo de hoja	Estrategia de Polinización * Ornitofilia, entomofilia o anemofilia (tipo de flor)	* Tolerancia a la luz. * Resistencia a Heladas. * Fijadora de Nitrógeno. * Producción de Hojarasca (diaria, semanal, mensual). * Defensas anti-herbívoros. * Estado fitopatológico: nivel de ataque.
	* Banco de semillas * Banco de plántulas * Banco de retoños	* Usos tradicionales y/o industriales potenciales: Protección de márgenes hídricos y nacedores; control de erosión, recuperación de suelos y protección de taludes; cerca viva; ornamental; barrera contra heladas. * Prestación de Servicios Ambientales.

Fuente. Guía técnica de restauración ecológica en Colombia

➤ Paso 9 Propagar y manejar las especies

La propagación en la capacidad que tienen las plantas para reproducirse ya sea de forma sexual o asexual (vegetativa) la primera se da por medio de semillas y la segunda mediante células, tejidos y órganos.

➤ Paso 10 Seleccionar los sitios

La selección del sitio se debe tener en cuenta los disturbios naturales y antrópicos algunas recomendaciones son:

- I. Debe ser un sitio accesible: vías o caminos de fácil acceso
- II. Área de interés comunitario
- III. Definir disturbios y tensionante y su frecuencia
- IV. Se debe evaluar si hay especies invasoras en el sitio o en los alrededores y evitar que se introduzcan
- V. Evaluar los gradientes topográficos naturales y patrones de drenaje
- VI. Restablecer el régimen de flujo hidrobiológico natural.

➤ Paso 11 Diseño de acciones para la restauración

Estas son algunas de las acciones para la restauración ecológica.

- I. Eliminación de disturbios y tensionante:
- II. Selección y propagación de especies
- III. Creación de micro sitios y matrices de vegetación
- IV. Recuperación de suelos

➤ Paso 12 Monitorear el proceso de restauración

Es el seguimiento y evaluación continua de los cambios que experimenta el ecosistema, bajo los diferentes tratamientos de restauración aplicados. El monitoreo tiene como objetivo final asegurar el éxito en la restauración ecológica, brindando información necesaria para evaluar y ajustar las prácticas de restauración, de modo que puedan ser modificadas en cualquier momento; de esta manera, si los resultados obtenidos en los tratamientos aplicados son negativos o

indeseables, dichos tratamientos se modifican o detienen; por el contrario, si se obtienen resultados positivos, estos tratamientos se continúan, multiplican, y si es posible, se mejoran.

➤ Paso 13 Consolidar el proceso de restauración

La consolidación de un proyecto de restauración implica que se han superado todos los tensionantes del disturbio y que el ecosistema marcha de acuerdo a los objetivos planteados, las labores de mantenimiento y monitoreo deben indicar que el proceso marcha satisfactoriamente y el ecosistema empieza a mostrar variables de auto sostenimiento, como el enriquecimiento de especies, la recuperación de la fauna, el restablecimiento de servicios ambientales relacionados con la calidad del agua y el suelo.

5.2.8 Restauración de humedales

De acuerdo con la octava reunión de la convención sobre humedales (Ramsar 2002) en donde se expresó que la restauración es un componente de la planificación nacional para la conservación y uso racional de los humedales. En esta reunión se establecieron principios y lineamientos para la restauración de humedales:

Principios para el desarrollo y aplicación de los lineamientos:

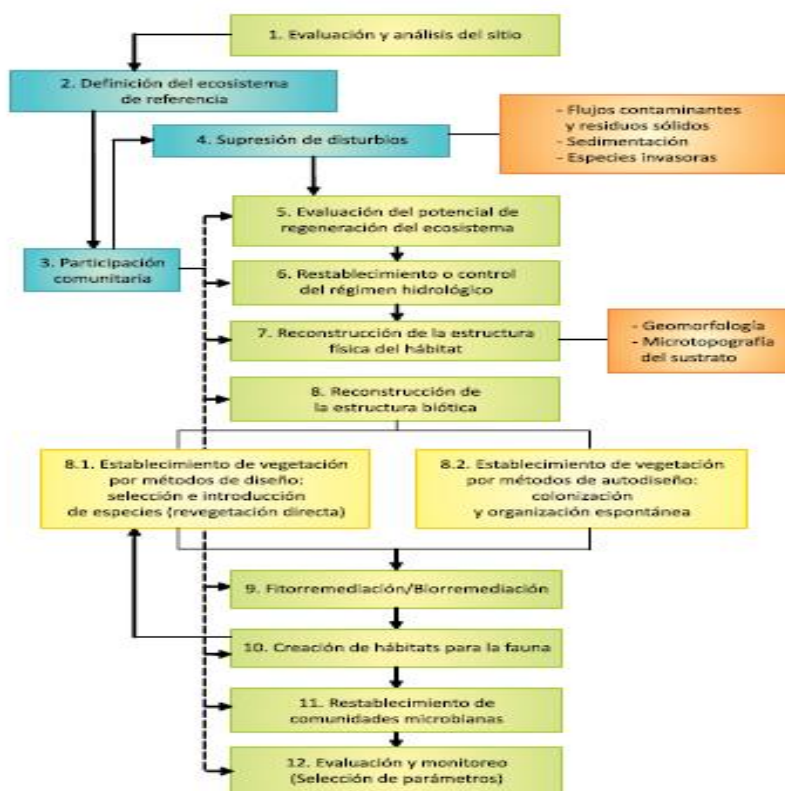
- I. La sostenibilidad como meta: los humedales deben recibir un caudal suficiente de agua para sostener el funcionamiento de dichos ecosistemas, respetando su dinámica natural en beneficio de las generaciones futuras.
- II. Claridad de los procesos: los procesos por los que se toman las decisiones sobre la asignación y manejo del agua y de los humedales deben estar claros para todas las partes.

- III. Equidad en la participación y la toma de decisiones: debe haber equidad para las diferentes partes interesadas en su participación en la adopción de decisiones sobre el manejo del agua en relación con los humedales.
- IV. Credibilidad científica: los métodos científicos empleados de apoyo deben tener credibilidad y someterse al escrutinio de la comunidad científica.
- V. Transparencia en la aplicación: una vez definido y acordado los procedimientos para la asignación del agua y las decisiones sobre su manejo en relación con los humedales, es importante que todo el mundo vea que se aplican correctamente.
- VI. Flexibilidad del manejo: los humedales se caracterizan por su complejidad, sus condiciones cambiantes. Es esencial adoptar una estrategia de manejo adaptativa.
- VII. Responsabilidad por las decisiones: quienes toman las decisiones deben poder rendir cuentas por ellas.

Según la “*guía técnica de restauración ecológica de ecosistemas en Colombia*” (2012) los lineamientos se dividirán en 12 pasos para la restauración de un ecosistema de agua dulce:

Figura 2

Secuencia y relaciones de los pasos para la restauración ecológica de ecosistemas de agua dulce



Fuente. Guía técnica de restauración de ecosistemas en Colombia (2012)

Dentro de la anterior figura se muestra la secuencia de los 12 pasos los cuales nos conlleva a la restauración de los ecosistemas de agua dulce, “*la guía técnica colombiana de restauración ecológica en Colombia*” define cada uno de estos pasos:

➤ Paso 1 Evaluación y análisis del sitio

Se realiza la evaluación de aspectos ecológicos y sociales del lugar, para plantear un modelo de respuesta que abra paso a las opciones de restauración, y decidir las metas y objetivos del plan. Esta evaluación incluye el estudio de condiciones físico-bióticas en cuanto a geomorfología y cobertura de la tierra.

➤ Paso 2 Definición del ecosistema de referencia

Este ecosistema debe ser de la misma ubicación geográfica en buen estado de conservación y con las mismas condiciones naturales del ecosistema degradado.

➤ Paso 3 Participación comunitaria

Este paso garantiza el logro de los pasos subsiguientes. Esta no vincula exclusivamente a comunidades urbanas, sino que también vincula instituciones educativas, entidades públicas y empresas privadas.

➤ Paso 4 Supresión de disturbios

La supresión de disturbios permite efectuar la evaluación del potencial de regeneración del mismo, en cuanto algunas barreras se superen parcialmente con la desaparición de estos. El sitio debe ser preparado en caso de ocurrencias de procesos naturales. En los ecosistemas de agua dulce de Colombia por lo general se debe impedir la entrada de flujos contaminantes y residuos sólidos, la sedimentación y la introducción de especies invasoras.

➤ Paso 5 Evaluación del potencial de regeneración del ecosistema

La evaluación del potencial de regeneración del ecosistema se logra a partir de la medición de indicadores de estado, estos indicadores pueden ser físico – químicos y biológicos. Los ecosistemas deben contar con la suficiente libertad de exhibir su dinámica natural.

➤ Paso 6 Restablecimiento o control de régimen hidrológico

Este paso se refiere a la época, magnitud, frecuencia, duración y tasa de cambio del flujo de agua superficial y subterránea en el área. La supresión de disturbios contribuye a restablecer el régimen hidrológico en cierta medida cuando se eliminan taponamientos e infraestructura o drenen o acumulen el flujo del agua.

➤ Paso 7 Reconstrucción de la infraestructura física de hábitat

En este paso el objetivo es reconfortar los bordes y orillas de los cuerpos de agua y garantizar el mantenimiento de las conexiones hidráulicas. A gran escala incluye la reconstrucción de la geomorfología del sitio y a pequeña escala el micro topografía del sustrato.

➤ Paso 8 Reconstrucción de estructura biótica

Es el establecimiento de comunidades vegetales acuáticas, semiacuática y terrestres este paso puede ser inducido por el hombre.

➤ Paso 9 Fitorremediación / Biorremediación

Los métodos de fitorremediación y biorremediación quieren decir la remediación del suelo, agua o aire a través del uso de plantas y microorganismos, y esto contribuye a la transformación de compuestos químicos de difícil degradación, eventualmente llevados a los cuerpos de agua y suelo, por escorrentía y vertimientos.

Es especialmente útil en los casos de ecosistemas con eutrofización y contaminación de suelos.

➤ Paso 10 Creación de hábitat para la fauna

La selección de especies vegetales debe realizarse tomando en cuenta su utilidad como recurso para los animales, es decir, como refugio y alimento.

➤ Paso 11 Restablecimiento de comunidades microbianas

Este paso aplica especialmente en el caso de los humedales, al igual que en los ecosistemas terrestres se considera la introducción de micorrizas en el suelo.

➤ Paso 12 Evaluación y monitoreo

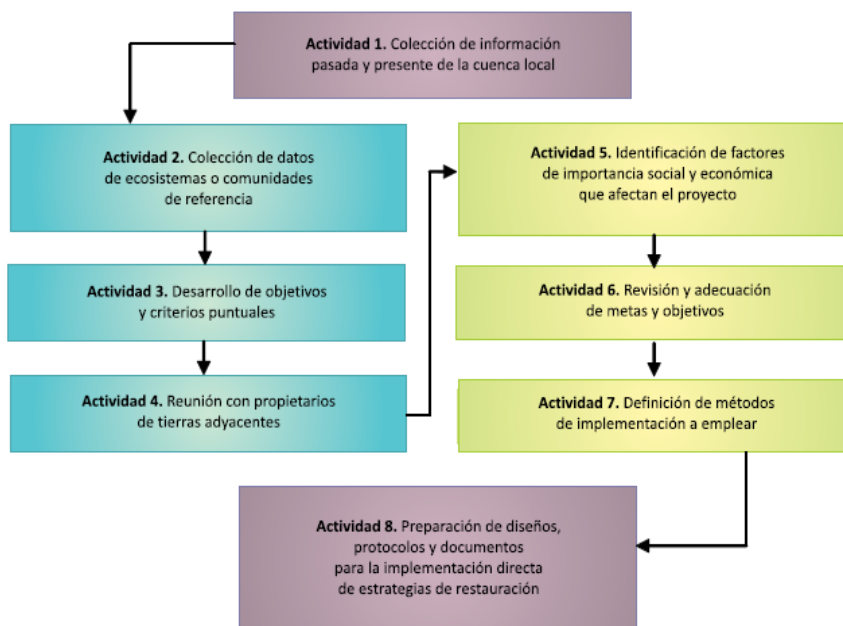
En la evaluación los parámetros escogidos solo se miden una vez mientras que en el monitoreo se hace una repetición sistemática de la evaluación en tiempo.

5.2.9 Restablecimiento del régimen hidrológico en los humedales

El régimen hidrológico depende de actividades que consisten principalmente en eliminar obras de infraestructura que impidan el flujo del agua al humedal, o tubos y canales que drene el agua de este. También se relaciona con actividades de control de la entrada de sedimentos, residuos sólidos y flujos contaminantes y la reconfiguración geomorfológica del sitio. El régimen hidrológico se puede recuperar de manera indirecta si se controla la calidad del agua a partir de las concentraciones de nutrientes, la explotación de acuíferos y manantiales abastecedores y se mantiene la cobertura vegetal en las partes altas de la cuenca. En la figura# se muestran los pasos para la regulación hídrica de los humedales según “la guía técnica de restauración ecológica de Colombia” (2012).

Figura 3

Pasos para la regulación hídrica de los humedales (SDA 2008)



Fuente. Guía técnica de restauración ecológica de Colombia (2012)

5.2.10 Mejoramiento de la biodiversidad en humedales

Los criterios para seleccionar humedales/sitios a restaurar en una cuenca hidrográfica o en un territorio cambian según los objetivos de la restauración. Si se trata de mejorar la biodiversidad en general, deben ajustarse los objetivos de restauración de cada uno de los humedales a la variabilidad ambiental del territorio y manteniendo las condiciones generales biogeográficas. Es decir, debe plantearse recuperar los hábitats característicos de cada uno de los humedales dentro del contexto biogeográfico general en que se encuentra el territorio o cuenca hidrográfica en la que se plantea la restauración de un conjunto de humedales. Pero en una cuenca hidrográfica puede haber una gran variabilidad ambiental desde las partes altas a las bajas, por ejemplo.

Esto incluye diferencias en las características físicas y químicas del agua y del sedimento, renovación del agua, morfología, todo lo cual condiciona la estructura de la comunidad biológica que puebla cada uno de los humedales. Así, para la restauración de las comunidades biológicas de los humedales de una cuenca hidrográfica, además de reestablecer las características físicas y las químicas propias de cada tipo de humedal, se requiere la recuperación de la comunidad biológica propia de cada tipo de humedal. Comín, FRANCISCO.A, Manual de restauración de humedales en cuencas agrícolas .2011-2014

5.2.11 Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua (método BMWP/COL)

El instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von (2005) realizo una investigación sobre los Macroinvertebrados y ahora se describirán algunas de las descripciones que ellos obtuvieron:

a) Ventajas de utilización de bioinvertebrados

Las principales ventajas por las cuales se consideran los organismos vivos como buenos indicadores de la calidad del agua son:

- Los datos biológicos responden a situaciones, no a variables únicas.
- Los índices biológicos dan testimonio del impacto contaminante durante un período de tiempo más o menos largo, no sólo del momento de la toma de muestras.
- La toxicidad de los contaminantes se estima por sus efectos biológicos, no por su concentración en el agua.
- Permiten la evaluación detallada de la capacidad de respuesta del medio (magnitud del impacto y recuperación).
- Menores costos del seguimiento biológico en comparación con el fisicoquímico, si el número de contaminantes es elevado.
- Los resultados del análisis biológico son fáciles de expresar y de interpretar, son prácticos y sencillos.

b) Tipo de hábitat de los Macroinvertebrados acuáticos

En los ecosistemas loticos algunos Macroinvertebrados viven adheridos a la superficie de rocas, pequeñas piedras, troncos sumergidos o restos de vegetación; otros habitan en las orillas, adheridos a la vegetación emergente o sumergida; unos viven sobre la superficie del agua, mientras que otros nadan en ella como los peces.

Otros se entierran en sustratos arenosos, fangosos o pedregosos. Unos prefieren corrientes rápidas, para lo cual los organismos tienen adaptaciones corporales como ganchos, ventosas y cuerpos aplanados para resistir la velocidad de la corriente; otros habitan en remansos.

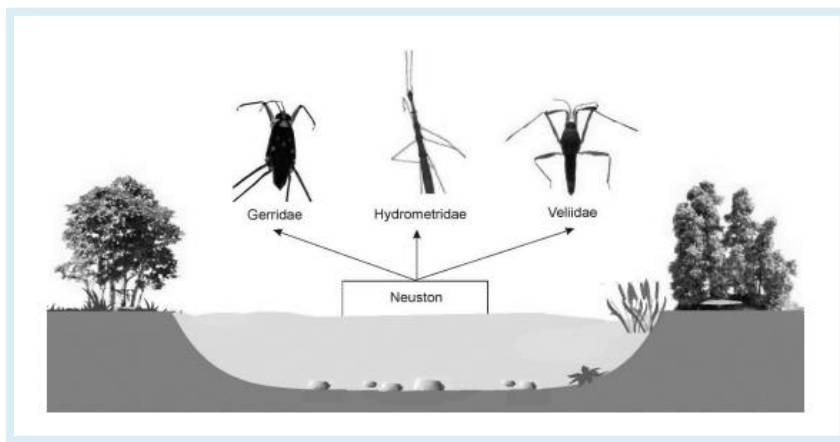
c) Modos de vida de los Macroinvertebrados acuáticos

Los Macroinvertebrados reciben diferentes nombres de acuerdo con el tipo de adaptación que presenten, ya que pueden vivir en el fondo, en la superficie o nadar libremente.

Neuston: Son los organismos que viven sobre la superficie del agua caminando, patinando o brincando. Sus uñas, sus patas y su exoesqueleto están recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables, así que, en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial. Entre los representantes están las familias Gerridae, Hydrometridae.

Figura 4

Macroinvertebrados representantes del neuston en un ecosistema acuático.

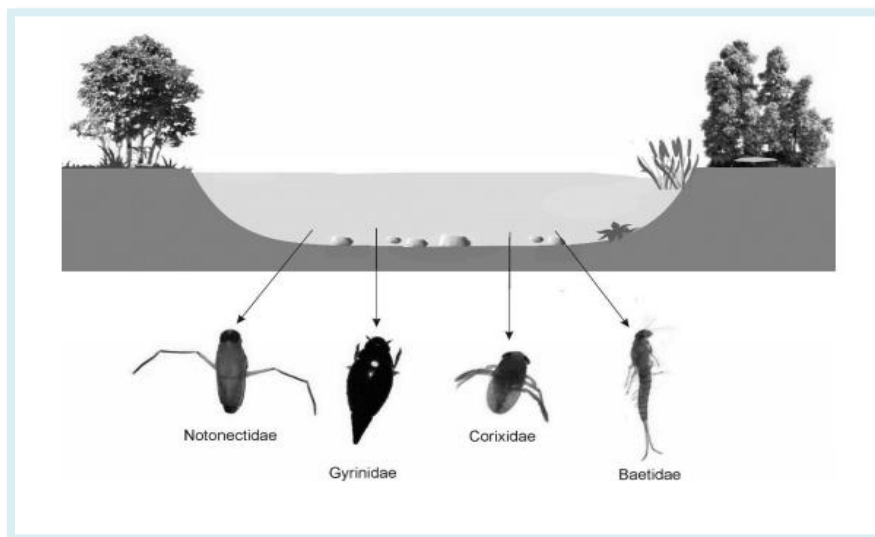


Fuente, Tomado El instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von (2005)

Necton: Son los organismos que nadan libremente en el agua. Entre ellos se encuentran las familias Corixidae y Notonectidae del orden Hemiptera (Heteroptera); Dytiscidae, Gyridae e Hydrophilidae del orden Coleoptera y Baetidae del orden Ephemeroptera.

Figura 5

Macroinvertebrados representantes del necton en un ecosistema acuático

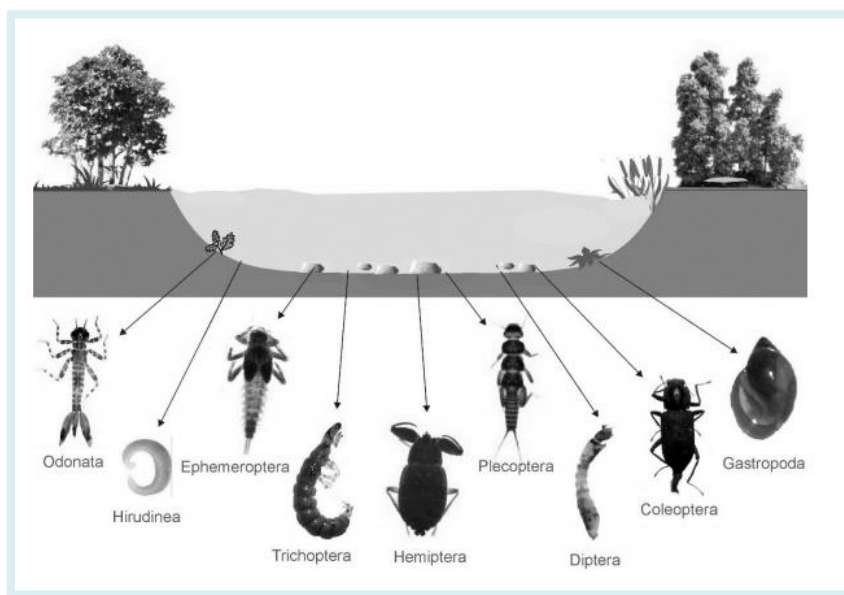


Fuente. Tomado, Tomado El instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt (2005)

Bentos: Son todos aquellos organismos que viven en el fondo, adheridos a piedras, rocas, troncos, restos de vegetación y otros sustratos. Los principales representantes son: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Diptera, Mollusca y algunos Hemiptera (Heteroptera, entre otros. También pueden encontrarse algunos enterrados en el fondo a varios centímetros de profundidad, como la familia Euthyplociidae (Ephemeroptera). Otros, como la familia Blephariceridae (Diptera), se adhieren fuertemente a rocas mediante un sistema de ventosas en el abdomen. Ciertas especies pertenecientes al orden Odonata (Zygoptera) se encuentran adheridas a vegetación acuática sumergida o emergente.

Figura 6

Macroinvertebrados representantes del bentos en un ecosistema acuático



Fuente. Tomado, Tomado El instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt (2005)

d) Método BMWP/COL

El índice permite estimar la calidad de un ecosistema acuático a partir de la valoración de las especies acuáticas que habitan en el mismo; se atribuye a cada especie un valor determinado de acuerdo con su tolerancia a la contaminación que va de 1 a 10, de manera que las familias más tolerantes obtienen una menor puntuación que aquellas que requieren una mejor calidad de las aguas en que viven. La suma de los valores obtenidos para cada familia en un punto de muestreo dará el grado de contaminación del mismo. Cuanto mayor sea la suma, menor es la contaminación del punto estudiado.

Figura 7

Puntajes asignados a las diferentes familias de Macroinvertebrados acuáticos para la obtención del BMWP/Coll.

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blephariceridae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gripopterygidae, Lampyridae, Odontoceridae, Perlidae, Polymitarcyidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Coryphoridae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gomphidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Limnephilidae, Oligoneuriidae, Philopotamidae, Platystictidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae	9
Atyidae, Calamoceratidae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydraenidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Naucoridae, Palaemonidae, Pseudothelpusidae, Trichodactylidae, Saldidae, Sialidae, Sphaeriidae	8
Ancylidae, Baetidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Crambidae, Dicteriadidae, Dixidae, Elmidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydrobiidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Lestidae, Ochteridae, Pyralidae	7
Aeshnidae, Ampullariidae, Caenidae, Corydalidae, Dryopidae, Dugesidae, Hyriidae, Hydrochidae, Limnichidae, Lutrochidae, Lymnaeidae, Megapodagrionidae, Mycetopodidae, Pleidae, Staphylinidae	6

Familias	Puntajes
Ceratopogonidae, Corixidae, Gelastocoridae, Gyrinidae, Libellulidae, Mesoveliidae, Nepidae, Notonectidae, Planorbidae, Simuliidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Belostomatidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Ephydriidae, Glossiphoniidae, Haliplidae, Hydridae, Muscidae Scirtidae, Empididae, Dolichopodidae, Hydrometridae, Noteridae, Sciomyzidae	4
Chaoboridae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Stratiomyidae, Tipulidae.	3
Chironomidae (cuando no es la familia dominante), Isotomidae, Culicidae, Psychodidae, Syrphidae	2
Haplotaxida, Tubificidae	1

Fuente. Tomado, El instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von (2005).

Figura 8

Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice BMWP Clase Calidad

Clase	Calidad	Valor del BMWP	Significado	Color
I	Buena	≥150	Aguas muy limpias	Blue
		123-149	Aguas no contaminadas	Light Blue
II	Aceptable	71-122	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	Green
III	Dudosa	46-70	Aguas moderadamente contaminadas	Yellow
V	Crítica	21-45	Aguas muy contaminadas	Brown
V	Muy crítica	<20	Aguas fuertemente contaminadas, situación crítica	Red

Fuente. Tomado El instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von (2005)

5.2.12 Propiedades físicas del agua

El agua es una sustancia de suma importancia para la vida con excepcionales propiedades consecuencia de su composición y estructura existe en tres fases sólida, líquida y gaseosa sus principales propiedades son:

- **El color:** Se debe a la presencia de sustancias orgánicas disueltas o coloidales, de origen vegetal y, a veces, sustancias minerales (sales de hierro, manganeso, etc.). Como el color se aprecia sobre agua filtrada, el dato analítico no corresponde a la coloración comunicada por cierta materia en suspensión. El color de las aguas se

determina por comparación con una escala de patrones preparada con una solución de cloruro de platino y cloruro de cobalto.

- El olor del agua está dado por diversas causas. Sin embargo, los casos más frecuentes son: Debido al desarrollo de microorganismos, por descomposición de restos vegetales, debido a contaminación con líquidos cloacales industriales o debido a la formación de compuestos resultantes del tratamiento químico del agua. Las aguas destinadas a la bebida no deben tener olor perceptible. Se entiende por valor umbral de olor a la dilución máxima que es necesario efectuar con agua libre de olor para que el olor del agua original sea apenas perceptible. Se aceptan como valores máximos para un agua óptima 2 a 10 unidades.

5.2.13 Caracterización fisicoquímica y microbiológica

El componente agua es una parte del ecosistema acuático en el que se desarrollan una serie de comunidades vivas que dependen de las características fisicoquímicas del mismo y pueden verse notablemente modificadas al ser alteradas (López *et al.* 1995). La mayoría de los parámetros utilizados para la evaluación de la calidad del agua son de carácter fisicoquímico, que nos reflejan las posibles alteraciones existentes que hayan podido suceder tiempo atrás. Por este motivo la vigilancia y control de la contaminación del agua se complementa con organismos como “Bioindicadores” (Alba-Tercedor 1996).

5.2.13.1 Indicadores

- Indicadores físico-químicos: (lagos y embalses), temperatura, oxigenación, conductividad, pH, nutrientes (fosfatos, nitratos, amonio) y contaminantes específicos.

- Indicadores biológicos: Fitoplancton (lagos y embalses), flora acuática (macrófitos y fitobentos), fauna bentónica de invertebrados, fauna ictiológica.

El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9. Las aguas de pH menor de 6,5, son corrosivas, por el anhídrido carbónico, ácidos o sales ácidas que tienen en disolución. Para determinarlo usamos métodos colorimétricos o potencio métricos.

5.3 Marco conceptual

Ambiente: Es el conjunto de factores externos (atmosféricos, climáticos, hidrológicos, geológicos y biológicos) que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad (Decreto 1076 de 2015).

Biodiversidad: Diversidad de especies vegetales y animales que viven en un espacio determinado (Decreto 1076 de 2015).

Bioindicadores: Son organismos muy sensibles a los cambios ambientales en su entorno, como pueden ser las variaciones en los niveles de contaminación atmosférica, y los líquenes son el mejor ejemplo de ello (Decreto 1076 de 2015).

Contaminación: Es cuando en un entorno ingresan elementos o sustancias que normalmente no deberían estar en él y que afectan el equilibrio del ecosistema (Decreto 1076 de 2015).

Convención Ramsar: Es un acuerdo internacional que promueve la conservación y el uso racional de los humedales. Es el único tratado mundial que se centra en un único ecosistema (Decreto 1076 de 2015).

DQO: Es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida (Resolución 0631 de 2015).

Estrategias ambientales: Es un *plan* cuya finalidad es mitigar los efectos sobre el medio ambiente de la operación de la empresa y sus productos (Decreto 1076 de 2015).

Fauna: Conjunto de todas las especies animales, generalmente con referencia a un lugar, clima, tipo, medio o período geológico concretos (Decreto 1076 de 2015).

Flora: Conjunto de plantas de una zona o de un período geológico determinado (Decreto 1076 de 2015).

Humedal: es una zona de tierra, generalmente plana, cuya superficie se inunda de manera permanente o intermitentemente. Al cubrirse regularmente de agua, el suelo se satura, quedando desprovisto de oxígeno y dando lugar a un ecosistema híbrido entre los puramente acuáticos y los terrestres (Decreto 1076 de 2015).

Impacto ambiental: Es un cambio o una alteración en el medio ambiente, siendo una causa o un efecto debido a la actividad y a la intervención humana. Este impacto puede ser positivo o negativo (Resolución 0631 de 2015).

Lagunas: Es el depósito de agua natural, generalmente de aguas dulces, y con menores dimensiones que el lago (Decreto 1076 de 2015).

Preservación: Es la acción de preservar que consiste en cuidar, amparar o defender algo con anticipación, con el objetivo de evitar un eventual perjuicio o deterioro (Decreto 1076 de 2015).

Recurso hidrobiológico: Se refiere a los organismos que pasan toda su vida o parte de ella en un ambiente acuático y son utilizados por el hombre en forma directa o indirectamente (Resolución 0631 de 2015).

Restauración: es el proceso consistente en reducir, mitigar e incluso revertir en algunos casos, los daños producidos en el medio físico para volver en la medida de lo posible a la estructura, funciones, diversidad y dinámica del ecosistema original (Decreto 1076 de 2015).

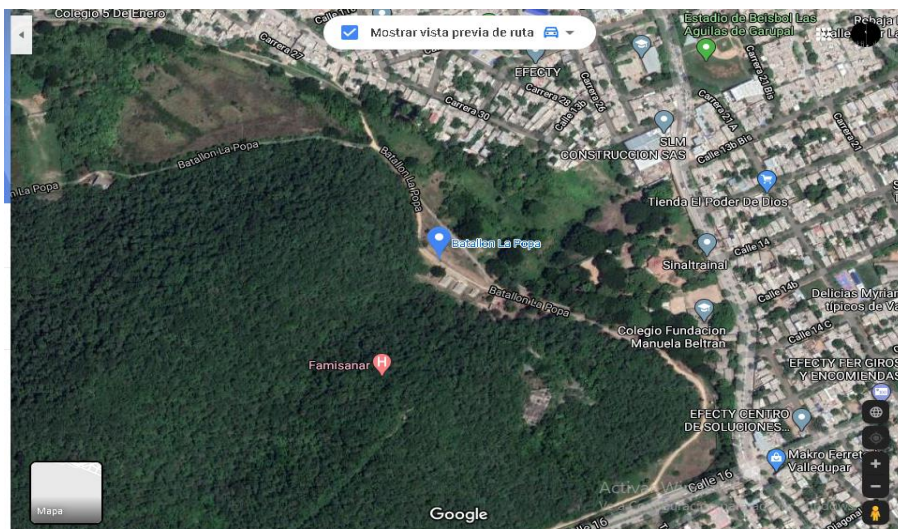
5.4 Marco contextual

Valledupar se caracteriza por ser una de las ciudades más arborizadas de Colombia. El bosque seco tropical, característico del Valle del río Cesar, ofrece un ecosistema ideal para vegetación, con especies como cañaguates, acacias, ceibas, cedros, guanábanos, mangos, cítricos, eucaliptos, etc.

La localización geográfica del área de estudio es la siguiente:

Figura 9

Imagen satelital Batallón de Decima Brigada en Valledupar- Cesar

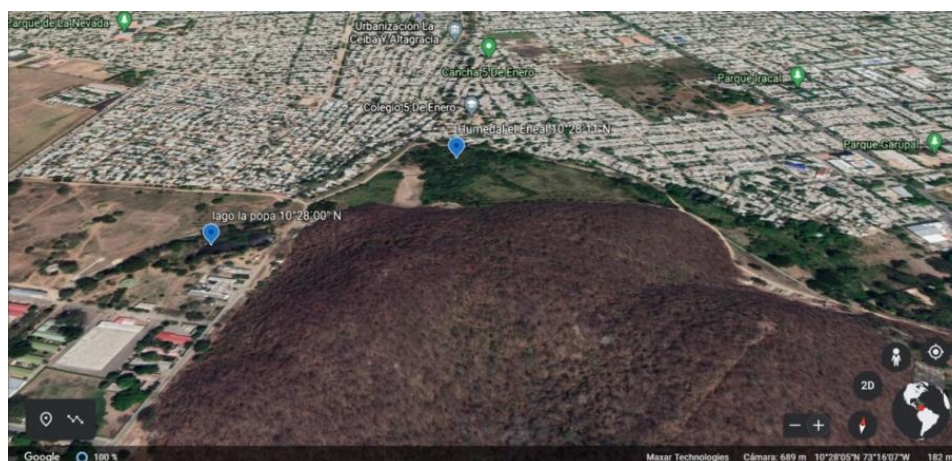


Fuente: Google Maps, 2020

En cuanto a fauna, existen especies que cada día se encuentran más amenazadas y no se encuentran con facilidad, como es el caso de los venados y tigrillos. Boas, lagartos, iguanas, falsas corales, mapanás, pericos, colibríes, tierrelitas, palomas, gavilanes y lechuzas hacen parte de la fauna silvestre que habita el territorio.

Figura 10

Imagen satelital del lago la popa y Humedal el Eneal ubicado en el Batallón Decima Brigada en Valledupar- Cesar



Fuente: Google Earth, 2021

5.4.1 *Clima*

En cuanto a las temperaturas, según los datos acumulados desde 1969 por el IDEAM en su estación meteorológica ubicada en el aeropuerto Alfonso López, la temperatura media anual es de 28,4 °C, con mínimas y máximas de 22 °C y 34 °C respectivamente. El mes más caluroso es abril con un promedio de 30 °C y el más fresco es octubre con 26 °C.

5.4.2 *Hidrografía*

El territorio del municipio de Valledupar es recorrido por los ríos Cesar, Badillo, Guatapurí (con su afluente el río Donachuí), Ariguaní, Cesarito, río Seco, Diluvio y Mariangola. El valle del río Cesar cubre la mayor parte de la superficie del municipio

5.5 Marco legal

A continuación, se menciona las normas con las que se regirá el proyecto:

Tabla 3.

Normas que rigen el presente proyecto

Tipo de norma	Numero de norma	Descripción	Aplicabilidad de la norma	
			Si	No
Constitución política de Colombia	Art 79	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.	X	
Constitución política de Colombia	Art 80	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.	X	

Constitución política de Colombia	Art 95	Son deberes de la persona y del ciudadano: Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano	X
Ley	99 de 1993	Ministerio de Ambiente y organizó el Sistema Nacional Ambiental como una necesidad de protección de las riquezas culturales y naturales de Colombia y, de igual forma, inculcó a los particulares su función sobre la conservación, el buen uso de los recursos y la obligación de propender por un ambiente sano como un derecho fundamental.	X
Ley	357/ 1997	La presente ley fue aprobada por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" Ramsar	X
Decreto Ley	2811/ 1974	Por el cual se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección del medio ambiente.	X
Decreto Ley	2811/articulo 1	El ambiente es de patrimonio común. El estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública y de interés social.	X
Decreto	1076/2015	El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales	X

		renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores.	
Decreto	2245/2017	El presente decreto tiene por objeto establecer los criterios técnicos con base en los cuales las Autoridades Ambientales competentes realizarán los estudios para el acotamiento de las rondas hídricas en el área de su jurisdicción.	X
Resolución	1497	Por la cual se modifica la Resolución número 301 del 11 de febrero de 2010, por medio de la cual se crea el Comité Nacional de Humedales (CNH), y se adoptan otras determinaciones.	X
Resolución	0154	Impuso medida ambiental al municipio de Valledupar para salvaguardar este cuerpo de agua urbano.	X
Resolución	1051/2017	Por la cual se reglamenta los bancos de hábitat consagrados en el título 9 parte 2 del decreto 1076 del 2015, como un mecanismo de implementación de las	X

obligaciones derivadas de las compensaciones ambientales y la inversión forzosa del 1% así como otras iniciativas de conservación a través de acciones de preservación, restauración, uso sostenible de los ecosistemas y su biodiversidad.

Guía	Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia (humedales 2012)	La Restauración Ecológica se concibe como la práctica de restaurar ecosistemas, en este sentido la presente guía técnica es una síntesis conceptual y metodológica basada en experiencias desarrolladas en muchos ecosistemas del mundo, con énfasis en Los ecosistemas tropicales terrestres y acuáticos.	X
-------------	---	--	---

Fuente: Autores 2022

5.6 Marco institucional

Los estudios realizados se llevarán a cabo en el lago y humedal el Eneal, los cuales se encuentran en el CANTON MILITAR DE LA DECIMA BRIGADA en Valledupar – Cesar, bajo mando del EJERCITO NACIONAL DE COLOMBIA por lo que se relacionaron algunos aspectos fundamentales de dichas instituciones como son:

5.6.1 Misión

El Ejército Nacional conduce operaciones militares orientadas a defender la soberanía, la independencia y la integridad territorial, proteger a la población civil, los recursos privados y

estatales para la contribución a generar un ambiente de paz, seguridad y desarrollo, que garantice el orden constitucional de la NACIÓN.

5.6.2 Visión

Un Ejército legítimo, disciplinado, moderno, profesional. Entrenado, afianzado de sus valores, con la moral en alto, capaz de neutralizar las amenazas internas y externas en el cumplimiento de su misión, contribuyendo a la construcción de los caminos de la paz y al desarrollo de la nación.

En el año 2030, el Ejército Nacional será una fuerza distinguida por altos estándares de efectividad y competitividad en el cumplimiento de las misiones y roles asignados; flexibilidad y adaptable a los escenarios, con niveles superiores de capacidad operacionales, modernizado y afianzado en el alto desempeño y profesionalización de sus hombre y en la innovación tecnológica, para combatir las nuevas amenazas, asumir los retos emergentes, preservar la paz, el medio ambiente y contribuir a los logros de los fines del Estado, en absoluto arraigo del respeto a la dignidad.

5.6.3 Símbolos de la Institución

Forma: Cuartelado.

- a. Rojo: dos rifles en saltire (cruzados) para la Infantería;
 - b. Amarillo: dos espadas en saltire para la caballería.
 - c. Negro: dos cañones en saltire para la artillería.
 - d. Púrpura: un castillo de tres torres para los ingenieros.
- II. Como se dijo se fueron agregando tres armas: comunicaciones (naranja), inteligencia (azul celeste) y aviación (azul prusia) en el año 2005; y en el 2011 se le agregó una octava, que fue la logística (gris). Cresta: En un casco a la derecha,

lambrequinado rojo y blanco, tres plumas de avestruz en los colores nacionales
amarillo, azul y rojo

Figura 11

Escudo del Ejército Nacional Colombiano



Fuente: Google Imágenes

6 Marco metodológico

Esta investigación se desarrolla con la finalidad de indagar y establecer un diagnóstico del estado actual del lago la popa y del humedal el Eneal y su área de influencia que coexiste en la zona del batallón de la décima brigada de Valledupar – Cesar. Ya que es un ente importante como ecosistema acuático y reserva natural. Por lo tanto, el gobierno y esta institución militar debe ser garante de salvaguardar esta reserva natural y de igual manera debe haber una dinámica activa entre los habitantes de estos barrios y el personal del batallón como seres proactivos en pro del mejoramiento, cuidado y control de estos ecosistemas naturales acuáticos.

6.1 Línea y sublínea de investigación

Sostenibilidad y gestión ambiental

6.1.1. Sub-línea:

Gestión integral de la biodiversidad y del patrimonio ambiental - Gestión integral del recurso hídrico

6.2 Tipo de investigación

La realización de esta investigación es por medio de un estudio descriptivo dado que la metodología que nos hemos trazados para evidenciar, diagnosticar e indicar la situación en que se presenta los ecosistemas acuáticos de la zona del batallón, exige preliminarmente de una indagación de este tipo. Porque estos estudios descriptivos *“seleccionan una serie de cuestiones, conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin, precisamente, de describirlas. Estos estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno”*, (Cazau pablo, 2006, pág. 27). Por tal motivo es necesario realizar recolección de datos por medio de entrevistas, encuestas, imágenes, documentos, como también visitas de campo, en las cuales se recolectarán las muestras para realizar las diversas pruebas.

6.3 Población de estudio

La población de estudio corresponde a los Lagos y Humedales que afloran dentro de las instalaciones de la Décima Brigada de la ciudad de Valledupar – Cesar.

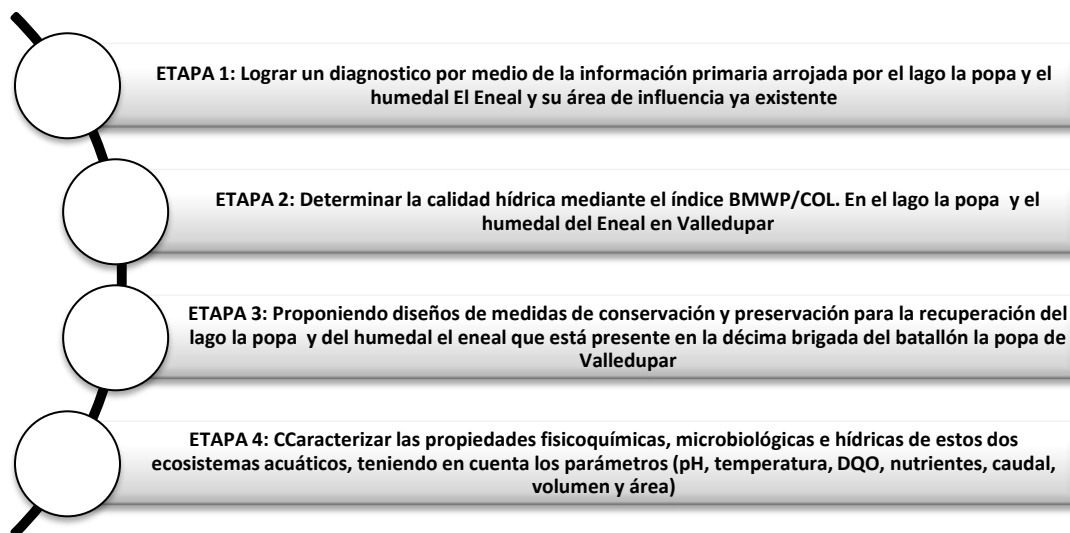
6.4 Muestra

La muestra estará limitada por las áreas de influencia directa del Lago la popa y el Humedal El Eneal, estos ecosistemas serán objeto de estudio en nuestra investigación y será el sitio donde se desarrollarán actividades para su restauración, para su respectiva caracterización se tomarán entre 1 y 10 L de la fuente hídrica.

6.5 Desarrollo metodológico

Figura 12

Organización metodológica del proyecto



Fuente: Autores 2020

Para lograr los objetivos emprendidos se implementaron cuatro etapas que nos ayudaran a alcanzar y obtener la información de manera veraz y ordenada.

6.5.1 Etapa 1: Realizar un diagnóstico por medio de la información primaria arrojada Por el lago la popa y el humedal El Eneal y su área de influencia ya existente

En esta etapa del proyecto se desarrollarán las siguientes actividades:

6.5.1.1 Actividad 1.1. Recopilación de información existente

Se desarrollaran diversas investigaciones que nos lleve a la recolección de antecedentes que puedan ser favorables siempre que se vaya a realizar cualquier actividad en el presente proyecto, se iniciara reuniendo los datos correspondientes al tema en investigación teniendo como base la información que nos brinda el instituto geográfico Agustín Codazzi como fotografías y mapas del sitio antes del daño y así poder desarrollar conceptos de interés en referencia a este proyecto que puedan sustentar la necesidad de formular un plan de restauración. Como investigación secundaria es la información dada por (CORPOCESAR), Con el objetivo de recuperar y proteger la ronda hídrica del Arroyo El Mamón el cual nace en el humedal El Eneal.

6.5.1.2 Actividad 1.2. Visita de campo

Se realizarán visitas al sitio referente a la investigación (lago la popa y humedal el Eneal) en el cual se evidenciará el estado de la flora y fauna con el fin de evaluar las condiciones del ecosistema ubicando entrada y salida del flujo de agua, además conocer las comunidades y especies que se beneficien de este ecosistema.

6.5.2 Etapa 2: caracterizar las propiedades físico químico y microbiológico e hídrico de los ecosistemas acuáticos.

6.5.2.1 Actividad 2.1. Muestreo

Se realizará un muestreo puntual seleccionando puntos a partir del reconocimiento de la zona de estudio esta muestra nos ayudará a obtener los parámetros y determinar las propiedades del agua.

Teniendo en cuenta lo expuesto por el IDEAM (2015), se desarrolla el protocolo de medición manual, dado por medio de los siguientes ítems:

- ✓ Contar con los equipos de protección personal y salud (Tapabocas, guantes y botas)
- ✓ Se inicia con la limpieza de los recipientes de muestreo
- ✓ Rotular los recipientes, de acuerdo a las indicaciones de la empresa que realizara la caracterización
- ✓ Con ayuda de un muestreador manual (Balde de plástico y llave manual) para recoger entre 2 a 5 L del cuerpo hídrico
- ✓ La muestra de PH, al ser realizada por un equipo electrónico, se puede tomar inmediatamente
- ✓ Se enjuagan con recipientes con el agua de muestra, a excepción de la muestra biológica que se tomara directamente
- ✓ Se llenan los recipientes y se mantienen refrigerados, hasta llevarlos a la planta física del laboratorio de análisis.

6.5.2.2 Actividad 2.2 Obtención de propiedades mediante métodos de análisis de los parámetros como: pH, temperatura, DQO, nutrientes (fosforo y nitrógeno), Coliformes Totales.

Tabla 4.

Descripción de los métodos de análisis (IDEAM)

PARÁMETROS	MÉTODO FÍSICOS
FÍSICOS	
PH	Método TP0080 / técnica: electrometría (en el lugar)

Temperatura	Termómetro (en el lugar)
QUÍMICOS	
DQO	Método tp0086/ técnica titulación
Nitratos	Método TP 0092/ técnica espectrometría
Nitritos	Método TP 0093/ espectrometría o colorimétrico
Fosforo	Método tp0340/ técnica digestión acida (ácido ascórbico)
Nitrógeno	Método 0432/ técnica semi-microkjeldahl - electrodo de amoniaco.
MICROBIOLÓGICOS	
Coliformes totales	Fermentación en tubos múltiples

Fuente. Autores 2020

6.5.2.3 Actividad 2.3 Determinar las medidas del lago la popa

Para conocer las medidas del lago y humedal es necesario usar técnicas como:

Batimetría: se tomarán medidas en el contorno del espejo de agua para identificar la cantidad de lodo y la profundidad del agua, esto se hará con ayuda de un teodolito, cinta métrica y la barra de medición topográfica esto nos facilitará la toma de los puntos de muestra para después llevar los resultados a un plano que se plasmará en AUTOCAD.

Morfometría: esta información de los planos se obtendrá a través del POT “plan de ordenamiento territorial” y IGAC “Instituto Geográfico Agustín Codazzi” en el cual encontraremos los planos generales, uso de suelo e hidrológico y plano del recorrido de la acequia las Mercedes, dándonos información especial del humedal y el lago.

Levantamiento topográfico: con ayuda de un teodolito, cinta métrica y barra de medición topográfica se realizarán puntos para conocer las medidas que tiene el humedal y el lago.

6.5.3 Etapa 3. Determinar la calidad del agua mediante el índice BMWP/COL

6.5.3.1 Actividad 3.1. Procedimiento de muestreo de pantalla

En el desarrollo de esta etapa del proyecto de investigación, se usará como recurso documental el informe de procedimiento de Macroinvertebrados Acuáticos, determinación taxonómica – conteo desarrollado por el IDEAM (2006), se realiza en sustratos de guijarros y pedregosos y con profundidades por debajo de los 30 cms, evaluando un área de 0.09 m².

Se analizará el sitio de muestreo y se colectará la mayor diversidad probable de Macroinvertebrados cubriendo la mayor área que sea posible (arena, piedras, lodo, restos de vegetación); plantas acuáticas como (flotantes, emergentes y sumergidas); raíces de árboles, etc. Para así poder obtener resultados comparables este muestreo debe cubrir un área entre 10 y 20 m² y hacerse durante 20 o 30 min ya que aquí es donde encontraremos los mejores Bioindicadores de la calidad del agua.

El procedimiento sería el siguiente:

- 1) Seleccionar un tramo de 100 m que sea representativo de la fuente hídrica.
- 2) El muestreo debe iniciarse de aguas abajo del área seleccionada hacia aguas arriba.
- 3) Se toman 10 colectas se realizan en la longitud del tramo a muestrear; tomando 4 submuestras a lo ancho del río, luego avanzar aguas arriba y tomar otras 3 submuestras, continuar aguas arriba y tomar las otras 3.
- 4) Colocar la red de pantalla bien asegurado sobre el fondo del curso de agua.
- 5) Luego con cuidado frotar todas las rocas grandes con las manos o un cepillo suave, para desalojar a los organismos adheridos a ellas.

- 6) Tomar la muestra de los Macroinvertebrados de red al recipiente, ya esterilizados y rotulados.
- 7) Las muestras inmediatamente son refrigeradas, para ayudar a su conservación.
- 8) Se repite el procedimiento en cada punto de muestreo

6.5.3.2 Actividad 3.2. Clasificación taxonómica

Luego de que se tome la muestra y es valorada su especie se le atribuye un valor determinado de acuerdo a su tolerancia a la contaminación que va de 1 a 10, se entiende que las familias más tolerantes obtendrán una menor puntuación que aquellas que requieren una mejor calidad de las aguas en que viven.

La clasificación será desarrollada por las características de los microorganismos como Color, forma y tamaño; mediante formatos de laboratorio, se podrá organizar adecuadamente la ubicación de los Macroinvertebrados encontrados y con el uso del índice BMWP/COL para determinar los puntajes.

6.5.4 Etapa 4. Diseñar medidas de conservación y preservación necesarias para la formulación del plan de restauración.

6.5.4.1 Actividad 4.1. Análisis y diseño de las medidas

En esta etapa se analizarán los resultados de las etapas anteriores y se proyectarán las medidas de conservación y preservación necesarias para la formulación del Plan de restauración.

6.5.4.2 Actividad 4.2. Desarrollar Actividades de socialización y concientización

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, en etapas anteriores y las condiciones ambientales del área de estudio, se implementarán 2 jornadas de socialización y a la vez concientización de las problemáticas presentes actuales y se dará conocer los resultados de la

investigación desarrollada y de qué manera genera un impacto significativo a las condiciones de vida, de esta comunidad.

6.5.4.3 Actividad 4.3. Implementar estrategias de restauración

En esta etapa se procederá a formular la estrategia de restauración, donde estará compuesto de medidas preventivas y correctivas, teniendo en cuenta las necesidades del cuerpo hídrico y del profundo análisis de las etapas anteriores del desarrollo del proyecto; Es así como se implementará algunas de las estrategias para la formulación del plan de restauración en donde se identificarán las especies y se seleccionará cuál de estas especies son adecuadas para la restauración del cuerpo hídrico, por lo tanto es necesario educar al personal de la entidad sobre cuáles serán las especies nativas e invasoras según las condiciones del cuerpo hídrico. Todo esto se hará con base a que las acciones de restauración tengan una viabilidad técnica, ambiental y económica, que esta entidad pública pueda implementar y mantener en el tiempo.

Es necesario adicionalmente que, por cada estrategia, se formulen indicadores de cumplimiento, que permita de una manera más sencilla, el seguimiento y monitoreo de cada acción.

7 Resultados y análisis

7.1 Etapa 1: Realizar un diagnóstico por medio de la información primaria arrojada Por el lago la popa y el humedal El Eneal y su área de influencia ya existente.

7.1.1 Actividad 1.1. Recopilación de información existente

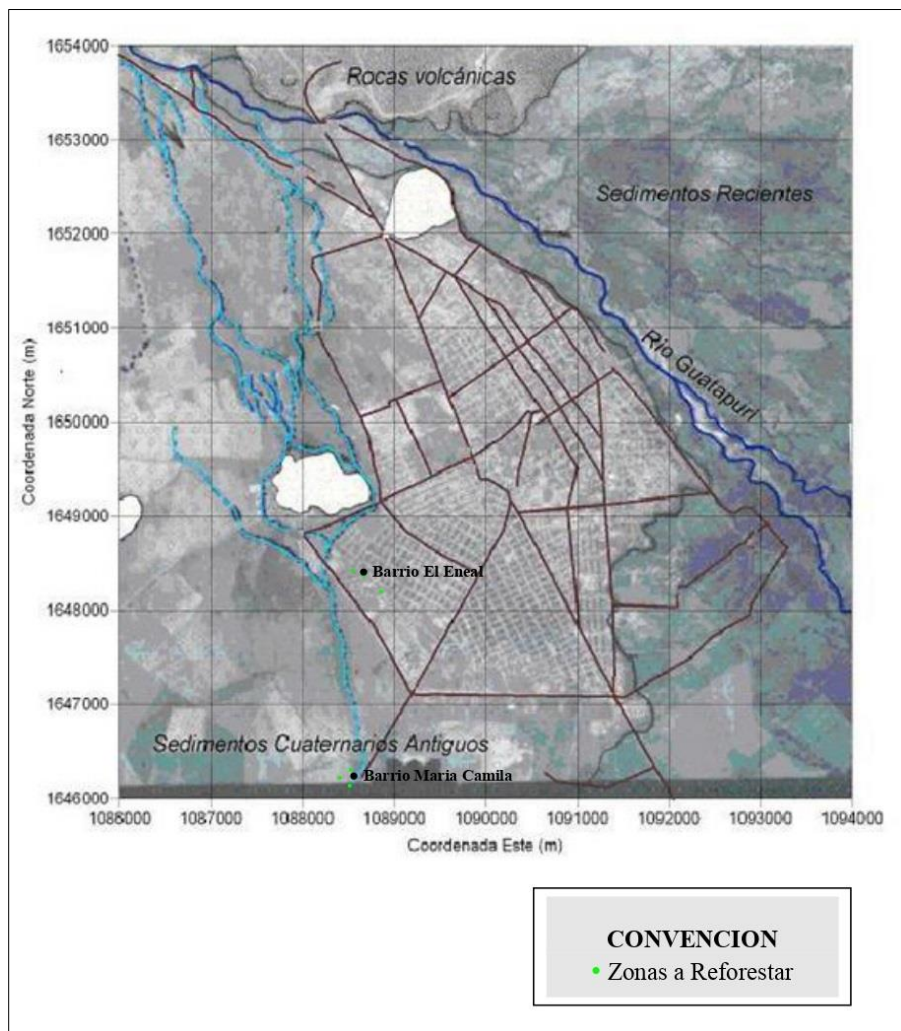
Se desarrolla el diagnóstico ambiental de los cuerpos de aguas el lago La Popa y el humedal El Eneal, donde se analizó información secundaria y visita de campo (información primaria) para obtener una lectura completa de la situación actual de los cuerpos de agua superficiales en estudio.

Basados en el estudio realizado por la Corporación Autónoma Regional del Cesar Corpocesar (2005) se pudo analizar la Cartografía Base del estudio ambiental desarrollado en el humedal El Eneal.

En la Figura 13, se puede apreciar las zonas aledañas al humedal que han sufrido alteración paisajística, originando zonas prioritarias para reforestar buscando una recuperación y restauración ecológica de la zona de estudio. Para Corpocesar (2005) esta transformación y sobreexplotación termina en la reducción de hábitats o en su fragmentación. Corpocesar a su vez indica que se debe realizar la reforestación con especies arbóreas endémicas para evitar traumas en la zona a recuperar dentro del humedal y así garantizar una recuperación más estable.

Figura 13

Mapa humedal El Eneal (Zonas a reforestar)



Fuente. Corpocesar (2005), tomado de <https://www.corpocesar.gov.co/POMCAS->

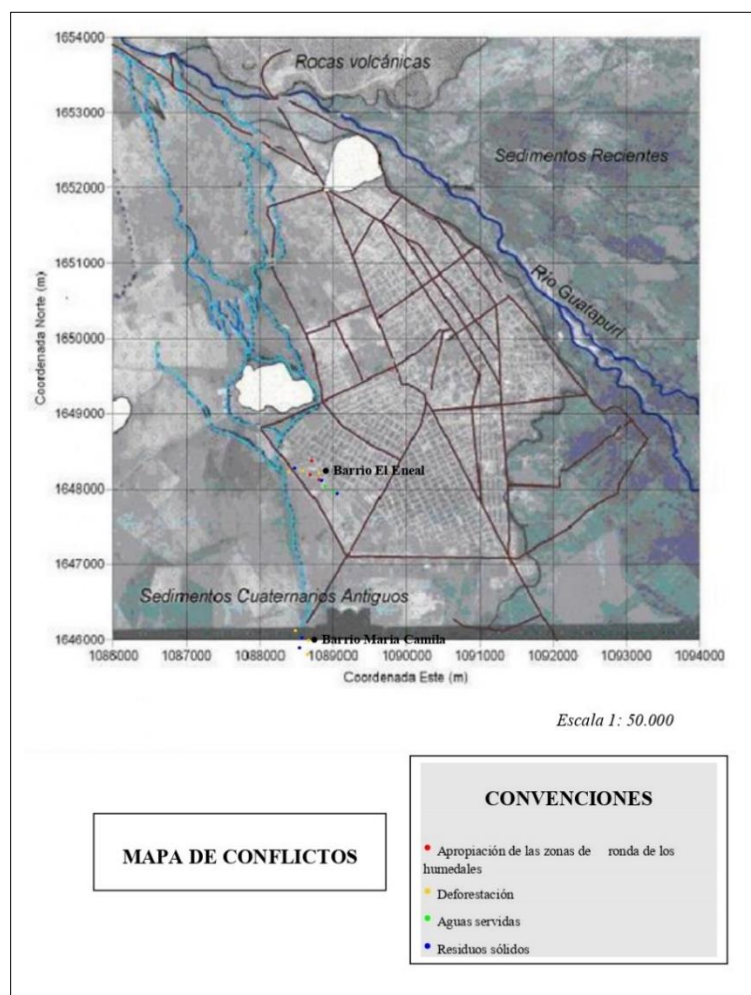
[Corpocesar.html](https://www.corpocesar.gov.co/POMCAS-Corpocesar.html)

En las Figuras 12 y 13, se pueden observar los conflictos que evidencio Corpocesar (2005) en su estudio, como lo son la apropiación de las zonas de la ronda del humedal El Eneal por acción antrópica, la deforestación del humedal que deja al descubierto la capa vegetal que es arrastrada por la lluvia y el viento, aumentando el aporte de sedimentos a los humedales, las aguas servidas por asentamientos aledaños al humedal y la presencia de residuos sólidos por mal

manejo en la disposición final. En general el desconocimiento acerca de las funciones, productos y atributos de los humedales que presentan las comunidades y la ausencia de procesos de educación ambiental se reflejan en el progresivo deterioro de estos ecosistemas.

Figura 14

Mapa humedal El Eneal (Conflictos)



Fuente. Corpocesar (2005), tomado de <https://www.corpocesar.gov.co/POMCAS->

[Corpocesar.html](https://www.corpocesar.gov.co/POMCAS-Corpocesar.html)

Figura 15

Condiciones del humedal El Eneal para el año 2005



Fuente. Corpocesar (2005), tomado de <https://www.corpocesar.gov.co/POMCAS->

[Corpocesar.html](https://www.corpocesar.gov.co/POMCAS-Corpocesar.html)

7.1.2 Actividad 1.2. Visita de campo

7.1.2.1 Situación actual del lago La Popa

Durante la visita de campo, se pudo evidenciar un inadecuado manejo de los residuos sólidos (basuras) que son generados por el personal militar que tiene incidencia directa en la zona, encontrándose de forma dispersa en los alrededores del lago, debido a la falta de puntos de disposición y recolección para estos residuos. Se evidencia una afectación en la calidad del agua por proceso de eutrofización, debido a la presencia de la especie lenteja de agua (*Lemna minor*), así como la proliferación de algas que le dan una apariencia verdosa a la fuente hídrica.

En la zona del lago La Popa, se evidencio la presencia de animales como caballos, perros, patos e iguanas; los cuales se movilizan libremente tanto en los alrededores como dentro de este, permitiendo que sus aguas, entren en contacto con sus residuos fisiológicos (excretas) ya sea por deposiciones directas o por su arrastre debido a las escorrentías superficiales en el momento de las precipitaciones, lo que ocasiona parte de la contaminación que se pudo apreciar (Figura 16).

Figura 16

Condiciones del lago La Popa



Fuente. Autoras (2022)

Se apreciaron especies de arbustos, malezas, junco, totora, repollito de agua, De acuerdo a información de Corpocesar (2005) en la zona de estudio se presentan especies arbóreas como Moradita, Traqui, Cadillo, Bledo, Quebracho, Mango, Caracolí, Hobo, Ciruela y frutales como Guanábana. Dentro de la fauna además de las mencionadas anteriormente, se evidencio la presencia de lobos pollero, una babilla, especies de aves e insectos.

7.1.2.2 Situación actual del humedal El Eneal

En la visita de campo, se confirmó que en el humedal El Eneal, corresponde a un afloramiento de agua que nace dentro de las instalaciones de la institución militar en las faldas del Cerro La Popa y que luego por escorrentía sale de esta, alimentando el Arroyo El Mamón.

Figura 17

Condiciones del Humedal El Eneal



Fuente. Autoras (2022)

Se evidencio la presencia de residuos de escombros, bolsas plásticas, recipientes plásticos y de vidrios, entre otros, lo que afecta de manera directa e indirecta la flora y la fauna propia del humedal (Figura 17). En cuanto a la flora, basados en Corpocesar (2005) hay presencia de especies vegetales que circundan el cauce del humedal, destacando Bola de gato, Bejuco peludo, Coco, Corozo, Algodón de seda, Totumo, Cañahuate, Corazón fino, Roble, Bonga, Uvita, indio

en cuero, Guamacho, Tuna, Cactus, Pate vaca, Dividivi, Acacia, Naranjito, Papaya, Guarumo y Almendro.

Con relación a la fauna evidenciada, se destaca la presencia de Sapos, Serpientes, Lobos polleros, Loros, Cocineras, Mariposas.

7.2 Etapa 2: caracterizar las propiedades físico químico y microbiológico e hídrico de los ecosistemas acuáticos.

Para la caracterización de las propiedades físico químico y microbiológico tanto para el lago La Popa y el Humedal Eneal se tomaron algunos parámetros *In Situ* como lo fue la temperatura y pH. Para los otros parámetros se tomaron las muestras respectivas y algunas fueron llevadas al laboratorio del Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar (UPC) para su posterior análisis; y otras fueron llevadas al laboratorio LMB LABORATORIOS S.A.S, el cual cuenta con acreditado por el IDEAM, debido a que el laboratorio de la UPC no contaba con los respectivos equipos de laboratorio para sus análisis. El proceso de muestreo se realizó tanto para la época seca, como para la época de lluvia, con el objetivo de tener una mejor apreciación del comportamiento de las dos fuentes hídricas en diferentes épocas del año.

7.2.1 Actividad 2.1. Muestreo

En las dos zonas de estudio, el lago La Popa y el Humedal Eneal, se desarrolló un muestreo combinado, el cual fue constituido por muestras puntuales que se tomaron en varias partes de las fuentes hídricas de forma simultánea. El protocolo utilizado en la obtención de la muestra fue el establecido por el IDEAM. Por cada fuente hídrica fueron tomados 2 L de agua en diferentes recipientes (capacidad de 1000ml) tanto para la época seca como para la época de lluvia, los recipientes fueron rotulados para su diferenciación y conservados con hielo en cavas

para la no alteración de algunas condiciones iniciales. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de ingeniería de la UPC y al laboratorio LMB LABORATORIOS S.A.S.; las muestras tomadas para la época seca se realizaron en el mes de diciembre de 2021 y para época de lluvia el mes de mayo de 2022 (Figura 18).

Figura 18

Recolección de muestra en el Lago La Popa y el Humedal Eneal



Fuente. Autoras (2022)

7.2.2 Actividad 2.2 Obtención de propiedades mediante métodos de análisis de los parámetros: pH, temperatura, DQO, nutrientes (fosforo y nitrógeno), Coliformes Totales.

Los parámetros fueron analizados tanto para la época seca como para la época húmeda:

Los parámetros pH y la temperatura se analizaron en el sitio de muestreo (Lago La Popa y Humedal El Eneal), mientras que los parámetros de DQO (Demanda Química de Oxígeno) y fosforo, fueron analizados en el laboratorio de Ingeniera Ambiental y Sanitaria en la Universidad Popular del Cesar.

De igual manera, los parámetros de Nitratos, Nitritos, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Kjeldahl y Coliformes Totales, fueron enviados para su posterior análisis al laboratorio microbiológico Barranquilla S.A.S. – LMB LABORATORIOS S.A.S.

7.2.2.1 Análisis de parámetros en época de lluvia (25 de mayo de 2022)

Tabla 5.

Caracterización fisicoquímica en época seca

PUNTOS	TE MP. (°C)	PH	DQ O (mg/ l)	mg/l N- NO3	mg/l N-NO2	mg/l NH3	mg/l N- KJELD AHL	mg/l P- Tota 1	Colifor mes totales (NMP/1 00ml)
HUMEDA	25,8	7,5	25,6	0,210	<0,010	<0,280	<4,000	0,02	9X10 ¹
L				0	0	0		2	
LAGO	26,2	7,6	25.6	0,208	<0,010	<0,280	<4,000	0,02	14X10 ⁵
				8	0	0		5	

Fuente: autoras 2022

7.2.2.2 Análisis de parámetros en época de lluvia (25 de mayo de 2022)

Tabla 6.

Caracterización fisicoquímica en época de lluvia

PUNTOS	TE MP. (°C)	PH	DQ O (mg/ l)	mg/l N- NO3	mg/l N-NO2	mg/l NH3	mg/l N- KJELD AHL	mg/l P- Total	Coliform es totales (NMP/1 00ml)
HUMEDA L	25,9	6,81	55,4 7	0,211 0	<0,010 0	<0,280 0	<4,000	0,220	8X10 ⁵
LAGO	26,6	6,41	23,4 7	0,231 0	<0,010 0	<0,280 0	<4,000	0,038	6X10 ⁵

Fuente: autoras 2022

En la tabla 5 y 6 podemos observar los resultados de los diferentes parámetros que fueron tomados in situ, en el laboratorio ingeniería ambiental de la universidad popular del cesar y en el laboratorio microbiológico Barranquilla S.A.S. – LMB LABORATORIOS S.A.S. Estos parámetros serán analizados teniendo en cuenta los valores máximos permisibles que expresa la norma legal vigente (Resolución 0631 de 2015 y el Decreto 1076 de 2015).

7.2.2.3 Análisis fisicoquímico del humedal

Según la tabla 5, el humedal el eneal para la época seca presenta una temperatura de 25,8 y en la tabla 6 presento una temperatura de 25,9 para la época de lluvia prácticamente la misma temperatura para las dos épocas. El análisis de la temperatura en los humedales es de suma importancia ya que a menor temperatura el agua transporta más oxígeno influyendo en la proliferación y en la supervivencia de los microorganismos (Cotrino, 2020).

Por otra parte, teniendo en cuenta los resultados de pH obtenidos en el humedal el Eneal, para la época seca que se encuentran detallados en la tabla 5, donde se puede observar un pH de

7,5 y en la tabla 6 un pH de 6,8 para la época de lluvia , podemos deducir que dentro de la investigación de Barrero & Márquez (2015) del humedal la conejera en México, la cual nos permite determinar que las aguas del humedal el Eneal tienen en promedio un comportamiento neutro que le brinda una correcta actividad fotosintética en su interior. Además, Cotrino Alejandra (2020) en el análisis al humedal jaboque en Bogotá mediante la identificación fitopláctonica pudo definir que cuando el agua de los humedales presenta un pH neutro los organismos que habitan en este ecosistema se desarrollen normalmente permitiendo la vida de diferentes especies fitopláctonica.

Por otro lado, el nitrógeno junto al fósforo son elementos de suma importancia que contribuyen a la productividad de los ecosistemas acuáticos, donde sus concentraciones van a variar con respecto a los periodos de lluvia o sequía este será un factor limitante a la producción de algas. Por su parte los nitratos y nitritos en altas concentraciones son indicativos de contaminación por carácter fecal o biológico, según los resultados obtenidos en el humedal Eneal donde presentan valores por debajo del límite (0,211 mg /l N-NO₃ y menores a <0,100 mg/l N-NO₂) tabla 5 y 6, estos valores se pueden clasificar como bajos según Belakang, (2004), en aguas naturales los rangos óptimos para los Nitritos y Nitratos oscilan entre los 0,1 y 0,2 mg/l, en la Caracterización fisicoquímica y microbiológica de los humedales del Altiplano del Oriente antioqueño donde se presentaron valores por debajo del límite se pudo afirmar que no hay una problemática para el desarrollo de la vida íctica y el establecimiento de buenas condiciones ecosistémicas (García, Benjumea & Quijano 2018).

Con relación al fósforo donde el estudio de este parámetro fisicoquímico es esencial para los cuerpos de agua ya que es un agente limitante del crecimiento de algas y plantas acuáticas en los humedales, sirviendo para reconocer problemas de eutrofización y para definir estados

eutróficos en cuerpos de agua (Pérez 2008), donde el valor máximo permisible debe ser (0,1 mg/L-P) del Acuerdo 43 de 2006, con respecto a los resultados del análisis fisicoquímico de fosforo que se hizo en el humedal Eneal expresados en la tabla 5 y 6 donde nos muestra que para la época de seca el comportamiento del fosforo es bajo manteniéndose por debajo de los valores máximos permisible, por otro lado para la época de lluvia la concentración de fosforo supero el valor máximo permisible lo cual nos indica una alta presencia de nutrientes en el cuerpo de agua, contribuyendo en la proliferación de algas impidiendo la óptima oxigenación del mismo. Según Ramírez y Viña (1998), estos cuerpos de agua se catalogan como cuerpos de agua tendientes a la eutrofía, los cuales se caracterizan por presentar una alta productividad primaria. La universidad del oriente (García & Benjumea 2015) realizaron la determinación físico química de los humedales del oriente antioqueño en donde dos de los humedales superaron el valor máximo permisible de fosforo, determinando que estos cuerpos de agua presentan concentraciones apreciables de micronutrientes y macronutrientes, dentro de los que se encuentran el fosforo, Nitrógeno y todas sus formas, lo que conlleva a que se generen procesos de eutrofización.

La demanda química de oxígeno (DQO), es un parámetro analítico de contaminación que mide el contenido de materia orgánica en una muestra de agua mediante oxidación química siendo así un indicador de contaminación orgánica. La resolución 0631 del 2015 en el Art 8 nos da el valor máximo permisible el cual es de (180 mg/L DQO); En el Humedal el Avispal se realizó un estudio donde se tuvieron en cuenta una serie de parámetros fisicoquímicos entre los cuales se mencionó la demanda química de oxígeno, según el estudio realizado se encontraron valores entre 11,4 y 131.3mg O₂/l, haciendo comparación que las fuentes que presentan un DQO entre 10 y 50 mg O₂/l es un agua superficial de buena calidad con bajo contenido de materia

orgánica biodegradable. Asimismo, el humedal el enéal en los resultados obtenidos de DQO en donde para la época seca se obtuvo la concentración más baja de (25,6 mg/l) tabla 5, y para la época de lluvia se obtuvo la concentración más alta de (55,47 mg/l) tabla 6, con respecto al anterior estudio y al valor máximo permisibles descrito por la resolución 0631 del 2015 se puede deducir que el humedal el enéal es un agua superficial en donde existe poca cantidad de oxígeno en el cuerpo de agua para la actividad microbiana.

En cuanto a los resultados obtenidos de Coliformes totales en el humedal el enéal los cuales fueron los siguientes, para época seca (9×10^1 NMP/100ml) tabla 5, y para época de lluvia (8×10^5 NMP/100ml) tabla 6. En el decreto 0475 del 1998 se recomienda un valor máximo admisible de **0-100 Unidades Formadoras de Colonias (U.F.C.) por 100 centímetros cúbicos (cm^3)**, esto nos muestra que para la época de lluvia los resultados obtenidos pasaron el valor máximo permisible indicando la presencia en el agua de heces y otros materiales orgánicos sin tratar, que pueden tener un serio impacto en el ambiente, respecto a la época seca está dentro del valor permisible que nos dice la norma. En la investigación del humedal Gualí por (Bustos & Huertas 2019), donde los Coliformes totales sobrepasaron los niveles permisibles pudieron concluir que la presencia de estas bacterias en el agua puede deberse a factores como la escorrentía en temporada lluviosa, por infiltración debido a la cercanía de fosas o sistemas sépticos defectuosos, uso de estiércol como abono en cultivos, desarrollo de actividades pecuarias, pozos localizados en suelos arenosos, vertimiento de aguas residuales, etc. (CAR – EPAN S.A. ESP, 2016), de igual manera en el humedal la Conejera donde se obtuvo una alta concentración de Coliformes totales debido a la presencia de aguas residuales por industrias cercanas, agricultura, y ganadería (Barrero & Márquez 2015).

7.2.2.4 Análisis fisicoquímico del lago la popa

De acuerdo con la Tabla 6, El lago la Popa presenta en época de lluvia una temperatura de 26,6°C, y en época seca la temperatura disminuye a 26,2 °C según la tabla 5; El análisis de la temperatura nos muestra que el pH es inversamente proporcional a la temperatura, en época seca el potencial de hidrogeno es mayor que en época de lluvia; Con relación a esto el pH en el lago la popa es de 6,41 en época de lluvia y en época seca es 7.6 según la Tabla 5. El Análisis que podemos hacer es que la causa que afecta el pH del agua por la temperatura es que cuando aumenta la temperatura, las moléculas tienden a separarse en sus elementos: nitrógeno y oxígeno. Al aumentar las proporciones de moléculas descompuestas se produce más hidrogeno, lo cual por supuesto aumenta a su vez el potencial de hidrogeno de pH según (Hanna Instruments).

De acuerdo con la tabla 6, En el lago la Popa la Determinación de Nitratos en época de lluvia presenta un nivel de 0,2310 mg/l, La Tabla 5 en época seca este mismo disminuye a un nivel de 0,2088 mg/l; El análisis de nitrato nos muestra que en época de lluvia el origen de los nitratos puede estar en las poblaciones urbanas, en las industrias, y en la actividad agraria, los vertidos de las poblaciones e industrias contienen muchos compuestos nitrogenados que al oxidarse produce nitrato; El nitrato de la agricultura procede de los fertilizantes nitrogenados que utilizan para abonar los campos de cultivos. También los desperdicios de los ganados contienen nitrógeno que con el tiempo acaban transformándose en nitrato (Rafael Aparicio Torino, Eutrofización 27 de septiembre del 2012).

Conforme con la Tabla 6 y la Tabla 5, El lago la Popa en época lluvia y Época seca presenta el mismo nivel de Nitrito 0,0100 mg/l. La presencia de Nitritos en el agua es indicativa de contaminación de carácter fecal reciente (Catalán L.1971, catalán A 1981, Metcatf y Eddy

1998) En aguas superficiales bien oxigenadas el nivel de Nitrito no suele superar 0.1 mg/l (Stumm y Morgan 1981, Marín 1995) Así mismo cabe resaltar que el Nitrito se haya en estado de oxidación intermedia entre el amoniaco y el Nitrato. Según Erikson 1985 Valores entre 0,1 mg/l y 0,9 mg/l puede presentar problemas de toxicidad dependiendo del pH, Así mismos valores por encima de 1,0 mg/l son totalmente toxico y representan un impedimento para el desarrollo de la vida piscícola y el establecimiento de un ecosistema fluvial en buenas condiciones (Prat 1996).

De acuerdo con la Tabla 5 y la Tabla 6, los niveles de Nitrógeno Amoniacal para las diferentes épocas como lluvia y Seca <0,2800 mg/l Tiende a ser el mismo, es el principal producto de la descomposición de la materia orgánica realizada por las bacterias heterótrofas, a partir de las proteínas como de otros compuestos orgánico Nitrogenados (Wetzel 1981). Se estima que el amonio normalmente se encuentra en cantidades (menores a 0,1 mg/l) en aguas bien oxigenadas, pero puede llegar a alcanzar los 0,5 mg/l en el hipolimnio anaeróbico en un lago eutrofizado (Lind 1985). Por consiguiente, en la Tabla 5 y 6 del Lago la Popa para las dos épocas (seca y lluvia) podemos analizar que el Nitrógeno Kjeldahl tiene un rango de <4,000 mg/l.

Por otro lado, El Fósforo es un elemento esencial para la vida como un factor clave limitador de nutrientes, sin embargo, contribuye junto con el Nitrógeno a la eutrofización de lagos Orjuela L. C. (2013). Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 7p; donde el valor máximo permisible debe ser (0,1 mg/L-P) del Acuerdo 43 de 2006. Con respecto a los resultados en la tabla 5, El lago la popa en época seca muestra un valor de Fosforo 0,025 mg/l, y en la tabla 6 en época de lluvia este mismo aumenta 0,038 mg/l, El análisis es que hubo una diferencia significativa para las dos épocas ya mencionadas pero aun así es bajo manteniéndose en los valores máximos permisible, este nutriente es el que controla el

crecimiento de algas, o, puede dificultar enormemente las medidas de gestión de las cuencas fluviales para combatir la eutrofización de los lagos. Si nos olvidamos de la existencia de esta fuente interna de fósforo, podemos gestionar y disminuir las entradas o aportes externos de nutrientes provenientes de fuentes puntuales o incluso de la agricultura, y seguir teniendo un alto nivel de eutrofización. (Inmaculada Romero G, Eutrofización. Carga crítica de fósforo.

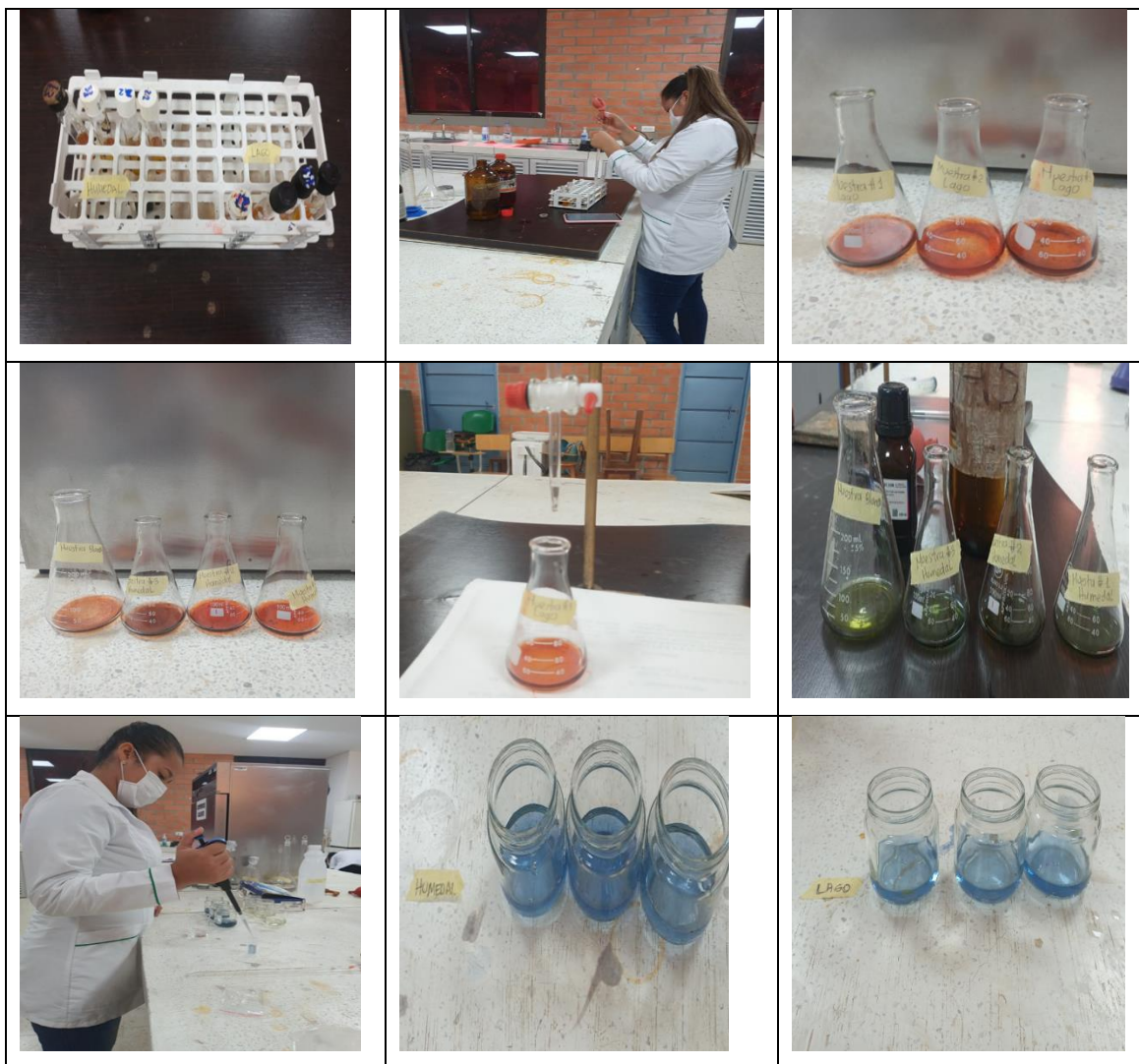
Por consiguiente, el parámetro Coliformes Totales es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo (Munn, 2004). En el decreto 0475 del 1998 se recomienda los valores admisibles de 0-100 Unidades Formadoras de Colonias (U.F.C.) por 100 centímetros cúbicos < 2 microorganismos/100 centímetros cúbicos; En la tabla 5 del Lago la Popa en época Seca con un nivel de 14×10^5 NMP/100ml y en la tabla 6 en época de lluvia con un nivel de 6×10^5 NMP/100ml, con esto podemos analizar que para las dos épocas los resultados obtenidos pasaron el valor admisible de acuerdo con el decreto 0457 del 1998 ya mencionado según la norma debe considerarse una indicación de contaminación debido al entorno, los cambios climáticos, el suelo, la vegetación, y el tracto digestivo de los animales (Pure Agua, Inc 2018).

El parámetro Demanda Química de Oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno consumida por las materias existentes en el agua, oxidables en unas condiciones determinadas. Es la medida del material oxidable, cualquiera sea su origen, biodegradable y no biodegradable. El vertimiento de aguas residuales domésticas o industriales incrementa el contenido de materia orgánica en el agua, con el consecuente aumento de la DQO y la disminución del oxígeno disuelto (Sierra Ramírez, 2011). Según la resolución 0631 del 2015 en el Art 8 suministra el valor máximo permisibles el cual es de (180 mg/L DQO), dicho esto en la tabla 5 El Lago la popa se obtuvieron

los resultados del parámetro Demanda Química de Oxígeno (DQO) para la época seca la concentración fue más alta de (25,6 mg/l) y en la tabla 6, para la época de lluvia se obtuvo la concentración más baja de (23,4mg/l). Se puede deducir que en el Lago la Popa es un ecosistema acuático superficial en donde existe poca cantidad de oxígeno en el cuerpo de agua.

Figura 19

Parámetros calculados en el laboratorio



Fuente. Autoras (2022)

7.2.3 *Actividad 2.3 Determinar las medidas del lago la popa y Humedal Eneal*

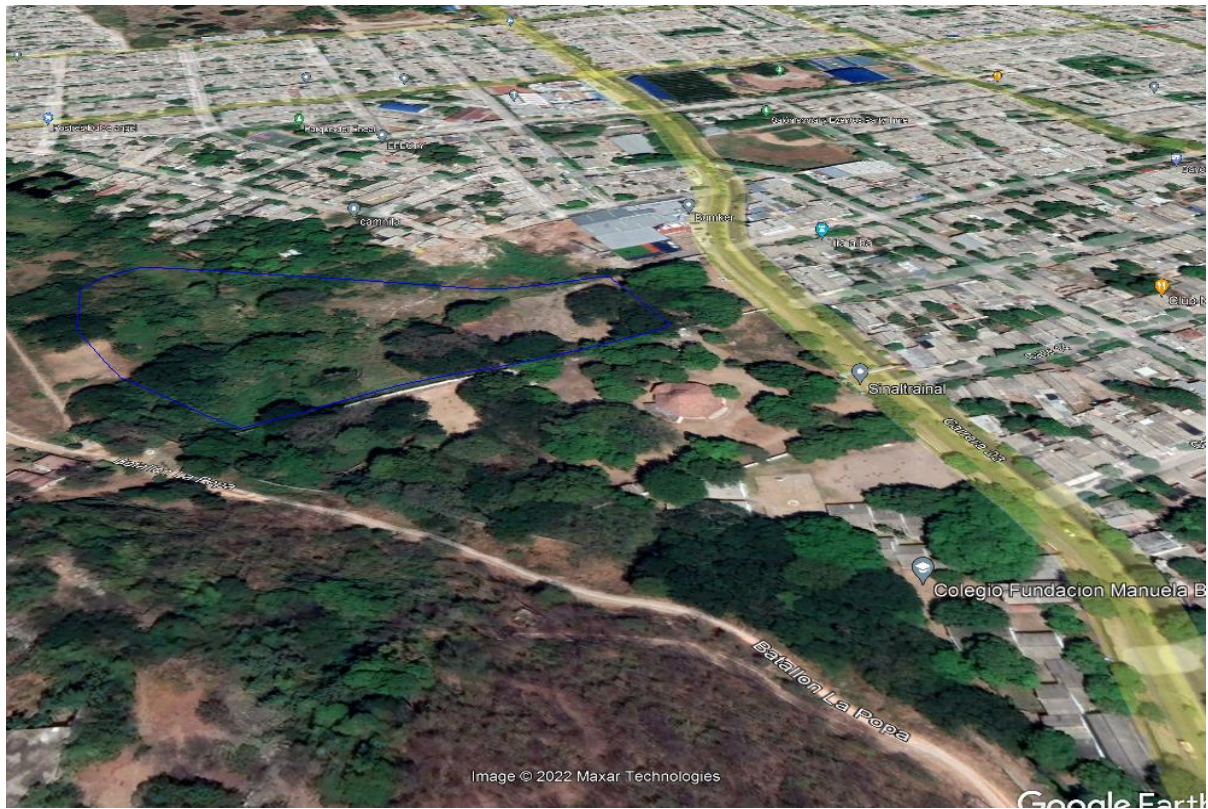
Para la determinación de las dimensiones del lago La Popa y el Humedal Eneal, se realizó un levantamiento topográfico y análisis de imagen satelital. Para el lago La Popa se realizó levantamiento topográfico altimétrico con el fin de obtener área y volumen del cuerpo de agua y para el Humedal se utilizó imagen satelital y se obtuvo el área de dicho cuerpo de agua.

Figura 20

Localización satelital lago La Popa



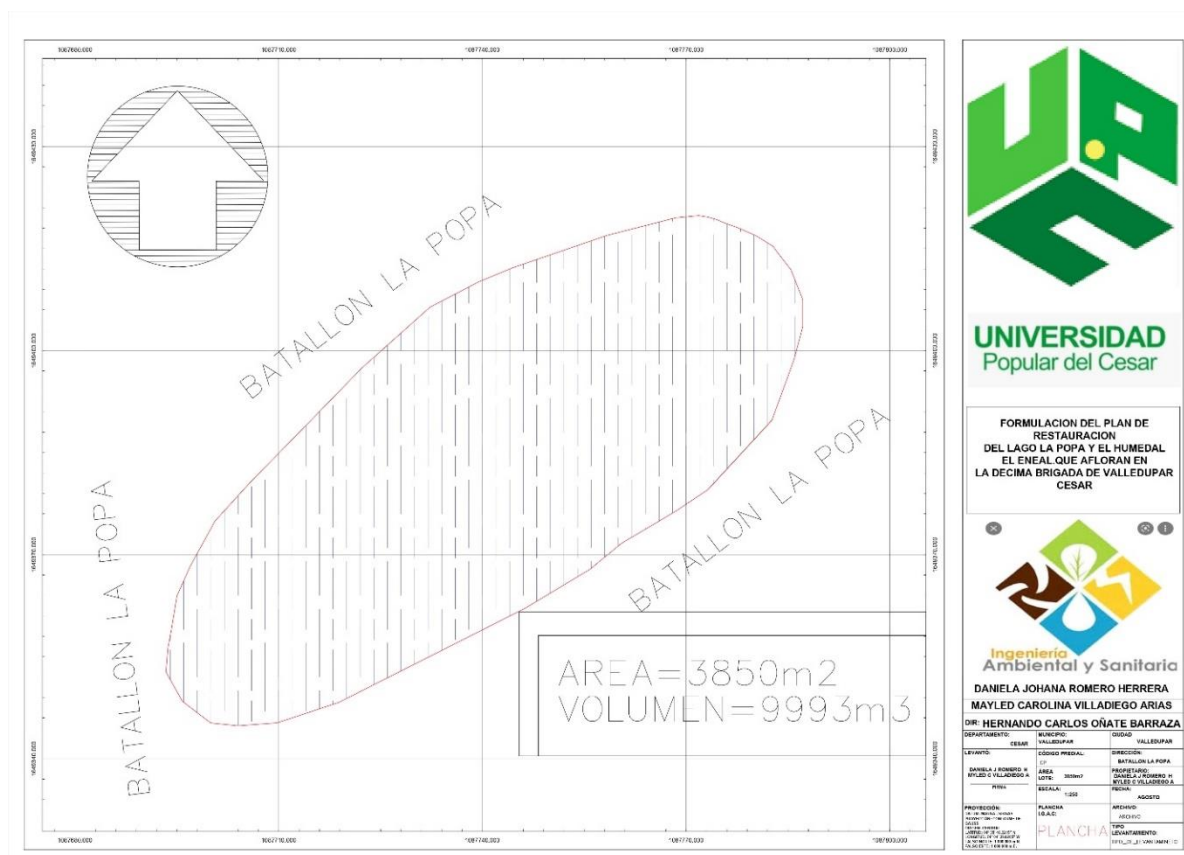
Fuente. Google earth (2022)

Figura 21*Localización satelital Humedal Eneal*

Fuente. Google earth (2022)

Figura 22

Área y Volumen del lago La Popa



Fuente. Autoras (2022)

Basados en el levantamiento topográfico se obtuvo que el Lago La Popa tiene un área de 3850 metros cuadrados y un volumen de 9993 metros cúbicos. Para el proceso del levantamiento se utilizó una lancha que se pudo mover en gran parte del lago con el fin de obtener las profundidades que se presentan en varias partes del lago, esto para obtener un alto grado de precisión en las dimensiones de volumen. Se tuvo el apoyo de un topógrafo profesional quien orientó en el proceso de las tomas de medidas en campo.

pedras, lodo, restos de vegetación); plantas acuáticas como (flotantes, emergentes y sumergidas);

Los Macroinvertebrados fueron colectados en dos fechas diferentes. La primera fecha fue el 27 de octubre de 2021 y la segunda fecha fue el 7 de abril de 2022. Solo se tomó muestras en el lago La Popa, en el humedal no fue posible por dificultades de acceso y seguridad.

Figura 24

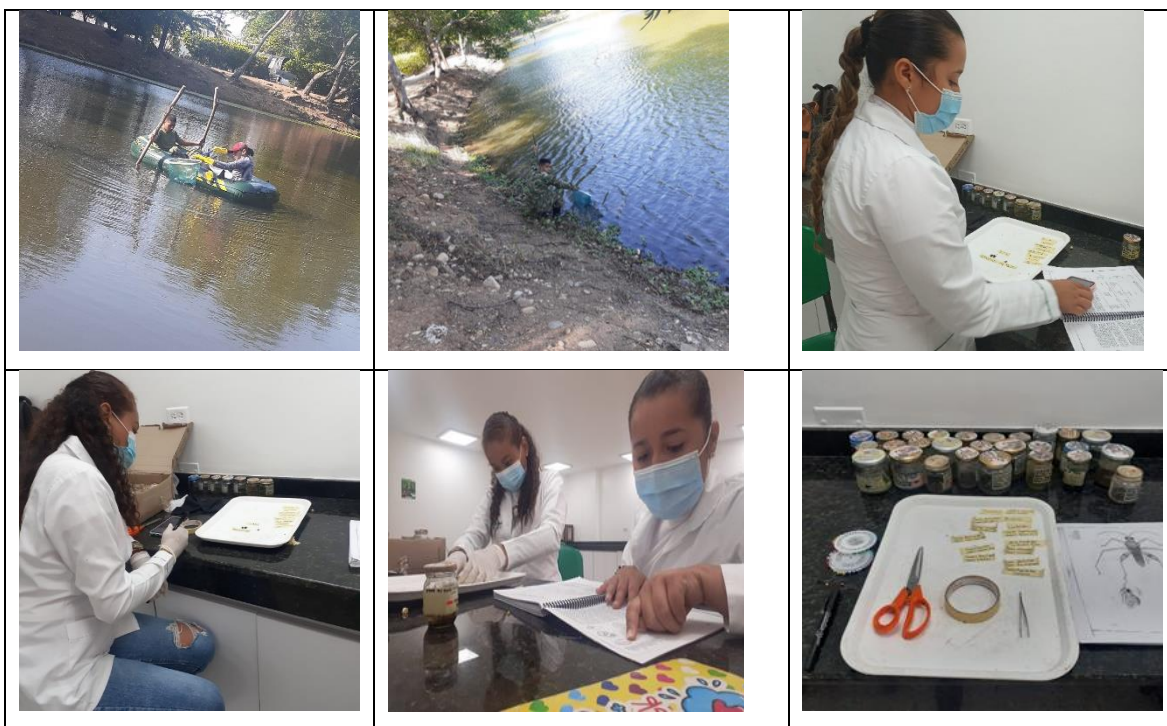
Colecta e identificación de Macroinvertebrados en el lago (27 de octubre de 2021)



Fuente. Autoras (2022)

Figura 25

Colecta e Identificación de especie de Macroinvertebrados en el lago (7 de abril de 2022)



Fuente. Autoras (2022)

7.3.2 Actividad 3.2. Clasificación taxonómica

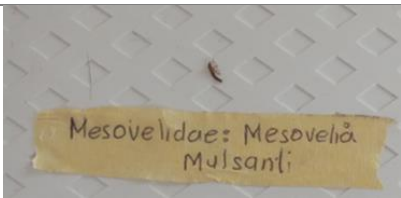
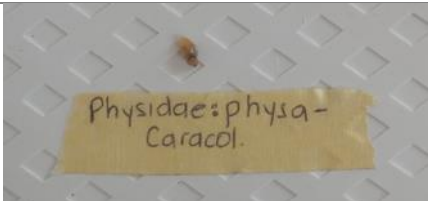
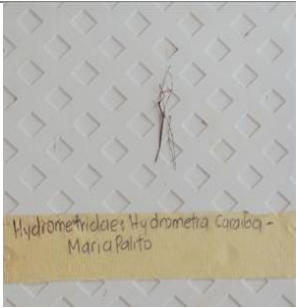
Luego de que se tome la muestra y es valorada su especie, se le atribuye un valor determinado de acuerdo a su tolerancia a la contaminación que va de 1 a 10, se entiende que las familias más tolerantes obtendrán una menor puntuación que aquellas que requieren una mejor calidad de las aguas en que viven.

La clasificación será desarrollada por las características de los microorganismos como Color, forma y tamaño; mediante formatos de laboratorio, se podrá organizar adecuadamente la ubicación de los Macroinvertebrados encontrados y con el uso del índice BMWP/COL para determinar los puntajes.

Seguidamente en la tabla 54 y 56 se observarán los nombres y la familia a la cual pertenecen los Macroinvertebrados encontrados en los puntos de muestreo correspondientes a cada temporada.

Tabla 7.

Macroinvertebrados colectados en el lago La Popa el día 27 de octubre de 2021 temporada seca

MACRO INVERTEBRADOS DEL LAGO LA POPA		
NOMBRE	FAMILIA	ORDEN
	Mesovelioidea	Hemiptera
<p>Mesovelioidea. Identificado en el punto 1.</p>		
	Physidae.	
<p>Physidae: physa-caracol. Identificado en el punto 3,4</p>		
	Hydrometridae	
<p>Hydrometridae: hydrometra caraiba-maria palito. Identificado en el punto 4,1</p>		



Lymnaea

Lymnaeidae; Lymnaea

Identificado en el punto 6,4



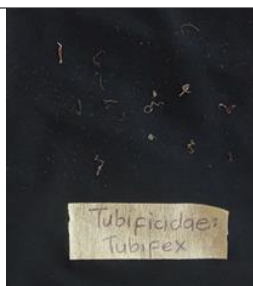
Neritidae

Archaeogastropoda

Neritida: Neritina

Identificado en el punto

7,3,1



Naididae

Haplotaxida

Tubificidae: Tubifex

Identificado en el punto

8,3



Oligochaeta

oligoquetos

Oligochaeta

Identificado en el punto

9,10



Libellulidae

Odonata

Libellulidae**Identificado en el punto****12,10,4**Orthoporus
ornatus

Spirostreptida

Orthoporus ornatus**Identificado en el punto****14,7**

Sparassidae

Araneae

Heteropoda Venatoria**Identificado en el punto****17,3**

Fuente. Autoras (2022)

Tabla 8

Índice de BMWP/COL en el periodo 27 de octubre de 2021- temporada seca

MACRO INVERTEBRADOS DEL LAGO LA POPA (INDICE BMWP)			
NOMBRE	FAMILIA	ORDEN	PUNTAJE
Mesovelioida. Identificado en el punto 1.	Mesoveliidae	Hemiptera	5
Physidae: physa-caracol. Identificado en el punto 3,4	Physidae.	Gastropoda	5
Hydrometridae: hydrometra caraiba-maria palito. Identificado en el punto 4,1	Hydrometridae	Hemiptera	7
Lymnaeidae; Lymnaea Identificado en el punto 6,4	Lymnaea	Gastropoda	4
Neritida: Neritina Identificado en el punto 7,3,1	Neritidae	Archaeogastropoda	5
Tubificidae: Tubifex Identificado en el punto 8,3	Naididae	Haplotaxida	5
Oligochaeta Identificado en el punto 9,10	Oligochaeta	oligoquetos	4
Libellulidae Identificado en el punto 12,10,4	Libellulidae	Odonata	6
Orthoporus ornatus Identificado en el punto 14,7	Orthoporus ornatus	Spirostreptida	4
Heteropoda Venatoria Identificado en el punto 17,3	Sparassidae	Araneae	4
TOTAL			49

Fuente. Autoras (2022)

Tabla 9

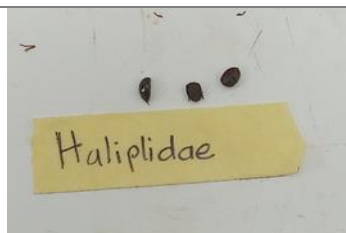
Macroinvertebrados colectados en el lago La Popa el día 07 de abril 2022-temporada de lluvia

MACRO INVERTEBRADOS DEL LAGO LA POPA

NOMBRE

FAMILIA

ORDEN

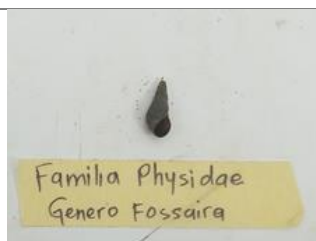


Haliplidae

Coleoptera

Haliplidae

Identificado en el punto 1

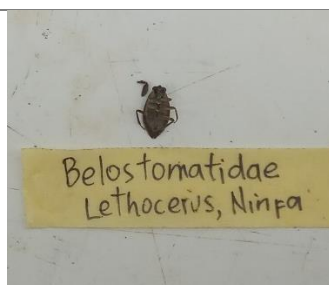


Physidae

Animalia

Physidae

Identificado en el punto 1



belostomatidae

Hemiptera

Belostomatidae

Identificado en el punto 1

Libellulidae

Odonata



Libellulidae

Identificado en el punto 1,5



Planorbidae

Hygrophila

Gyraulus. Identificado en el punto 1



Lymnaeidae

Basommatophora

Lymnaeidae

Identificado en el punto 2,11



Coleóptero

Coleoptera

Coleóptero

Identificado en el punto 3



Physidae

Physidae

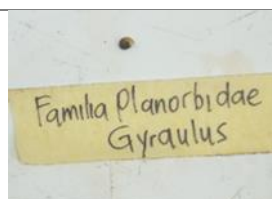
Fossaria

Identificado en el punto 3,4,1



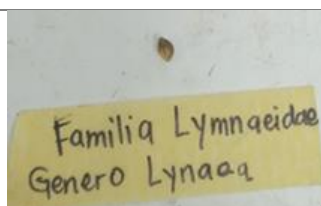
Aeshnidae

Odonata

Aeshnidae**Identificado en el punto 3**

Planorbidae

Pulmonata

Planorbidae**Identificado en el punto 5**

Lymnaeidae

Gastropoda

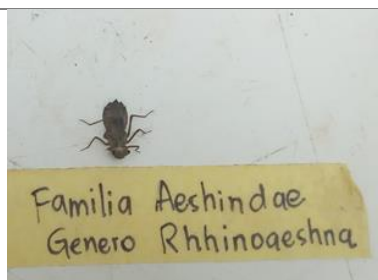
Lymnaeidae-Lynaea**Identificado en el punto 5**

Lymnaeidae.

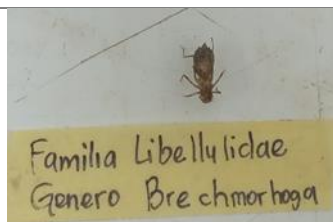
Lymnaeidae-Pseudosuccinea.**Identificado en el punto 8,9,10**



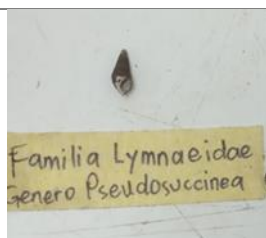
Physidae

Physidae-Fossaria**Identificado en el punto 8,9**

Aeshnidae

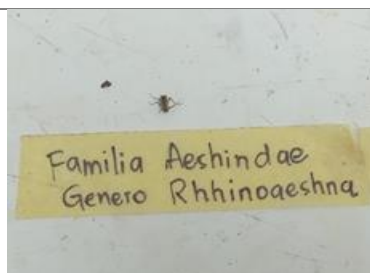
Aeshnidae-Rhinosaesna**Identificado en el punto 10**

Libellulidae

Libellulidae-Brechmorhoga**Identificado en el punto 11**

Lymnaeidae

Lymnaeidae-Pseudosuccinea**Identificado en el punto 13,14**



Aeshnidae

Aeshnidae-Rhinoaeshna

Identificado en el punto 14,15



Physidae

Physidae-Fossaira

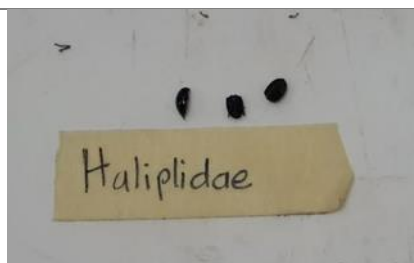
Identificado en el punto 19,17



Libellulidae

Libellulidae-Brechmorhoga

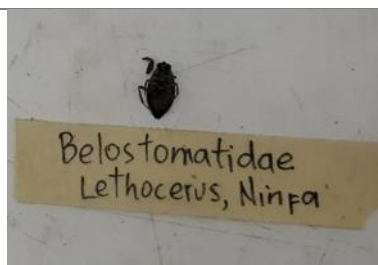
Identificado en el punto 20,11,



Haliplidae

Coleoptera

Haliplidae. Identificado en el punto 21,5,8



belostomatidae

hemiptera

Belostomatidae-Lethocerus, Ninfa

Identificado en el punto 23,9,10

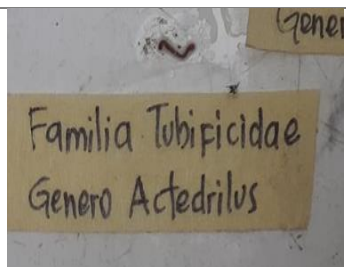


Ampullariidae

Mesogastropoda

Ampullariidae- Pomacea

Identificado en el punto 25,4,3



Tubificidae

Tubificidae-Actedrilus

Identificado en el punto 27

Fuente. Autoras (2022)

Tabla 10.

Índice de BMWP/COL en el periodo 7 de abril de 2022- temporada de lluvia

MACRO INVERTEBRADOS DEL LAGO LA POPA			
NOMBRE	FAMILIA	ORDEN	PUNTAJE
Halipidae Identificado en el punto 1	Haliplidae	Coleoptera	4
Physidae Identificado en el punto 1	Physidae	Animalia	5
Belostomatidae Identificado en el punto 1	belostomatidae	Hemiptera	5
Libellulidae Identificado en el punto 1,5	Libellulidae	Odonata	6
Gyraulus. Identificado en el punto 1	Planorbidae	Hygrophila	4
Lymnaeidae Identificado en el punto 2,11	Lymnaeidae	Basommatophora	4
Coleóptero Identificado en el punto 3	Coleóptero	Coleoptera	7
Physidae	Physidae		5
Fossaria Identificado en el punto 3,4,1	Lymnaeidae		4
Aeshnidae Identificado en el punto 3	Aeshnidae	Odonata	6
Planorbidae Identificado en el punto 5	Planorbidae	Pulmonata	4
Lymnaeidae-Lynaea Identificado en el punto 5	Lymnaeidae	Gastropoda	4
Lymnaeidae-Pseudosuccinea. Identificado en el punto 8,9,10	Lymnaeidae	Basommatophora	4
Physidae-Fossaria Identificado en el punto 8,9	Physidae		5
Aeshinae-Rhynchoaeshna Identificado en el punto 10	Aeshnidae		6
Libellulidae-Brechmorhoga Identificado en el punto 11	Libellulidae	Odonata	6
Lymnaeidae-Pseudosuccinae Identificado en el punto 13,14	Lymnaeidae	Basommatophora	4
Aeshinae-Rhynchoaeshna Identificado en el punto 14,15	Aeshnidae		6

Physidae-Fossaira Identificado en el punto 19,17	Physidae		5
Libellulidae-Brechmorhoga Identificado en el punto 20,11,	Libellulidae	Odonata	6
Haliplidae. Identificado en el punto 21,5,8	Haliplidae	Coleoptera	4
Belostomatidae-Lethocerus, Ninfa Identificado en el punto 23,9,10	belostomatidae	hemiptera	5
Ampullariidae- Pomacea Identificado en el punto 25,4,3	Ampullariidae	Mesogastropoda	9
Tubificidae-Actedrilus Identificado en el punto 27	Tubificidae		1
PUNTAJE			119

Fuente. Autoras (2022)

Tabla 11.

Resultados del índice BMWP/Col del Lago la popa

Periodo	DQO (mg/l)	Puntaje	Clase	Significado	Calidad	Color
Seca	25,6	49	III	Aguas moderadamente contaminadas	Dudosa	
Lluvia	23,47	119	II	Aguas ligeramente contaminadas	Aceptable	

Fuente: autoras

Los resultados obtenidos en el índice de calidad BMWP/Col, nos indica que para la época seca el agua tenía una calidad de clase III (dudosa), aquí observamos familias como Lymnaeidae

las cuales viven prácticamente en todo tipo de agua y resisten cierto grado de contaminación, los odonatos las cuales se encuentran en los márgenes de los lagos, viven en aguas limpias o ligeramente eutrofizadas (Arango & Roldan), pero unas de las familias más encontrada fue la libellulidae la cual es un indicadores de aguas medianamente eutrofizadas.

Basado en la tabla 11, y el resultado obtenido de 119, se concluye que la calidad del agua en el lago La Popa en el periodo de estudio es Aceptable, de clase II, aguas ligeramente contaminadas: no se evidencian efectos de contaminación, se encuentran familias como gastropodas que son un componente muy importante en ecosistemas acuáticos ya que juegan un rol vital en el procesamiento de materia orgánica. Estos moluscos se alimentan generalmente de vegetales, detritus o del perifiton que cubre los sustratos duros de los ríos, lagos y lagunas. Los organismos pertenecientes a estas clases se asocian a la calidad de agua y a las características físicas del ambiente y, a la disponibilidad de alimento (Caballero 2015). También se encontró familias como Physidae Fossaria generalmente no se encuentra en aguas limpias sino en lugares fangosos pegados a piedras, hojas secas y troncos. Son muy escasos los reportes de la especie en ríos de aguas claras está muy asociada con la vegetación semiacuática o de borde, lo cual logra por sus características anfibas (Pfeiffer, 1839). Así como se acentúo la presencia de Macroinvertebrados más tolerantes a la contaminación, como aquellos de los órdenes Coleoptera,

En las dos épocas climáticas se determinó gracias al índice BMWP/Col, que según Arroyo & Encalada (2009), es el índice ideal para determinar la calidad del agua en el ecosistema montano, debido a que más del 97% de familias de Macroinvertebrados registradas se encuentran incluidas en este índice de calidad. Además de ser el más utilizado para evaluar la integridad de sistemas acuáticos en América Latina (Ramírez & Gutiérrez-Fonseca, 2014).

7.4 Etapa 4. Diseñar medidas de conservación y preservación necesarias para la formulación del plan de restauración.

7.4.1 Actividad 4.1. Análisis y diseño de las medidas

- Las estrategias planteadas como medidas de conservación, preservación que hace parte de los procesos de restauración ecológica en el lago La Popa y el humedal El Eneal, son las siguientes:
- Promover la conservación de la biodiversidad en las zonas.
- El mejoramiento de la calidad y cantidad de hábitats para la fauna
- El mantenimiento y conservación de bienes y servicios ecosistémicos, el aumento de la biodiversidad, mejoramiento del paisaje, disminución de la sedimentación y erosión.
- El manejo de plantas invasoras y de malezas mediante mantenimiento periódico.
- Promover acciones de restauración ecológica en torno a la preservación del agua y la recuperación de la vegetación nativa.
- La adopción de medidas de saneamiento básico principalmente relacionadas con el recurso hídrico y recolección de residuos sólidos en los cuerpos de agua.
- Dar cumplimiento a las exigencias de la legislación vigente
- Construcción de mesas de participación e intercambio y de saberes y experiencias.
- El cambio de actitud de los pobladores cerca a los cuerpos de agua, en la conservación y protección de los recursos naturales a través de la educación y la capacitación.

- Identificar e incluir a las personas y organizaciones más relevantes que puedan representar un mayor rango de intereses, con poder y medios para aplicar las decisiones.
- El fortalecimiento institucional que rige la administración del recurso como lo es la alcaldía, buscando la coordinación interinstitucional de todas las entidades públicas y privadas entre ellas Corpocesar, la Universidad con responsabilidades ambientales en el área de los cuerpos de agua.

7.4.2 Actividad 4.2. Desarrollar Actividades de socialización y concientización

Se realizó actividad de socialización y conservación de los cuerpos de agua con poblaciones aledañas a los mismos, con el fin de transferir conocimiento e inculcar un buen manejo a estos ecosistemas que son relevantes para la zona. Se tuvo la participación de varias familias con gran disposición en hacerse partícipes en el cuidado ambiental y ecológico del lago La Popa y el humedal El Eneal.

Figura 26

Folleto para socialización con la comunidad



FORMULACIÓN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN DEL LAGO LA POPA Y EL HUMEDAL EL ENEAL QUE AFLORAN EN LA DECIMA BRIGADA DE VALLEDUPAR-CESAR

FORMULACIÓN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN DEL LAGO LA POPA Y EL HUMEDAL EL ENEAL QUE AFLORAN EN LA DECIMA BRIGADA DE VALLEDUPAR-CESAR

DANIELA ROMERO HERRERA
MAYLED VILLADIEGO ARIAS

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLÓGICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR-CESAR

Cuidemos nuestro planeta





Historia

Los humedales y los lagos representan una gran importancia ecológica y ambiental, pero en la actualidad, debido al crecimiento industrial y demográfico acelerado, que ha generado el consumo excesivo de recursos naturales, ha causado que estos cuerpos de aguas estacionales, han estado desapareciendo a nivel mundial; adicionalmente que es desconocida su importancia y debido a esto se les ha restado importancia. De acuerdo a lo expuesto en la Convención de Ramsar sobre los Humedales, las principales causas de degradación de los humedales son dada por: El desarrollo de infraestructuras, particularmente en valles fluviales y zonas costeras, la contaminación del aire y del agua, el exceso de nutrientes y la desviación de agua.



Que es un lago?

La sociedad geográfica de Colombia académicas de ciencias geográficas (1953), define lago como un depósito más o menos considerable de agua dulce o salada, con conexión con el mar o sin ella, son drenados o alimentados por otros cuerpos tales como ríos y arroyos, que a diferencia de estos, sus aguas no fluyen hacia alguna dirección.

Que son los humedales?

De acuerdo a lo expuesto por la convención Ramsar (2017) "Los humedales son extensiones superficiales cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros". Se puede concluir que estos cuerpos de agua son suelos que se encuentran saturados de agua durante extensos periodos de tiempo y que se pueden clasificar en marinos, costeros, artificiales y continentales.



importancia de estos ecosistemas

"La biodiversidad es una fuente de servicios para los seres humanos y su valor es inmenso, no obstante, la diversidad de especies que hay en la tierra viven en ecosistemas y su conservación depende del cuidado que le demos a estos. Las amenazas a nuestra biodiversidad justifican la necesidad de promover en todos los niveles educativos, la formación de seres conscientes de la fragilidad de nuestra gran riqueza natural y del uso sustentable de los recursos biológicos. La mitigación de las amenazas requiere que generemos actitudes ambientales, patrones conductuales de compromiso con los recursos naturales de la región a la cual pertenecemos"

Fuente. Autoras (2022)

Figura 27

Socialización con la comunidad



Fuente. Autoras (2022)

Figura 28*Registro de asistencia a capacitación*

Fecha: 04 de Septiembre del 2022

**FORMULACIÓN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN DEL LAGO LA POPA Y EL
HUMEDAL EL ENEAL QUE AFLORAN EN LA DECIMA BRIGADA DE
VALLEDUPAR-CESAR**

Nº	NOMBRE Y APELLIDO	CEDULA	FIRMA
1	Cindy Guerrero	1126249827	Cindy Guerrero
2	Nancy Martinez	39009764	Nancy Martinez
3	Evelquis Ruche	14458806	Ruche
4	Maria Puella	36709755	Maria Puella
5	Omar Gutierrez	1003233258	Omar Gutierrez
6	Jesus Guerrero	1007182249	Jesus Guerrero
7	Angelito Gutierrez	1065614927	Angelito Gutierrez
8	Eloy Vides	7448582	Eloy Vides
9	Emilia Gulloso	1193333100	Emilia G
10	Emela Gulloso P	1193333099	Emela G.
11	Brayon Perez	106582242	Brayon Perez
12	Johan Ariño	1.064.794.165	Johan Ariño
13			
14			
15			

**ELABORADO POR: DANIELA ROMERO HERRERA
MAYLED VILLADIERO ARIAS**

Fuente. Autoras (2022)

7.4.3 Actividad 4.3. Implementar estrategias de restauración

Dentro de las estrategias planteadas, se realizó una jornada de limpieza en el lago La Popa, donde se tuvo la colaboración del batallón La Popa, esta jornada ayudo a darle un mejoramiento a las condiciones del lago, y una buena apreciación en el paisaje.

Figura 29

Limpieza en el lago La Popa



Fuente. Autoras (2022)

8 Conclusiones

Se puede decir que se realizó un análisis de la situación que se apreció en el instante de entrar a los cuerpos de aguas como lo son el lago La Popa y el humedal El Eneal, donde se observó la situación que se viene presentando debido a la contaminación por acción antrópicas en los cuerpos de agua, muchas variables que están provocando el deterioro ambiental y ecológico de los dos cuerpos de aguas. Cabe destacar que esto se evidencio por visita de campo, como a su vez se analizó información secundaria de estudios realizados por Corpocesar, que al realizar la trazabilidad nos arrojan que los dos cuerpos de agua vienen siendo afectados tanto por mala disposición de residuos, como de deforestación, poca educación ambiental y la sobrepresión de sus cauce y zonas linderas tanto del humedal El Eneal y del lago La Popa. A su vez, se pudo identificar tipos de especies florísticas y faunísticas, y que vienen sufriendo afectaciones, como al paisaje, la calidad del agua.

Se realizaron los respectivos muestreos de aguas, para la evaluación de los parámetros físico, químicos y microbiológicos en los dos cuerpos de aguas como lo son el lago La Popa y el humedal El Eneal, se analizaron en dos temporadas, en temporada seca y temporada húmeda, los parámetros fueron evaluados, una parte en laboratorio de la UPC y la otra parte en laboratorio LBM, donde algunos parámetros como el fosforo para el lago La Popa estaba por encima de los valores permisibles en época seca, a su vez el parámetro de Coliformes fecales que estaban por encima de la norma tanto para el lago La Popa y el humedal El Eneal en las dos épocas (Lluvia y seca), otros parámetros tuvieron diferencias entre las dos épocas de lluvia y Seca para los dos cuerpos de agua, pero se encontraron dentro de los valores permisibles por la normatividad. No obstante se viene presentando procesos de eutrofización por exceso de residuos fisiológico

(excrementos) de una manera moderada, pero no siendo menos relevantes en la atención para los dos cuerpos de agua.

Se identificaron los Macroinvertebrados que se encontraron en el lago La Popa, no se pudo realizar en el humedal El Eneal por dificultades de seguridad y riesgo biológico. Los Macroinvertebrados encontrados se les realizó identificación taxonómica, con el objetivo de calcular el índice de BMWP/COL, para saber la calidad del agua. Arrojando para la época seca un valor de 49 lo que se cuantifica como clase III (calidad dudosa) y para la época de lluvia 119, se cuantifica como Clase II (ligeramente contaminada).

Se plantearon las diferentes estrategias de conservación y preservación como medidas dentro del plan de restauración ecológica en los dos cuerpos de agua, con enfoques ambientales, ecológicos, de infraestructura y sociales, a su vez se implementaron algunas medidas como lo fue la limpieza del lago La Popa y la socialización y capacitación con las comunidades aledañas a las fuentes hídricas. A su vez se desarrollaron algunas estrategias como lo fue jornada de limpiezas y retiro de residuos en el lago La Popa, y campañas de capacitación y sensibilización al cuerpo militar y comunidades aledañas al lago La Popa y el humedal El Eneal.

9 Recomendaciones

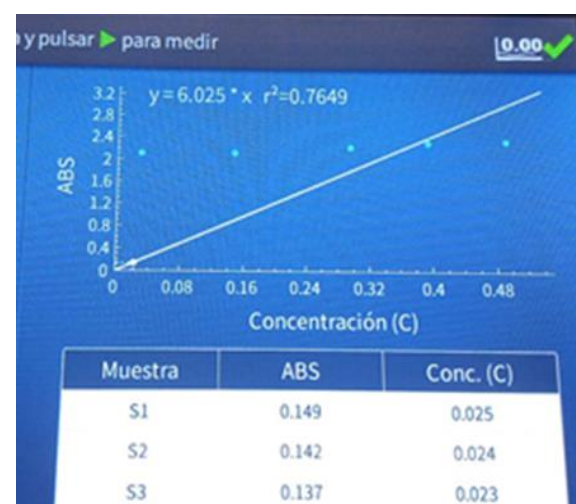
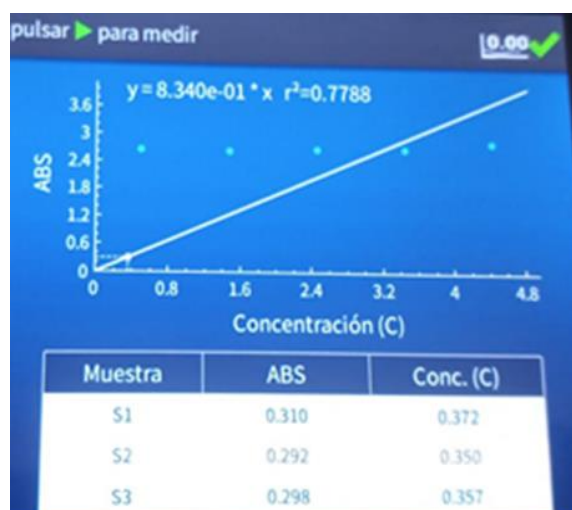
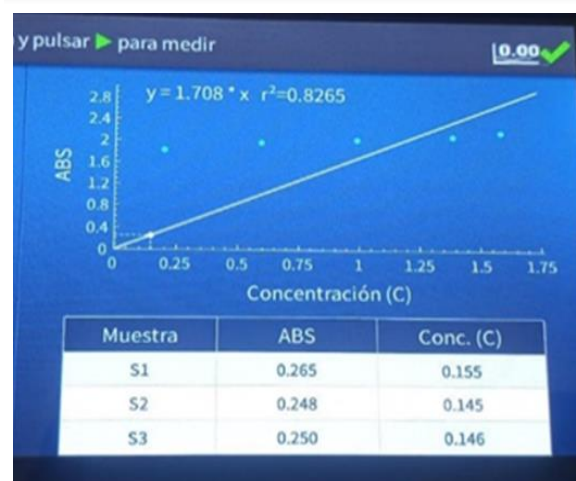
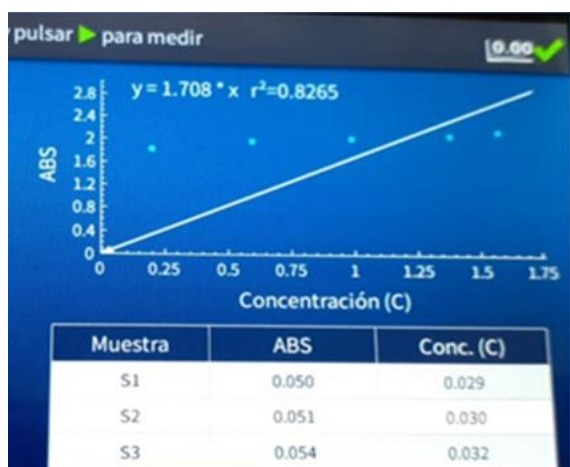
Dentro de las recomendaciones, se plantea que el proyecto de grado sea puesto en marcha e implementación de las medidas de restauración ecológica en los dos cuerpos de agua superficial, tanto para el lago La Popa como en el humedal El Eneal. Se plantea que haya un mayor compromiso de las entidades públicas y privadas que inciden en el entorno de los cuerpos de agua, para evitar a futuro deterioro o la no recuperación de estos ecosistemas estratégicos, generando pérdida de la biodiversidad en el municipio de Valledupar.

10 Bibliografía

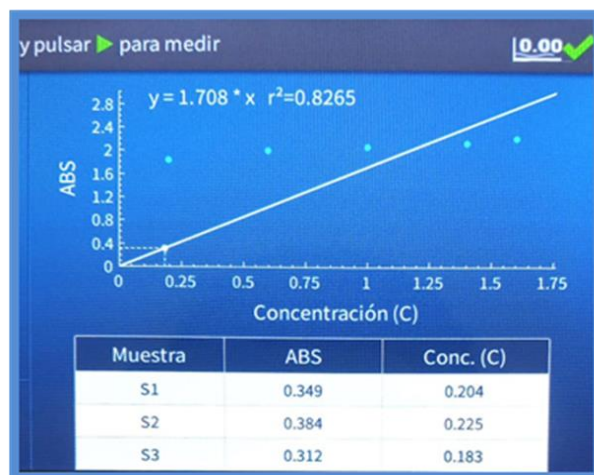
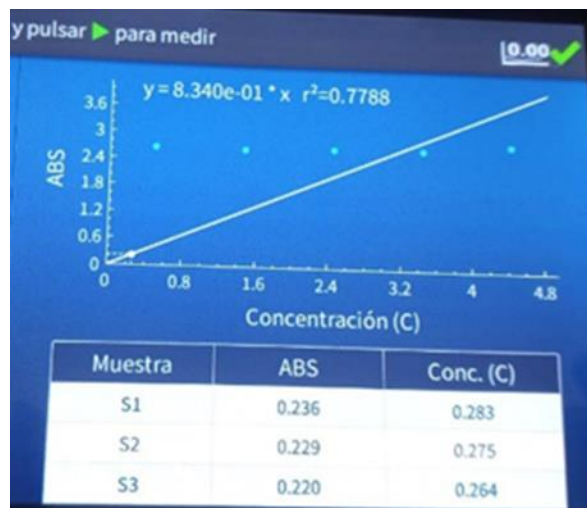
- Arango, Á. (2005). *Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Obtenido de file:///C:/Users/danielaa/Downloads/05-0424PS.pdf.
- Brochero, M. B. (2017). *Diagnostico hídrico, ambiental y social del cuerpo de agua lenticó humedal María Camila, ubicado en el área urbana del municipio de Valledupar departamento del Cesar*.
- CONGRESO NACIONAL. (1997). *LEY 357 DEL 21 DE ENERO DE 1997: "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas"*. Obtenido de <https://justiciaambientalcolombia.org/wp-content/uploads/2014/04/ley-357-de-1997.pdf>.
- Convención de Ramsar sobre los Humedales. (s.f.). *El cuidado de los humedales una respuesta al cambio climático*. Obtenido de https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/wwd/10/wwd2010_aa_leaflet_s.pdf
- Corpoboyaca. (20 de marzo de 2017). *Corpoboyaca*. Obtenido de Implementación de estrategias para la conservación y la restauración de ecosistemas: <https://www.corpoboyaca.gov.co/proyectos/conservacion-restauracion-y-manejo-de-ecosistemas-y-biodiversidad/implementacion-de-estrategias-para-la-conservacion-y-la-restauracion-de-ecosistemas/>
- CORPOCESAR. (2018). *Impone medida ambiental al municipio de Valledupar para recuperar y proteger el humedal el Eneal*. Obtenido de <https://atlinnovacion.com/corpocezar-impone-medida-ambiental-al-municipio-valledupar-recuperar-protger-humedal-eneal/>
- Diario del Cesar*. (3 de Febrero de 2019). Obtenido de MUERE HUMEDAL DE EL ENEAL: Corpocesar culpa a la Alcaldía de Valledupar: <https://www.diariodelcesar.com/archivos/5325>
- Garrido, A. (2009). *Manual de métodos de estudio y cuantificación de flujos hídricos en humedales*. Obtenido de <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/1794/pfc3114.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Geoenciclopedia*. (5 de Octubre de 2019). Obtenido de lago: <https://www.geoenciclopedia.com/lagos/>.
- Giraldo, & Londoño. (2010). *Métodos analíticos para la evaluación de la calidad fisicoquímica del agua*. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/49658/7/9789588280394.pdf>.
- IDEAM. (2014). *Metodología de análisis*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/agua/metodos-analiticos>
- La Convención de Ramsar. (s.f.). *Humedales: en peligro de desaparecer en todo el mundo*. Obtenido de <https://humedaleschile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/10/en-peligro.pdf>
- Manual de la convención de Ramsar sobre humedales. (2009). Obtenido de https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_manual2006s.pdfkm
- Medina, R. (2013). *Evaluación de un humedal artificial de flujo superficial para el tratamiento de aguas residuales de la universidad libre*. universidad libre. Obtenido de <https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/9997/EVALUACION%20DE%20UN%20HUMEDAL%20HSS%20PARA%20LA%20U%20LIBRE..pdf?sequence=1>.
- Minambiente. (4 de Julio de 2016). *Minambiente*. Obtenido de Constitución del 91, la carta que le dio un reconocimiento al medio ambiente: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2351-constitucion-del-91-la-carta-que-le-dio-un-reconocimiento-al-medio-ambiente>
- Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible. (2017). *acotamiento de las rondas hídricas*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/Decreto_2245_29-12-2017-Ronda_Hidrica-a1.pdf.
- Molano, & Garcia. (2018). *Determinación del índice BMWP/Col, mediante la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua, en el cauce del río Guachicos, que surte el acueducto del municipio de Pitalito*. Obtenido de Determinación del índice BMWP/Col, mediante la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua, en el cauce del río Guachicos, que surte el acueducto del municipio de Pitalito.

- Pérez, R. (2003). *Sobre bioindicadores de la calidad de agua en Colombia*. Medellín. Colección ciencia y tecnología. universidad de Antioquia. Obtenido de https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=zejgikztf2uc&oi=fnd&pg=pr11&dq=indice+bmwp+col&ots=lmn2yxbuif&sig=paj1y9ptgukfknbortole_hvzmg#v=onepage&q=indice%20bmwp%20col&f=false
- Pérez, R., Riveiro, F., Jiménez, N. M., Manganiello, L., Vega, C., Cova, R., & Moreno, J. (2017). Evaluación de la calidad del agua en un humedal de agua salada del Caribe. *Revista INGENIERÍA*, 417-427.
- Pineda, J. (2015). *El valor de los ecosistemas para la humanidad y la biodiversidad*. Obtenido de EN COLOMBIA: <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/valor-ecosistemas-biodiversidad/>
- Prieto, M., & Fernández, R. (2016). *Elementos de urbanismo azul: lagos naturales y artificiales* (Vol. 9). Ediciones Universidad de América.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2008). *Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos*. Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Semana. (2017). *Semana*. Obtenido de Así se recupera el lago de tota: <https://www.semana.com/opinion/articulo/recuperacion-el-lago-tota/527727>.
- Senhadji, K., Ruiz, M., & Rodríguez, J. P. (2017). ESTADO ECOLÓGICO DE ALGUNOS HUMEDALES COLOMBIANOS EN LOS ÚLTIMOS 15 AÑOS: UNA EVALUACIÓN PROSPECTIVA. *Colombia Forestal*, 181-191.
- Seriestypelículasworld*:. (2013). Obtenido de Humedales que son, funciones, fauna y flora: <https://seriestypelículasworld.wordpress.com/2013/03/30/humedales-que-son-funcionesfauna-y-flora/>
- TESISPLUS. (2019). Obtenido de Tipos de diseño de investigación: <https://tesisplus.com/diseño-de-investigacion/tipos-de-diseno-de-investigacion/>.
- Yáñez, S. (2018). *Influencia del pH en la eficiencia del tratamiento de aguas residuales en humedales construidos de flujo vertical*. Universidad de Coruña. Obtenido de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/20315/YanezTorrente_Sandra_TFG_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y



Resultados del laboratorio del humedal



INFORME DE RESULTADOS No. 35390

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
 CLIENTE: MAYLED CAROLINA VILLADIEGO ARIAS
 SOLICITANTE: MAYLED CAROLINA VILLADIEGO ARIAS
 DIRECCIÓN: ALAMOS 2 MZ 11 CASA 43
 NIT: 1065998984
 CIUDAD: VALLEDUPAR
 TELEFONO: 3153482009

INFORMACIÓN MUESTRA
 No. TOTAL DE MUESTRAS: 2
 MUESTRA No.: 35390-2
 SITIO DE MUESTREO: HUMEDAL
 COORDENADAS: NO INFORMADO
 TOMADA POR: CLIENTE
 NATURALEZA: AGUA SUPERFICIAL
 NOMBRE DE LA MUESTRA: HUMEDAL EL ENEAL
 IDENTIFICACION POR: CLIENTE
 TIPO DE MUESTREO: SIMPLE
 FECHA Y HORA DE TOMA: 2021/12/01
 FECHA DE RECIBIDO: 2021/12/02
 FECHAS DE ANÁLISIS: 2021/12/02 al 2021/12/29
 EMISIÓN DEL INFORME: 2021/12/29

RESULTADOS - MUESTRA No. 35390-2

ANÁLISIS REALIZADO	UNIDAD	RESULTADOS	LCM	METODOLOGIA UTILIZADA	DOCUMENTO NORMATIVO
FIBICOQUIMICA					
N. TOTAL					
(A) NITRATOS	mg NO3-N/L	0.2110	0.1000	METODO DE SALICILATO DE SODIO ANALISIS DE AGUAS - FIDDER 9th EDITION, 2010	
(A) NITROSOS	mg NO2-N/L	< 0.0100	0.0100	COLORIMETRO: STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - APHA, APHA, WEF, 4000 NO2-N (ED 23, 2017)	
(A) NITROGENO AMONIAICAL	mg NH3-N/L	< 0.2800	0.2800	REDUCCION: STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - APHA, APHA, WEF, 4500 NH3-N (ED 23, 2017)	
(A) NITROGENO KJELDAHE	mg N/L	< 4.0000	4.0000	REDUCCION: STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - APHA, APHA, WEF, 4500-NH3-N (ED 23, 2017)	
MICROBIOLOGICA					
(BAC) NUMERO MAS PROBABLE DE COLIFORMES	FMP/100 mL	8x10 ¹	1,8	TECNICA DE FERMENTACION EN TUBOS MULTIPLES - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - APHA, APHA - WEF (2017), ED 23, 2017	

(A): Acreditado - (BAC): No Acreditado - (SMB): Substrato abido - LCM: Limite de cuantificación del método.

Luis Benavides
 LUIS BENAVIDES
 QF Mic Ing Amb

ESTOS RESULTADOS SON VALIDOS ÚNICAMENTE PARA LAS MUESTRAS ANALIZADAS EN LOS PARÁMETROS ANALIZADOS. ESTOS RESULTADOS NO PUEDEN SER REPRODUCIDOS PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. EL ALGO LIBRE PARA ACEPTAR OBSERVACIONES CON RESPECTO A LOS RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA DEBE SER DIRIGIDA A LA EMPRESA DE ESTE PARAMETRO. TIEMPO DE CUENTA DE LAS MUESTRAS SI NO SE RECIBEN OBSERVACIONES SE DA POR ACEPTADA LA COMPARACION DEL INFORME Y SE PROCEDERA A LA EMISIÓN DE LAS MUESTRAS AL CLIENTE PARA QUE ESTE SE OCUPARE DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE LAS MIRMAS LA CORRESPONDENCIA DE LOS FOMOS TRANSPORTADOS POR UN FACILIDAD SUETA A LA RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE EL PERSONAL DE LINEA SE ABSTIENE DE HACER COMENTARIOS, INTERPRETACIONES O RECOMENDACIONES ACERCA DE LOS RESULTADOS, SALVO SOLICITUD EXPRESA DEL CLIENTE.

VIA: 4679-206: BARRIOHUALAVALDADO - TEL: 3002530674 - TELEFAX: 300253

Página 2 de 2

