



**UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES**

**CONDICIONES AMBIENTALES DEL HUMEDAL DE SIERRA CHIQUITA, MUNICIPIO DE  
MONTERÍA**

**TATIANA MARIA ARTEAGA HERNANDEZ**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
MAESTRIA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE  
MANIZALES, COLOMBIA**

**2014**

**CONDICIONES AMBIENTALES DEL HUMEDAL DE SIERRA CHIQUITA, MUNICIPIO  
DE MONTERÍA**

**TATIANA MARIA ARTEAGA HERNANDEZ**

**Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para  
optar al título de:**

**Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

**Director:**

**Dr. CESAR AUGUSTO AGUIRRE ARANGO. ESP. MG.**

**Línea de Investigación:**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN BIOSISTEMAS INTEGRADOS**

**Grupo de Investigación:**

**TATIANA MARIA ARTEAGA HERNANDEZ**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
MAESTRIA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE  
MANIZALES, COLOMBIA**

**2014**

## DEDICATORIA

A Dios por darme fortaleza y su respaldo.

A mis padres y hermanas por ser el regalo máspreciado que tengo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi madre Miladys Hernández, Padre José Arteaga y hermanas Diana Milena y Karina, por su respaldo, apoyo y colaboración.

A los coordinadores y docentes de la maestría de la universidad de Manizales, por sus directrices y conocimientos en estos dos años de proceso académico.

A mis compañeros de maestría y a todas las personas que contribuyeron a culminar este logro.

## RESUMEN

Los recursos naturales están representados por un capital natural, el cual brinda diversos servicios al hombre, pero lamentablemente estos recursos se están deteriorando y extinguiendo a causa de las diferentes acciones antrópicas que se realizan de manera desmedida, ocasionando deterioro en la calidad de vida del ser humano y del ambiente. Un sistema que no está exento de este detrimento es el Humedal de Sierra Chiquita, el cual es un sistema con gran biodiversidad y productividad por sus características, propiedades y beneficios ecosistémicos que poseen. En el presente trabajo se estudiaron las condiciones del Humedal y se realizaron ensayos de caracterización del agua y suelo, que determinaron el estado de deterioro del sistema y de acuerdo a esto se propusieron una serie de estrategias para la recuperación, cuidado y conservación, teniendo en cuenta un desarrollo sostenible que garantice la integridad ecológica, que favorezca el ambiente, haciendo participe a la comunidad y las diferentes entidades de control.

Es importante aclarar que este trabajo de tesis se realizó con recursos propios y es independiente a la Evaluación ecológica rápida del humedal de Sierra Chiquita y al Plan de manejo de la ciénaga de Sierra Chiquita en el departamento de Córdoba, elaborados por la Corporación autónoma de los Valles de Sinú y San Jorge, aunque tienen relación por ser del Humedal de Sierra Chiquita y servirá de apoyo para la ejecución de estos y otras investigaciones.

**Palabra clave:** antrópica, capital natural, caracterización, ecosistema, estrategia, integridad ecológica, humedal.

## ABSTRACT

Natural resources are represented by natural capital, which provides various services to man, but unfortunately these resources are deteriorating and dying due to various anthropogenic actions taken so excessive, causing deterioration in the quality of life of being human and environment. A system that is not exempt from this expense is the Wetland Sierra Chiquita, which is a system with high biodiversity and productivity of their characteristics, properties and ecosystem benefits they have. In this paper Wetland conditions were studied and a characterization tests water and soil, which determined the deteriorating state of the system and accordingly a number of strategies for recovery, care and conservation were proposed, were performed taking into account sustainable development to ensure ecological integrity, which favors the environment, making participate to the community and the different entities control.

It is important to clarify that this thesis was performed with own resources and is independent of the Rapid Ecological Assessment of Wetland Plan Sierra Chiquita and management of the morass of Sierra Chiquita in the department of Córdoba, developed by the Autonomous Corporation of Valles Sinu and San Jorge, but are related by being Wetland Sierra Chiquita and will support the implementation of these and other investigations.

**Keyword:** anthropogenic, natural capital, characterization, ecosystem strategy, ecological integrity, wetland.

## Tabla de contenido

	pág.
Introducción.....	16
1. Planteamiento del problema.....	18
1.1 Antecedentes.....	18
1.2 Descripción del problema.....	21
1.2.1 Posibles preguntas que se generan a partir de lo observado.....	24
1.3 Justificación.....	24
2. Objetivos.....	27
2.1 Objetivo general.....	27
2.2 Objetivos específicos.....	27
3. Fundamentación Teórica o marco teórico.....	28
3.1 Marco referencial.....	28
3.1.1 Marco legal.....	28
3.1.2 Marco conceptual.....	32
3.1.3 Marco teórico.....	34
4. Diseño metodológico.....	48
5. Resultados síntesis diagnóstica del territorio.....	51
5.1 Ubicación geográfica.....	51
5.2 Aspectos físicos.....	54
5.3 Geología, geomorfología, suelo y relieve.....	55
5.4 Hidrogeología.....	57
5.5 Aspectos bióticos.....	58

	pág.
5.6 Aspectos socioeconómicos.....	59
5.7 Nivel educativo.....	60
5.8 Actividades económicas.....	60
5.9 Infraestructura.....	61
5.10 Encuestas realizadas a la comunidad de Sierra Chiquita.....	62
5.10.1 Resultado análisis de las encuestas.....	63
5.11 Resultado del análisis de la matriz de problemas ambientales del humedal de Sierra Chiquita.....	72
5.12 Comparación de síntesis diagnóstica y problema ambientales del humedal de Sierra Chiquita-Montería, con humedales de la ciudad de Bogotá.....	79
5.12.1 Síntesis diagnóstica de la problemática de los humedales Jaboque y El techo.....	79
5.12.1.1 Resultado análisis comparativo de los humedales.....	91
6. Resultado de la caracterización física, química y microbiológica del agua y suelo del humedal de Sierra Chiquita.....	93
6.1 Análisis estadístico.....	93
6.2 Caracterización química y física del suelo.....	95
6.2.1 Recurso suelo.....	95
6.2.1.1 Propiedades físicas del suelo.....	97
6.2.1.2 Propiedades químicas de los suelos.....	100
6.2.1.3 Geología.....	105
6.3.1 Metodología muestreo de suelo.....	109
6.4 Caracterización física, química y microbiológica del agua.....	111



6.4.1	Parámetros físicos.....	115
6.4.2	Parámetros químicos.....	116
6.4.2.1	Sustancias químicas.....	117
6.4.3	Parámetros biológicos.....	117
6.4.3.1	Indicadores fisicoquímicos.....	118
6.6.4	Metodología muestreo del agua.....	121
6.5	Resultado del análisis comparativo de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua del humedal de Sierra Chiquita con Humedales de la ciudad de Bogotá.....	122
6.5.1	Humedal Jaboque.....	122
6.5.2	Humedal el Techo.....	127
7.	Interpretación de resultados y discusión.....	134
7.1	Interpretación de resultados análisis de suelos.....	134
7.2	Interpretación de análisis de agua humedal de Sierra Chiquita.....	138
7.2.1	Interpretación de análisis de resultados de humedal de Sierra Chiquita, época invierno.....	138
7.2.2	Índices de contaminación época de verano.....	146
7.2.3	Interpretación de valores de potencial Redox en el humedal de Sierra Chiquita, época de verano.....	147
7.3	Interpretación análisis comparativo de las características físicas y químicas del recurso agua del humedal de Sierra Chiquita con humedales de la ciudad de Bogotá.....	151
8.	Estrategia de la gestión ambiental para el manejo del humedal de	

	Sierra Chiquita.....	153
8.1	Estrategias para la restauración, protección y conservación del humedal de Sierra Chiquita.....	155
8.1.1	Procesos de educación ambiental.....	156
8.1.2	Estructuras hidráulicas para la operación sostenible.....	158
8.1.3	Saneamiento básico.....	160
8.1.4	Recuperación y conservación del ecosistema.....	161
8.1.5	Control y seguimiento interinstitucional.....	163
9.	Conclusiones.....	168
10.	Recomendaciones.....	170
	Referencias.....	173
	Anexos.....	177

## Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Departamento de Córdoba y Municipio de Montería.....	52
Figura 2. Microcuenca de la Ciénaga de Sierra Chiquita.....	53
Figura 3. Vereda de Sierra Chiquita.....	53
Figura 4. Panorámica Humedal de Sierra Chiquita.....	54
Figura 5. Mapa Red Hidrológica. En línea azul los arroyos (marrón a vegetación del pantano).....	55
Figura 6. Serranía de San Jerónimo adyacente al Humedal de Sierra Chiquita.....	56
Figura 7. Espejo de agua en época de invierno, Humedal de Sierra Chiquita.....	58
Figura 8. Ecosistema del Humedal de Sierra Chiquita.....	59
Figura 9. Erosión Serranía adyacente al humedal.....	79
Figura 10. Cultivos de ají y maíz dentro de la zona del humedal.....	79
Figura 11. Geomorfología Municipio de Montería.....	107
Figura 12. Herramienta y equipo utilizado en el muestreo de suelos y aguas.....	111
Figura 13. Humedal Jaboque.....	125
Figura 14. Humedal el Techo.....	130
Figura 15. Medición potencial Redox.....	149
Figura 16. Medición potencial Redox, espejo de agua – época de verano.....	149

## Lista de cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Ingresos obtenidos por la población.....	64
Cuadro 2. Matriz de problemas ambientales Humedal de Sierra Chiquita.....	69
Cuadro 3. Comparativo de síntesis diagnóstica de humedal de Sierra Chiquita con humedales de la ciudad de Bogotá.....	88
Cuadro 4. Resultado campaña 1.....	126
Cuadro 5. Resultado campaña 3.....	127
Cuadro 6. Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos para el humedal del Techo.....	131
Cuadro 7. Cálculo de los índices de contaminación propuestos.....	132
Cuadro 8. Coordenadas muestreo de suelo según GPS.....	139
Cuadro 9. Interpretación análisis de suelos muestra 1.....	136
Cuadro 10. Interpretación análisis de suelos muestra 2.....	137
Cuadro 11. Coordenadas muestreo de agua según GPS.....	138
Cuadro 12. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua.....	141
Cuadro 13. Resumen análisis físico-químico de suelos, muestra 1.....	142
Cuadro 14. Resumen análisis físico-químico de suelos, muestra 2.....	143
Cuadro 15. Resultado análisis físico-químico del agua, muestra 1 y 2.....	145
Cuadro 16. Resultado análisis físico-químico y microbiológico del agua, muestra 3..	145
Cuadro 17. Potencial Redox Humedal de Sierra Chiquita época de verano.....	150
Cuadro 18. pH Humedal de Sierra Chiquita, época de verano.....	150
Cuadro 19. Estrategias para la recuperación y conservación del humedal de Sierra Chiquita – Montería.....	167

## Lista de graficas

	Pág.
Grafica No1. Ingresos (\$) Vs Población (hab) – Barras.....	65
Grafica No2. Ingresos (\$) Vs Población (hab) – Lineal.....	65

## Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Índices de contaminación para el humedal de Sierra Chiquita.....146

Tabla 2. Problemas comunes en humedales y métodos correctivos.....165

## Lista de anexos

	Pág.
Anexos 1. Fotografías - muestreo ensayos de suelos y aguas.....	177
Fotografía 1. Excavación toma de muestras de suelo primer día.....	177
Fotografía 2. Excavación toma de muestras de suelo segundo día.....	177
Fotografía 3. Medición profundidad excavación segundo día.....	178
Fotografía 4. Toma de muestras de agua.....	178
Fotografía 5. Pesaje de muestras.....	179
Fotografía 6. Medición de coordenadas.....	179
Fotografía 7. Selección de muestras primer día.....	180
Fotografía 8. Marcado de muestras de agua.....	180
Anexos 2. Formato encuestas.....	181

## INTRODUCCIÓN

Según Castellanos (2007) los humedales son los ecosistemas más productivos del mundo. Su característica determinante es la disposición constante o temporal de agua a lo largo de todo el año, esta situación favorece el desarrollo exitoso de una amplia diversidad de flora, fauna y microorganismos que interactúan en complejas relaciones para mantener un equilibrio ecológico de alta fragilidad. En Colombia, factores como régimen climático, complejidad orogénica y ubicación biogeográfica se han combinado de forma excepcional para permitir que el recurso hídrico sea abundante y modele el paisaje tropical formando ríos, estuarios, pantanos, ciénagas y lagunas, entre otros.

Los humedales poseen importantes beneficios tanto ambientales, sociales, culturales, económicos y técnicos, destacándose, la recarga y descarga de acuíferos, protección contra tormentas, hábitat para una variedad de flora y fauna, control de procesos erosivos, transporte de biomasa, pesca tecnificada, recreación, turismo, fuentes hídricas, diversidad biológica, control de inundaciones y sequias, retención de carbono, retención de sedimentos y nutrientes entre otros.

En este proyecto se estudió el humedal de Sierra Chiquita, perteneciente a una estribación de la serranía de San Jerónimo, ubicado en el sur oriente de la ciudad de Montería. Este es una extensión de ciénaga que comprende una gran superficie cubierta de agua dulce de régimen natural temporal que corre por un canal artificial hacia el río Sinú y su profundidad no excede a los seis metros, en la zona del humedal se presenta una riqueza ecológica y gran biodiversidad, representado en su



ecosistema. Lamentablemente se está presentando extinción y pérdidas de especies a causa de los diferentes factores antrópicos que lo afectan, lo cual genera una problemática, que trae como consecuencia el deterioro y degradación del Humedal.

De acuerdo a lo anterior se diseñó y elaboró el presente estudio cuyo objetivo general fué, “Determinar las condiciones ambientales existentes en el Humedal de Sierra Chiquita, ubicado en la ciudad de Montería departamento de Córdoba, con el fin de conocer el estado de deterioro en que se encuentra el ecosistema y proponer estrategias que contribuyan a mitigar la problemática y a mejorar las condiciones ambientales existentes en el humedal”.

Se elaboró inicialmente una síntesis diagnóstica del territorio, mediante análisis de los aspectos socioeconómicos, físico biótico, las problemáticas y conflictos ambientales existentes en el territorio, que determinaron los factores que inciden su deterioro, empleando un tipo de investigación cuantitativa y cualitativa, posteriormente se realizó la caracterización físicoquímica y microbiológica de agua y suelo del humedal, que permitió establecer el deterioro y la degradación de este, a causa de las diferentes actividades antrópicas. Por medio de estos ensayos y la síntesis diagnóstica se estableció un análisis comparativo del Humedal de Sierra Chiquita, con los humedales Jaboque y el Techo de la ciudad de Bogotá, con el fin de comparar su estado y las condiciones.

Con base en la información obtenida se establecieron estrategias, para contribuir a mitigar la problemática y a mejorar las condiciones ambientales existentes en el humedal de Sierra Chiquita, con el propósito de cuidarlo, conocerlo, y conservarlo.

# 1. Planteamiento del problema

## 1.1 Antecedentes

Las relaciones entre los humedales y los seres humanos son múltiples, variadas muy estrechas. Muchos de los humedales importantes de hoy día tienen gran antigüedad y pueden presentar señales claras de intervención humana temprana, al tiempo que zonas hoy día secas pueden haber sido humedales en épocas remotas y conservar pruebas importantes del pasado humano. (Convención de Ramsar, 1971). A continuación se relacionan una serie de experiencias de estudios de Humedales, realizados en diferentes zonas del mundo, dentro de estos se encuentran.

- El Plan de manejo ambiental del Humedal de la Vaca, elaborado por la Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, Septiembre (2009), el cual buscó establecer medidas necesarias, encaminadas al manejo y gestión integral del humedal de La Vaca, para garantizar la recuperación, restauración y conservación del humedal, de acuerdo a sus características actuales y potenciales, como resultado de un proceso de planificación participativo, que permitió mantener los servicios ambientales y atributos biológicos, ecológicos y culturales de este ecosistema.
  
- María José Calderón (2010), realizó una investigación, sobre el estudio de calidad del agua de formación de los humedales del frente sur occidental de Tungurahua (Ecuador) conformando un proyecto denominado “Creación de

capacidades para la valoración socioeconómica de humedales Altoandinos”, en donde se evaluó la calidad de agua de los ríos mediante el índice ICA y se compararon los valores obtenidos de parámetros físico-químicos de los ríos muestreados con el Tratado Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ecuador.

- Los autores Berlanga Robles y Ruiz Del Luna (2004), del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental, en Mazatlán, Sinaloa, realizaron Análisis comparativo de los sistemas clasificatorios de humedales a través de la comparación de los principales sistemas clasificatorios de humedales existentes a nivel nacional e internacional y se evaluó la viabilidad y pertinencia de utilizar o adaptar alguno de los sistemas.
  
- Se Han encontrado trabajos relacionados al tema de humedales como el de Ibama/ProVárzea y el Instituto Brasileño de Medio Ambiente (2001), cuyo objetivo fue establecer las bases científicas, técnicas y políticas para la conservación y uso sustentable de los recursos naturales de la región de la Várzea en la cuenca central del Amazonas, con especial atención en los recursos pesqueros. Este tiene entre sus principales logros el apoyo y fortalecimiento a grupos de base formados por mujeres; interés de algunas instituciones estatales de aplicar la metodología participativa en el uso de los recursos en otras áreas del país (en particular los Agentes Ambientales Voluntarios y la Unidad Integrada de Defensa Ambiental).

- El plan de manejo ambiental humedal Jaboque, proyecto de la empresa acueducto agua y alcantarillado de Bogotá, entre los principales objetivos del presente Plan, se propuso orientar el manejo del PEDH Jaboque, con base en proyectos y actividades planteados con la participación de la comunidad, y armonizados con las estrategias de la Política Distrital de Humedales. El Plan de Manejo Ambiental del Humedal Jaboque fue formulado por la Asociación para el Desarrollo Social y Ambiental (ADESSA) como contrapartida en el marco del convenio de administración N° 9-07-24100-061-2006. Cabe mencionar, que este documento incorporó los resultados del documento titulado Investigación aplicada en restauración ecológica en el Humedal Jaboque elaborado en el marco en un Convenio de Cooperación Científica y Técnica celebrado entre la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y la Universidad Nacional de Colombia (2003).
  
- El Instituto Universitario de la Paz Unipaz, realizó un documento técnico referente al manejo Integral de Ciénagas y Restauración de la oferta ictiológica en el medio Magdalena, cuyo objetivo fue Iniciar el proceso de restauración de ciénagas y recuperación de la oferta ictiológica Magdalena Medio, involucrando a las comunidades locales por medio de un proceso de formación para el fortalecimiento de la participación comunitaria en el manejo/gestión de los humedales, con miras a lograr su uso y aprovechamiento sostenible. Entre las principales conclusiones se tiene la propuesta metodológica presentada para realizar actividades de reforestación por parte de la comunidad, planteando un modelo y método educativo, que incentiva la participación comunitaria en todo el proceso desde la recolección de la semilla hasta la siembra, generando un

proceso de diálogo de saberes comunitarios, apropiación, pertenencia y participación familiar (2001).

- La evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas mediante humedales artificiales de alta tasa en la locación petrolera de caño Gandul Casanare, fue elaborado por Alejandra Patricia Otálora Rodríguez (2011), el objeto de este fue evaluar la calidad del agua a la entrada y salida de cada reactor de las PTAR, en las diferentes fases de arranque y operación hasta lograr el estado estacionario del proceso. La evaluación del sistema de humedales artificiales de alta tasa construido en la estación caño gandul, se inició mediante la recolección de información preliminar de las memorias técnicas, diseños e información cartográfica, así como análisis de aguas de muestreos realizados al sistema de tratamiento.

## **1.2 Descripción del problema**

Los humedales son fundamentales para la supervivencia humana y desempeñan diversas funciones como control de inundaciones, puesto que actúan como esponjas almacenando y liberando lentamente el agua de lluvia; protección contra tormentas; recarga y descarga de acuíferos (aguas subterráneas); control de erosión; retención de sedimentos y nutrientes; recreación y turismo. Además, los humedales actúan como filtros previniendo el aumento de nitritos, los cuales producen eutrofización (exceso de carga orgánica), la relación del suelo, el agua, las especies animales, los vegetales y los nutrientes permiten que los humedales desempeñen estas funciones y generen vida silvestre, pesquería, recursos forestales, abastecimiento de agua y fuentes de energía.

La combinación de estas características permite que los humedales sean importantes para la sociedad. (Canevari, 1999)

Entre los principales aspectos de importancia referente a humedales se tienen:

- **Importancia ecológica:** Sirven de refugio, reproducción y alimentación a algunos organismos, son fundamentales en el mantenimiento del microclima ya que contribuyen en la captación y emisión de Carbono. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto nacional de ecología México, 2007)
- **Importancia socio-cultural:** Constituyen un excelente recurso para la recreación y el turismo, no solo por la gran diversidad de sus ambientes, sino por la extraordinaria importancia paisajística, asociada en muchos casos a la diversidad de culturas y pueblos que dependen de ellos para subsistir. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto nacional de ecología México, 2007)
- **Importancia económica:** El turismo en el entorno de los humedales aporta muchos beneficios que van desde el fortalecimiento de las economías locales y nacionales, especialmente cuando van ligados al desarrollo sostenible en la procura de ecosistemas prósperos y saludables. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto nacional de ecología México, 2007)

El humedal de Sierra Chiquita se encuentra ubicado en la zona sur de la ciudad de Montería, éste al igual que todos los ecosistemas existentes, está considerado como un sistema ecológico productivo. En él, la vegetación predominante está ligada al uso

del suelo, como ganadería, cultivos agrícolas y pequeños bosques naturales. Es notable la pérdida de especies nativas en la totalidad de su extensión, ya sea por falta de protección, deterioro natural y lo más preocupante, la destrucción indiscriminada que se observa por la intervención antrópica, como son los procesos erosivos en los terrenos adyacentes al humedal originados por la ganadería, la tala de especies nativas, la eutrofización del espejo del agua debido a los vertimientos y lavados de los suelos con uso agropecuario, la entrada de aguas residuales al mismo. Por otra parte, la mala disposición de residuos sólidos y líquidos. Toda esta situación ha convertido a este humedal en un ecosistema, con problemas críticos desde el punto de vista ambiental.

La caza indiscriminada de especies, es otro de los problemas ambientales a los que se enfrenta el humedal, grupos de habitantes vecinos de estos espejos hostigan constantemente a especies como Iguana (Iguana), Hicotea (*Trachemys callirostris*), Chiguiro (*Hydrochoerus*) entre otros. Las presiones antrópicas a la que está siendo sometido el ecosistema ha generado procesos migratorios de especies, debido probablemente al deterioro de sus hábitat, también la destrucción y quema de la vegetación con fines agrícolas, y no menos importante la construcción de terraplenes para desecación del espejo de agua, más preocupante aun, es la falta de cultura ambiental de los vecinos del humedal que deterioran su entorno. Entre los estudios realizados del Humedal, se encuentran la Evaluación ecológica rápida de Sierra Chiquita y el Plan de manejo de la ciénaga de Sierra Chiquita en el departamento de Córdoba, realizados en el año 2011, por la Corporación autónoma regional de los Valles del Sinú y San Jorge.

De acuerdo a la anterior problemática surgió la necesidad de realizar un estudio de las condiciones ambientales del humedal de sierra chiquita, municipio de montería, cuyo objetivo es fue determinar las condiciones ambientales existentes, el Humedal de Sierra Chiquita, se encuentra ubicado en la ciudad de Montería departamento de Córdoba. Para el presente estudio se tuvo en cuenta las condiciones físicas, destacándose el clima, geología, geomorfología, suelo, hidrogeología y relieve, condiciones bióticas como la biodiversidad de especies, su flora y fauna, también se tienen en cuenta los aspectos socioeconómicos, infraestructura, saneamiento básico, y estudio de las características físicas y químicas y microbiológicas del recurso agua y suelo, para determinar el deterioro del humedal.

#### **1.2.1 Preguntas que se generaron a partir de lo observado:**

- ¿Cuál es el perfil ambiental desde el enfoque natural de la zona de estudio?
- ¿Cuáles características físico químicas podrían servir como parámetros para analizar las condiciones ambientales del recurso suelo y agua del Humedal de Sierra Chiquita?
- ¿Cuáles estrategias se podrían generar para el manejo sostenible del Humedal?

#### **1.3 Justificación**

Los humedales son ecosistemas que brindan beneficios, ambientales, económicos, sociales y culturales se cuentan entre los más productivos del planeta, cumpliendo al



mismo tiempo funciones ecológicas esenciales para el ser humano. (Canevari et al; 1999)

El Humedal Sierra Chiquita se encuentra en proceso de deterioro debido a factores antrópicos los cuales son necesarios controlar, en este trabajo se determinaron las condiciones ambientales existentes en el Humedal Sierra Chiquita, con el fin de conocer el estado de deterioro o conservación en que se encuentra el ecosistema. Para esto es importante realizara una serie de recomendaciones y estrategias que servirán de base para proteger el humedal.

El tema propuesto es de elevado interés a investigar puesto que en él, se pueden definir una serie de recomendaciones generales o acciones específicas, de acuerdo con la susceptibilidad ambiental de la zona, que orienten trabajos posteriores. Al conocer las dificultades existentes en el humedal, a quien valora el futuro ambiental del universo, le surge un interés de conseguir informaciones ecológicas y comunitarias de alta precisión con el propósito de procurar conservar la biodiversidad y la definición de estrategias para la solución de conflictos ambientales de la micro cuenca de Sierra Chiquita, y el entorno del Municipio de Montería.

Lo particular de la investigación se deriva del conjunto de actividades que se pueden correlacionar en lo científico, teórico y práctico para armonizar el comportamiento de la naturaleza con nuevos resultados que puedan surgir con base en la presente investigación y que brinde beneficios para generaciones futuras. Un buen estudio de las condiciones ambientales en el Humedal de Sierra Chiquita será muy provechoso para la conservación en uno de los sistemas ecológicos importantes que están en peligro de deterioro.

Los aportes del presente estudio serán significativos como guía, para académicos y consultores que estén interesados en proyectar conocimientos relacionados con el mejoramiento y recuperación de los Humedales vulnerables a los ataques de agentes destructivos.

Los resultados teóricos del estudio serán reflejados en proyecciones concretas que den paso a la ejecución de estructuras para el manejo y conservación integral de los recursos existentes para el beneficio del Ecosistema.

Como todos los trabajos de investigación, el enfoque que se da en el presente estudio, tiende a aportar herramientas y elementos básicos para mejorar y estabilizar la permanencia de los seres vivos en su hábitat natural, preservando y protegiendo el ambiente de una manera sostenible y se diferencia de los demás por las directrices puntuales sobre un elemento en particular como es el comportamiento actual y proyectado del Humedal de Sierra Chiquita del que pueden surgir componentes atractivos para el aprovechamiento de los recursos naturales en este medio.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Determinar las condiciones ambientales existentes en el Humedal de Sierra Chiquita, ubicado en la ciudad de Montería departamento de Córdoba, con el fin de conocer el estado de deterioro en que se encuentra el ecosistema y proponer estrategias que contribuyan a mitigar la problemática y a mejorar las condiciones ambientales existentes en el humedal.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Establecer la síntesis diagnóstica del área de estudio, mediante análisis de los aspectos socioeconómicos, físico biótico, la problemática y conflictos ambientales existentes en el territorio, que facilite determinar los factores que inciden en el deterioro del Humedal de Sierra Chiquita.
- Caracterizar físicamente y químicamente los suelos del humedal.
- Caracterizar física, química y microbiológicamente el agua del humedal.
- Comparación de síntesis diagnóstica y problema ambientales del Humedal de Sierra Chiquita-Montería, con humedales de la ciudad de Bogotá.

### 3. Fundamentación teórica

#### 3.1 Marco referencial

Comprende el marco legal que trata sobre la normatividad y legislación de los humedales, en el marco conceptual se presentan los principales conceptos que hacen parte de esta investigación y el marco teórico abarca de manera general los criterios y teorías sobre el tema de Humedales.

**3.1.1 Marco legal:** En la actualidad no existe en Colombia una normatividad específica para la conservación, protección y manejo de los Humedales, encontrándose sólo en el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente, algunos aspectos relacionados con el aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas, dominio de las aguas y sus cauces y de estrategias para adquirir derecho al uso de las aguas. La ausencia de un marco legal específico para humedales, ha ocasionado la pérdida y alteración de los mismos debido al deterioro de los procesos naturales como consecuencia de la agricultura intensiva, la urbanización, contaminación, construcción de represas, el traslado regional de aguas y otras formas de intervención en el sistema ecológico e hidrológico. (Ministerio del medio ambiente, 2002)

En Colombia hay disposiciones relacionadas con los humedales fraccionados y dispersos en las diferentes partes del Código de los Recursos Naturales Renovables y en distintos textos legales, como aquellos que se refieren a las aguas no marítimas, a

los mares y a la fauna, entre otros. El término humedal aparece en la legislación ambiental colombiana con la Ley 357 de 1997, referente a la aprobación de la Convención de Ramsar, la cual precisa los ecosistemas que quedan incluidos bajo tal denominación. (Aristizabal, 2007)

- El ministerio del medio ambiente (2002) por medio de la Política nacional para humedales interiores de Colombia, contempla principales normas que regulan los humedales:

**Ley 357 de 1997:** Colombia se acoge a la convención Ramsar, con esta ley el estado colombiano está obligado a proteger y conservar los humedales. Dicha convención define el humedal como: “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 los 6 metros”. Aristizabal, H. (2007). Los humedales en el marco jurídico colombiano: Normativa específica en Humedales, Normativa en la Ley 357 de 1.997. Cali

**Decreto 2811 de 1974:** código de los Recursos Naturales Renovables. Art 77 – 85: regula todo lo relacionado con las aguas no marítimas en todos sus estados y formas.

**Decreto 1541 de 1978:** establece que los lagos, lagunas, ciénagas y pantanos, son aguas de dominio público, así como también las aguas que corran por cauces artificiales, cuando han sido derivadas de un cauce natural.

Política para humedales Interiores de Colombia 2002 Emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, basada en los principios básicos de la Constitución Nacional de 1991.

**Resolución 157 del 2004:** reglamenta el uso sostenible, de conservación y manejo de los humedales y regula aspectos referidos a los humedales, en aplicación de la Convención de Ramsar. Resolución 196 del 2006 Se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia.

**Decreto 2663 de 1994:** por el cual se reglamentan los Capítulos X y XIV de la Ley 160 del 94, en lo relativo a los procedimientos de clarificación de la situación de las tierras desde el punto de vista de la propiedad, delimitación o deslinde de las tierras del dominio de la Nación.

**Ley 388 de 1997 Art 2:** sobre el deber de considerar en los procesos de planificación la función social y ecológica de la propiedad, la prevalencia del interés general sobre el particular y la distribución equitativa de las cargas y los beneficios.

**Ley 810 de 2003:** por medio de la cual se modifica la ley 388 de 1997 en materia de sanciones urbanísticas y algunas actuaciones de los curadores urbanos y se dictan otras disposiciones.

**Constitución Política de Colombia:** Art 63: en el cual se determina que los bienes de uso público son inalienables, imprescriptibles e inembargables.

**Capítulo IV Espacio Público:** se catalogan a los humedales como componentes del espacio público, los cuales deben incluirse en áreas de tratamiento de protección y usos controlados de recreación y educación ambiental, para recobrarle sus cualidades hídricas y ecológicas.

- **Tratado internacional**

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. Negociado en la década de los 60 por los países y organizaciones no gubernamentales que se preocuparon por la creciente pérdida y degradación de los hábitats de humedales de las aves acuáticas migratorias, el tratado se adoptó en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975. Es el único tratado global relativo al medio ambiente que se ocupa de un tipo de ecosistema en particular y los países miembros de la Convención abarcan todas las regiones geográficas del planeta. (Convención Ramsar, 1971)

En Colombia la Convención Ramsar fue ratificada e integrada a la normatividad nacional por medio de la Ley 357 del 21 de enero de 1997, produciéndose la adhesión protocolaria el 18 de Junio de 1998 durante la reunión Panamericana de la Convención celebrada en Costa Rica y entrando en vigencia para el país a partir del 18 de Octubre de 1998. (Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible, s.f, Normativa Ambiental de Colombia Sobre los Recursos Naturales y el Ambiente)

**3.1.2 Marco conceptual:** La investigación se enmarca dentro de un conjunto de conceptos que es necesario definir para la adecuada comprensión y análisis de los resultados. Según Barla Galván (s.f) Un diccionario para la educación ambiental, se tiene:

**Acuífero:** formación geológica de la corteza terrestre en la que se acumulan las aguas infiltradas, de afluencia o de condensación.

**Ambiente:** Conjunto de fenómenos o elementos naturales y sociales que rodean a un organismo, a las cuales este responde de una manera determinada. Estas condiciones naturales pueden ser otros organismos (ambiente biótico) o elementos no vivos (clima, suelo, agua), todo en su conjunto condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos.

**Calidad ambiental:** Atributos mensurables de un producto o proceso que indican su contribución a la salud e integridad ecológica. Es el estado físico, biológico y ecológico de un área o zona determinada de la biosfera, en términos relativos a su unidad y a la salud presente y futura del hombre y las demás especies animales y vegetales.

**Ciénaga:** Superficie inundable, receptora global de las masas de agua provenientes de las lluvias a lo largo de las cuencas, y que pueden estar conectadas a un río por medio de canales de características meándricas. Lugar lleno de lodo. Depósito natural de agua de extensión variable, poca profundidad y fondo lodoso.

**Conflicto ambiental:** Problemas originados debido a que grupos de individuos contaminan el ambiente, provocando de esta manera un impacto en la vida de los



demás, lo cual afecta tanto al equilibrio ambiental como a la calidad de vida de dichas personas. La presencia de estos conflictos es un tema de gran importancia en la actualidad ya que se tienen en cuenta en la toma de decisiones que implican al medio ambiente.

**Contaminación ambiental:** Presencia de sustancias nocivas y molestas en los recursos naturales aire, agua, suelo, colocadas allí por la actividad humana en tal calidad y cantidad que pueden interferir en la salud y el bienestar de las personas.

**Desarrollo sostenible:** Según la ONU desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones.

**Ecosistema:** Conjunto de factores abióticos y bióticos de una determinada zona (espacio) y la interacción que se establece entre ellos en un tiempo determinado. La tierra es un enorme ecosistema que incluye en su interior otros ecosistemas pequeños, como: montañas, bosques, mares, y lagos, entre otros.

**Gestión ambiental:** Conjunto de actividades humanas que tiene por objeto el ordenamiento del ambiente y sus componentes principales como son: la política, el derecho y la administración ambiental.

**Impacto ambiental:** Repercusión de las modificaciones en los factores del Medio Ambiente, sobre la salud y bienestar humanos. Y es respecto al bienestar donde, se

evalúa la calidad de vida, bienes y patrimonio cultural y concepciones estéticas, entre otras, como elementos de valoración del impacto.

**Perfil ambiental:** Estudio comprensivo y multidisciplinario de las condiciones ambientales que caracterizan a una zona o comarca en determinado momento.

**Problema ambiental:** los problemas ambientales se refieren a situaciones ocasionadas por actividades, procesos o comportamientos humanos, económicos, sociales, culturales y políticos, entre otros; que trastornan el entorno y ocasionan impactos negativos sobre el ambiente, la economía y la sociedad.

**3.1.3 Marco teórico:** El humedal de Sierra Chiquita es una extensión de ciénaga que comprende una gran superficie cubierta de agua dulce de régimen natural temporal que corre por un canal artificial hacia el río Sinú y su profundidad no excede a los seis metros, en este lugar, se crea una gran biodiversidad de especies acuáticas y terrestres.

Por su naturaleza, la vegetación que ahí existe es muy diferente a la de sus alrededores. En resumen, es un ecosistema intermedio entre el medio acuático y el terrestre, con porciones húmedas, semihúmedas y secas, caracterizado por la presencia de flora y fauna. (Documento Informativo Ramsar No. 1, 1971, p.1)

Los humedales son zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio, la vida vegetal y animal asociada a él. Los humedales se dan donde la capa freática se halla en la superficie terrestre o cerca de ella o donde la tierra está cubierta por aguas.

- **Principales Tipos de humedales**

- 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); y
- 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. La Convención de Ramsar ha adoptado un Sistema Ramsar de Clasificación de Tipos de Humedales que incluye 42 tipos, agrupados en tres categorías: humedales marinos y costeros, humedales continentales y humedales artificiales.

A continuación e manera más detallada se da a conocer la clasificación de los tipos de Humedales:

- **Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales:** Según la convención sobre los Humedales Ramsar (2012) Definición de "humedales" y Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales de la Convención de Ramsar:

Los códigos se basan en el Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales aprobado en la Recomendación 4.7, enmendada por la Resolución VI.5 de la Conferencia de las Partes Contratantes. Las categorías enumeradas a continuación sólo tienen por objeto aportar un marco muy amplio que facilite la identificación rápida de los principales hábitat de humedales representados en cada sitio:

## **1. Humedales marinos y costeros**

**A - Aguas marinas someras permanentes**, en la mayoría de los casos de menos de seis metros de profundidad en marea baja; se incluyen bahías y estrechos.

**B - Lechos marinos submareales**; se incluyen praderas de algas, praderas de pastos marinos, praderas marinas mixtas tropicales.

**C - Arrecifes de coral**. Sirven de barreras que protegen a los manglares y praderas de hierbas marinas de los embates del oleaje.

**D - Costas marinas rocosas**; incluye islotes rocosos y acantilados.

**E - Playas de arena o de guijarros**; incluye barreras, bancos, cordones, puntas e islotes de arena; incluye sistemas y hondonales de dunas.

**F - Estuarios**; aguas permanentes de estuarios y sistemas estuarinos de deltas.

**G - Bajos intermareales de lodo, arena o con suelos salinos** ("saladillos").

**H - Pantanos y esteros** (zonas inundadas) intermareales; incluye marismas y zonas inundadas con agua salada, praderas halófilas, salitrales, zonas elevadas inundadas con agua salada, zonas de agua dulce y salobre inundadas por la marea.

I -- **Humedales intermareales arbolados**; incluye manglares, pantanos de "nipa", bosques inundados o inundables mareales de agua dulce.

J - **Lagunas costeras salobres/saladas**; lagunas de agua entre salobre y salada con por lo menos una relativamente angosta conexión al mar.

K - **Lagunas costeras de agua dulce**; incluye lagunas deltaicas de agua dulce.

Zk(a) - **Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos**, marinos y costeros.

## 2. Humedales continentales

L - **Deltas interiores** (permanentes).

M - **Ríos/arroyos permanentes**; incluye cascadas y cataratas.

**N-Ríos/arroyos estacionales/intermitentes/irregulares**; lagos, reservorios, embalses, lagunas y estuarios.

O - **Lagos permanentes de agua dulce** (de más de 8 ha); incluye grandes madre viejas (meandros o brazos muertos de río).

P - **Lagos estacionales/intermitentes de agua dulce** (de más de 8 ha); incluye lagos en llanuras de inundación.

Q - **Lagos permanentes salinos/salobres/alcalinos**; fuentes agua superficial.

**R - Lagos y zonas inundadas estacionales/intermitentes salinos/salobres/alcalinos.** Suelos en donde se acumula concentraciones de sal.

**Sp - Pantanos/esteros/charcas permanentes salinas/salobres/alcalinos.** Suelos en donde se acumula grandes concentraciones de sal.

**Ss - Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes salinos/salobres/alcalinos;** variabilidad en el contenido de minerales.

**Tp - Pantanos/esteros/charcas permanentes de agua dulce;** charcas (de menos de 8 ha), pantanos y esteros sobre suelos inorgánicos, con vegetación emergente en agua por lo menos durante la mayor parte del período de crecimiento.

**Ts - Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes de agua dulce sobre suelos inorgánicos;** incluye depresiones inundadas (lagunas de carga y recarga), "potholes", praderas inundadas estacionalmente, pantanos de ciperáceas.

**U - Turberas no arboladas;** incluye turberas arbustivas o abiertas ("bog"), turberas de gramíneas o carrizo ("fen"), bofedales, turberas bajas.

**Va - Humedales alpinos/de montaña;** incluye praderas alpinas y de montaña, aguas estacionales originadas por el deshielo.

**Vt - Humedales de la tundra;** incluye charcas y aguas estacionales originadas por el deshielo.

**W - Pantanos con vegetación arbustiva;** incluye pantanos y esteros de agua dulce dominados por vegetación arbustiva, turberas arbustivas ("carr"), arbustales de *Alnus sp*; sobre suelos inorgánicos.

Xf - **Humedales boscosos de agua dulce**; incluye bosques pantanosos de agua dulce, bosques inundados estacionalmente, pantanos arbolados; sobre suelos inorgánicos.

Xp - **Turberas arboladas**; bosques inundados turbosos.

Y - **Manantiales de agua dulce, oasis**; permanente o temporal.

Zg - **Humedales geotérmicos**; arrecifes derivados de conchales.

Zk(b) - **Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos**, continentales.

Nota: "**Ilanuras de inundación**" es un término utilizado para describir humedales, generalmente de gran extensión, que pueden incluir uno o más tipos de humedales, entre los que se pueden encontrar R, Ss, Ts, W, Xf, Xp, y otros (vegas/praderas, sabana, bosques inundados estacionalmente, entre otros). No es considerado un tipo de humedal en la presente clasificación.

### 3. **Humedales artificiales**

1 - **Estanques de acuicultura** (por ej. estanques de peces y camarónicas)

2 - **Estanques artificiales**; incluye estanques de granjas, estanques pequeños (generalmente de menos de 8ha).

3 - **Tierras de regadío**; incluye canales de regadío y arrozales.

4 - **Tierras agrícolas inundadas estacionalmente**; incluye praderas y pasturas inundadas utilizadas de manera intensiva.

5 - **Zonas de explotación de sal**; salinas artificiales, salineras, etc.

6 - **Áreas de almacenamiento de agua**; reservorios, diques, represas hidroeléctricas, estanques artificiales (generalmente de más de 8 ha).

7 - **Excavaciones**; canteras de arena y grava, piletas de residuos mineros.

8 - **Áreas de tratamiento de aguas servidas**; "sewage farms", piletas de sedimentación, piletas de oxidación.

9 - **Canales de transportación y de drenaje, zanjas.**

Zk(c) - **Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos**, artificiales.

- **¿Por qué conservar los humedales?**

Los humedales figuran entre los medios más productivos del mundo. De acuerdo al Manual de la Convención de Ramsar (2013) Guía a la Convención sobre los Humedales, son cunas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir. Dan sustento a altas concentraciones de especies de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces e invertebrados. Los humedales son también importantes depósitos de material genético vegetal. El arroz, por ejemplo, una especie común de los humedales, es el principal alimento de más de la mitad de la humanidad.

Las múltiples funciones de los ecosistemas de humedales y su valor para la humanidad se han llegado a comprender y documentar en grado creciente en los últimos años. Esto se ha traducido en gastos ingentes para restablecer las funciones hidrológicas y biológicas de humedales degradadas o interrumpidas. Con todo, esto no basta - los



empeños de los dirigentes mundiales para hacer frente a la aceleración de la crisis hídrica y a los efectos del cambio climático ponen de relieve que se ha iniciado la carrera para mejorar las prácticas apreciablemente a escala mundial. Y ello en momentos en que todo indica que la población del mundo aumentará en 70 millones de personas por año en los próximos 20 años.

El consumo mundial de agua dulce aumentó seis veces entre 1900 y 1995 - más del doble del índice de aumento de la población. Un tercio de la población del mundo vive hoy en países que están experimentando ya estrés por déficit hídrico en grado moderado a alto. Para 2025 dos de cada tres habitantes de la Tierra bien podrían vivir en condiciones de estrés por déficit hídrico.

La capacidad de los humedales de adaptarse a condiciones dinámicas e índices de cambio cada vez más rápidos será crucial para las comunidades humanas y las especies silvestres en todas partes conforme se vaya percibiendo de lleno el impacto del cambio climático en las bases de sustentación de los ecosistemas. Llama la atención que los humedales y los servicios que prestan, sean de gran interés para la mayoría de la población mundial. Los humedales son importantes, y esenciales, para la salud, bienestar y seguridad de quienes viven en ellos o en su entorno. (Manual de la Convención de Ramsar, 2013, Guía a la Convención sobre los Humedales, p. 7-8)

- **Valores de los humedales**

Los humedales reportan grandes beneficios económicos, entre los que se encuentran: abastecimiento de agua (cantidad y calidad); pesca (más de dos tercios de las capturas mundiales de peces están vinculadas a la salud de las zonas de humedales costeras y continentales); agricultura, gracias al mantenimiento de las capas freáticas y a la

retención de nutrientes en las llanuras aluviales; producción de madera; recursos energéticos, como turba y materia vegetal; recursos de vida silvestre; transporte; y posibilidades de recreación y turismo.

Los humedales poseen atributos especiales como parte del patrimonio cultural de la humanidad - están asociados a creencias religiosas y cosmológicas, constituyen una fuente de inspiración estética, sirven de refugios de vida silvestre y de base a importantes tradiciones locales.

Las funciones, los valores y atributos en cuestión sólo pueden mantenerse si se permite que los procesos ecológicos de los humedales sigan funcionando. Desafortunadamente, y a pesar de los progresos realizados en los últimos decenios, los humedales siguen figurando entre los ecosistemas más amenazados del mundo, sobre todo a causa de la continua desecación, conversión, contaminación y sobreexplotación de sus recursos. (Manual de la Convención de Ramsar, 2013, Guía a la Convención sobre los Humedales, p. 7-8)

- **Diagnóstico territorial**

Consiste en la identificación y evaluación de oportunidades, limitantes y problemas de los diferentes componentes y dimensiones del territorio (biofísico, usos, sistemas de producción y extracción funcional del espacio). El diagnóstico territorial está guiado por políticas, planes y programas formulados por la entidad territorial, así como por la normativa y en general el contexto jurídico legal que da soporte al plan (Ley 09 de 1.989, Ley 99 de 1.993 y Ley 152 de 1.994, entre otras). (Corporación Autónoma del Cauca, municipio de Padilla, s.f, El Diagnostico título 2)

Uno de los resultados más sobresalientes del diagnóstico, es una síntesis matricial y una jerarquización de oportunidades, limitantes y problemas, para lo cual es fundamental la participación de la comunidad. El diagnóstico territorial precisa de una aproximación integral al conocimiento de los procesos y estructuras que integran el territorio (biofísico, social, económico, cultural, administrativo), así como las causas y efectos de las actuaciones en él. En general el diagnóstico territorial, está orientado al conocimiento integral de la realidad urbana-rural del desarrollo territorial de los municipios. El diagnóstico permite analizar, sintetizar, evaluar y en la mayoría de los casos espacializar; los principales “factores de cambio”, es decir, aquellos componentes del desarrollo territorial que dada su importancia estructural, inciden -favorable o desfavorablemente- en la construcción de escenarios. En este contexto, el diagnóstico contribuye a explicar las estructuras territoriales y sus dinámicas, a partir de un análisis situacional, de cara a una síntesis de problemas y opciones del desarrollo territorial. (Corporación Autónoma del Cauca, municipio de Padilla, s.f, El Diagnóstico título 2)

- **Gestión ambiental**

Es un proceso orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico cultural y, garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio. (ClubEnsayos, 2012, Gestión ambiental)

Un programa de Gestión Ambiental pretende encontrar respuestas adecuadas a los problemas suscitados en la relación de la sociedad y la naturaleza. Para ello, emprende acciones tendientes a generar y rescatar conocimientos; monitorear las incidencias de

las políticas públicas sobre la población (especialmente, hombres y mujeres pobres del área rural) y los recursos del territorio; y sistematizar las experiencias para la construcción del modelo de desarrollo alternativo a que aspira la sociedad. (ClubEnsayos, 2012, Gestión ambiental)

La ley 99 de 1993 define en su artículo 3 el desarrollo sostenible de la siguiente manera: “Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras o utilizarlo para satisfacer sus propias necesidades”. (ClubEnsayos, 2012, Gestión ambiental)

- **Según la red de desarrollo sostenible de Colombia (s.f) las políticas de Gestión Ambiental deben enfocarse en los siguientes términos:**

1. Introducción de prácticas de producción más limpias y aprovechamiento económico de residuales.
2. Gestión ambiental segura de productos químicos y desechos peligrosos.
3. Gestión ambiental en cuencas hidrográficas.
4. Estrategia nacional para la diversidad biológica.
5. Lucha contra la desertificación.
6. Fondo del Medio Ambiente.

## ✓ **Problemas ambientales: impactos y soluciones**

De acuerdo a la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira (s.f) los problemas ambientales son producto de los conflictos humanos entre la oferta de recursos y la demanda que el hombre hace de estos, además de las formas de procesamiento, su manejo inadecuado y la cultura del consumo. Al ser el hombre el sujeto que busca esta complacencia, son entonces los asentamientos humanos más poblados los lugares donde se concentran muchos de estos desequilibrios, conflictos y problemas ambientales que para nuestro caso llamaremos problemas ambientales-urbanos.

En la realidad actual nacional, encontramos que los problemas más conocidos, identificados y trabajados, quizás por la precariedad de nuestro avance frente al tema, la obiedad, el grado directo de afectación, la publicidad y su materialidad, son :

- La contaminación del agua
- Las aguas residuales
- El manejo de residuos sólidos

En un segundo plano:

- La contaminación atmosférica
- La contaminación por ruido
- La invasión del espacio publico

Y finalmente los escasamente estudiados y trabajados:

- Rondas del Agua
- Usos del suelo & contaminación

- Flora urbana
- Fauna urbana
- Amenazas y riesgos naturales
- Áreas de expansión urbana
- Asentamientos subnormales
- Mobiliario urbano
- Afectación perceptual
- Patrimonio histórico-arquitectónico y natural.
- y otros.

(Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, s.f, Problemas ambientales: impactos y soluciones)

✓ **El rol de los humedales en el medio ambiente**

Los humedales juegan un importante rol en el medio ambiente más amplio que los rodea. Por lo tanto, los problemas que afectan a los humedales también afectan a un gran rango de ecosistemas. Los humedales actúan como filtros naturales, con plantas y animales procesando agua, extrayendo el exceso de nutrientes y desglosando contaminantes. Manteniendo el agua en su lugar, los humedales también permiten que los acuíferos subterráneos se recarguen, moderando los flujos de los ríos en el proceso y reduciendo las probabilidades de inundación. Cuando se encuentran en los márgenes de grandes cuerpos de agua, los humedales reducen la erosión de la costa. Cuando se drenan, las consecuencias ambientales pueden incluir más contaminación aguas abajo, recursos de agua fresca reducidos, más inundaciones y más erosión. (Scott Johnson, s.f, Problemas ambientales asociados con humedales continentales y costeros)

✓ **Humedales y las emisiones de gases del efecto invernadero**

Los humedales pueden sostener entre el 10% y el 20% del carbono terrestre del mundo. Cuando son destruidos, el carbono que se encuentra en las plantas, es liberado al medio ambiente como dióxido de carbono. Cuando son saludables, los humedales actúan absorbiendo el carbono atmosférico y reduciendo el efecto invernadero. Mantener humedales viables es una clave hacia la reducción de los efectos del calentamiento global. (Scott Johnson, s.f, Problemas ambientales asociados con humedales continentales y costeros)

## 4. Diseño metodológico

- **Hipótesis:** El análisis de las condiciones ambientales del Humedal Sierra Chiquita, es importante porque determina el grado de deterioro de este ecosistema, de acuerdo a un diagnóstico previo y los ensayos de caracterización del agua y el suelo, entre otros.
- **Enfoque metodológico:** La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, de corte cualitativo/cuantitativo, basado en observaciones del trabajo de campo, se aplicaron diferentes instrumentos, con el propósito de recopilar información secundaria, para la realización de un diagnóstico de las condiciones ambientales del territorio de la ciénaga de Sierra Chiquita
- **Tipo de Investigación:** La tipología de estudio es descriptiva debido a que se analizó las condiciones ambientales existentes en el humedal, los factores que están contribuyendo a tal deterioro del ecosistema y a partir de un análisis situacional se elaboraron propuestas de gestión ambiental que contribuyan a la mitigación de la misma.
- **Variables del Estudio:**
  - ✓ Perfil ambiental
  - ✓ Propiedades físico-químicas suelo y agua
  - ✓ Estrategias de gestión ambiental



- **Universo poblacional:** La población universo está conformada por las comunidades vecinas del humedal y el ecosistema con todos sus elementos constitutivos.
- **Técnicas e instrumentos para la recolección de la información:** Se utilizó como técnica la observación directa e indirecta. Directa cuando se relacionó con el trabajo de campo e indirecta cuando se realizó la respectiva recolección y análisis de la información secundaria, al igual que encuestas como técnica de campo. Dentro de los instrumentos empleados para la recolección de información se encuentran: matrices, cámara fotográfica y GPS.
- **Organización y análisis de datos:** Los datos se ordenaron e interpretaron mediante análisis de contenidos.

Desde lo metodológico el estudio se realizó teniendo en cuenta las siguientes fases:

➤ **Fase 1**

- **Diagnostico territorial:** Se desarrolló mediante análisis de información secundaria y trabajo de campo, en el que se incluyeron análisis de estudios ambientales acerca del humedal, entrevistas con pobladores vecinos. Igualmente se realizó un análisis comparativo de las características físicas, químicas y microbiológica del suelo y agua basada en la metodología del Instituto de Estudios Meteorológicos y Ambientales (IDEAM, s.f).

➤ **Fase 2**

- **Formulación de estrategias de gestión:** A partir del análisis situacional del territorio se incluyeron aspectos socioeconómicos, problemas y conflictos ambientales y caracterización fisicoquímica de los recursos suelo y agua con fines comparativos. Se propuso fórmulas estratégicas para mitigar los problemas encontrados
- **Resultados:** En este aparte de la investigación se consignan los resultados obtenidos con el desarrollo de la investigación.

## **5. Resultado síntesis diagnostica del territorio**

Al realizar la síntesis diagnostica del humedal de Sierra Chiquita, se tuvo en cuenta inicialmente información secundaria como la ubicación geográfica, aspectos físicos, la geología, infraestructura, aspectos económicos, aspectos bióticos, hidrogeología entre otros, y con base en esta revisión secundaria se logró resultados de investigación, entre los que se destacan, el análisis de las encuestas, análisis de la matriz de problemas ambientales y comparación de la síntesis diagnostica del Humedal de Sierra Chiquita con otros humedales del País.

### **5.1 Ubicación geográfica**

El Humedal Sierra de Chiquita se encuentra ubicado en la República de Colombia, departamento de Córdoba, municipio de Montería, corregimiento de Jaraquiel, vereda de Sierra Chiquita, a orillas del río Sinú, al lado de la Brigada 11 del ejército y de la Planta de Tratamiento de Agua del acueducto. Sierra Chiquita es una corta cadena de colinas localizada en el sector medio del valle aluvial del Río Sinú en jurisdicción del municipio de Montería del departamento de Córdoba, el Humedal de sierra Chiquita tiene un área aproximada de 25 ha. Según el plan de manejo de la ciénaga de Sierra Chiquita en el departamento de córdoba informe final (2011) elaborado por la CVS la Sierra es una estribación de la Serranía de San Jerónimo, la cual a su vez es una estribación de la Cordillera Occidental de los Andes Colombianos que por su ubicación respecto al Río Sinú, conforman una micro cuenca hidrográfica denominada Ciénaga de Sierra Chiquita.

La ciénaga de Sierra Chiquita es el cuerpo de agua que reviste mayor interés y es el objeto principal de estudio, está ubicada en las partes bajas de la planicie, ya que es un lugar ecológico e hidrológicamente estratégico pues hace parte del sistema de regulación hídrica del río Sinú y presta servicios ambientales a los pobladores de la vecindad.

En el área de estudio también se encuentran varios cuerpos loticos artificiales, cuya función es la de sedimentar las aguas residuales de la planta de potabilización o la producción tradicional pesquera (estanques piscícolas). Estos pequeños cuerpos de agua por su capacidad de absorción, retienen el exceso de agua durante los períodos lluviosos, los estanques piscícolas más próximos a la ciénaga tienen jarillones o muros de contención en tierra y canales, que regulan sus niveles de agua, interrumpiendo la zona de transición acuático-terrestre de la ciénaga.



Figura 1. Departamento de Córdoba y Municipio de Montería  
Fuente: [www.cordoba.gov.co](http://www.cordoba.gov.co).

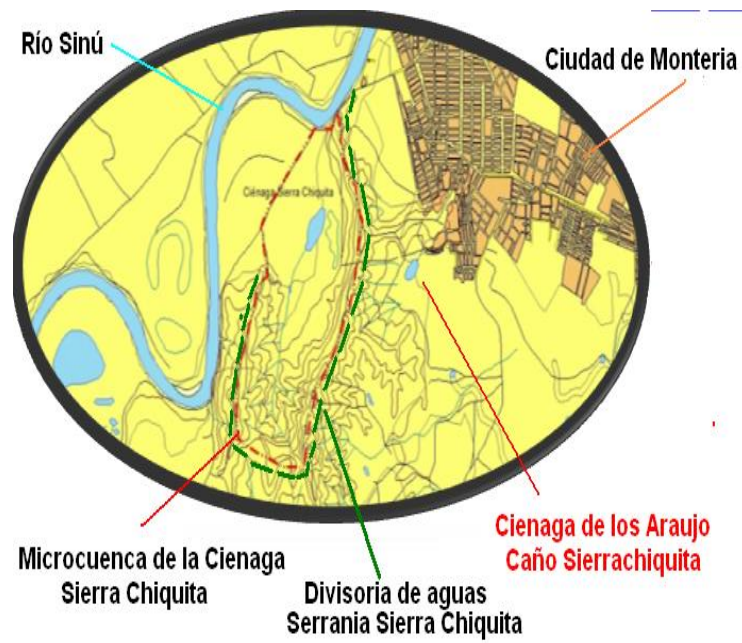


Figura 2. Microcuenca de la Ciénaga de Sierra Chiquita

Fuente: Plan de manejo de la ciénaga de sierra chiquita en el departamento de córdoba informe final. (Convenio 07 de 2011).



Figura 3. Vereda de Sierra Chiquita

Fuente: Incora.



Figura 4. Panorámica Humedal de Sierra Chiquita  
Fuente: Tomada por la autora.

## 5.2 Aspectos físicos

En términos de condiciones climáticas alrededor del humedal se observa una precipitación media anual de aproximadamente 1035 mm, con régimen de precipitación unimodal, es decir, una temporada seca y una húmeda en el año. La temperatura cuenta con un promedio anual de temperatura de 27.1°C, con los meses más secos entre diciembre - marzo y abril - mayo, con variaciones mensuales no mayores de 2°C y diarias de hasta 10°C. La humedad relativa durante el periodo seco es del 82%, en el período húmedo se aumenta alrededor del 85%, como resultado la evapotranspiración es mayor durante la estación seca. En promedio hay una humedad ambiente de 84%. En cuanto al brillo solar presenta un valor entre 1400 a 1800 horas luz. Los vientos en las áreas aledañas al humedal están sometidos al régimen de vientos Alisios, provenientes del norte y noreste, que afectan el Caribe colombiano y que definen las épocas seca y húmeda. En época seca soplan en dirección noreste con velocidad variable pero elevada y de manera constante. Durante la época húmeda los vientos son muy variables tanto en dirección como en fuerza y se caracterizan por su mayor

porcentaje en calma. No se presentan tormentas o ciclones tropicales. (Corporación de los Valles del Sinú y San Jorge, 2011, Evaluación Ecológica rápida del Humedal de Sierra Chiquita, Montería)

Los drenajes naturales de la microcuenca de Sierra Chiquita y sus tributarios responden a un patrón subparalelo los cuales drenan desde la Serranía de San Jerónimo hacia las zonas bajas, en un sistema de corrientes por escorrentía de naturaleza intermitente y depende del régimen unimodal de la precipitación. Estas corrientes efímeras de aguas lluvias, han sido también sometidas a obstrucciones y taponamientos, afectando la dinámica de desbordamiento del humedal. (CVS, 2011, Evaluación Ecológica rápida del Humedal de Sierra Chiquita, Montería)



Figura 5. Mapa Red Hidrológica. En línea azul los arroyos (marrón la vegetación de pantano)  
Fuente: Corporación de los Valles del Sinú y San Jorge. Plan de manejo de la ciénaga de sierra chiquita en el departamento de córdoba informe final (convenio 07 de 2011). Montería.

### 5.3 Geología, geomorfología, suelo y relieve

Los suelos reconocidos en el departamento de Córdoba fueron clasificados de acuerdo con el Sistema Taxonómico Americano (Soils Survey Staff, 2006) hasta el nivel de

subgrupo. Los órdenes de suelos establecidos en el área de estudio corresponden a Entisoles, Inceptisoles, Vertisoles, Andisoles, Molisoles, Alfisoles, Ultisoles y Oxisoles. La geología del sitio indica la presencia de depósitos aluviales recientes del período cuaternario (Holoceno), esta zona presenta una tectónica importante relacionada con la acción de las placas tectónicas Caribe y Suramérica. El resultado de la acción de estas placas a formado dos franjas plegadas llamadas Cinturón del Sinú y el Cinturón Fragmentado de San Jacinto, limitadas por el lineamiento del Sinú que pasa por la parte occidental del municipio de Montería. (IGAC, s.f., Génesis y Taxonomía de los suelos)

El área de estudio se encuentra localizado en un paisaje de piedemonte coluvio aluvial, con relieve de abanicos y/o glacis y formado por litología de sedimentos mixtos (Granulometría grande, media y fina). La zona del humedal de Sierra Chiquita específicamente se caracteriza por tener un suelo permeable, arcilloso de color café y gris, con una plasticidad entre mediana y alta dependiendo la profundidad, también se puede encontrar arena en la superficie. (IGAC, s.f., Génesis y Taxonomía de los suelos)



Figura 6. Serranía de San Jerónimo adyacente al Humedal de Sierra Chiquita

Fuente: Tomada por la autora.



#### **5.4 Hidrogeología**

La ciénaga y su área de influencia se divide hidrogeológicamente en dos tipos de litologías, una en la parte baja que está conformada por un sistema de acuífero de depósitos aluviales (Qal), con capas de grava, arena, limo y arcilla depositadas en un ambiente fluvio- lacustre que definen un acuífero discontinuo de extensión local libre a semiconfinado de baja productividad. Su capacidad específica oscila entre 0.05 y 0.8 l/s/m., los valores de transmisividad van desde 30 hasta 80 m<sup>2</sup>/día y el coeficiente de almacenamiento promedio es de 1.0 E-03. La conductividad hidráulica real es de 0.5 m/día y las posibilidades de explotación se darían a través de pozos entre 100 y 200 metros de profundidad.

La parte alta de la cuenca la litología está definida por la formación de El Cerrito (N1ec). Acuífero discontinuo, libre a confinado de baja productividad y extensión regional, compuesto por conglomerados, areniscas calcáreas finas y calizas macizas con intercalaciones de lodolitas y algunos lentes de carbón. Con capacidades específicas desde 0.03 a 0.2 l/s/m. Valores de transmisividad entre 2.0 y 20 m<sup>2</sup>/día y coeficientes de almacenamiento desde 0.8 E-03 a 1.0E-03. Posibilidades de explotación a través de pozos con profundidades entre 100 y 300 metros. (INGEOMINAS, 2004)



Figura 7. Espejo de agua en época de invierno, Humedal de Sierra Chiquita  
Fuente: Tomada por la autora.

## 5.5 Aspectos bióticos

El humedal de Sierra Chiquita posee una biodiversidad de especies, que enriquecen el humedal, ofreciendo diversos beneficios, tanto ambientales, ecológicos, medicinales u otros, entre las especies de fauna más destacadas se cuenta con aves, como el Vencejo (*Apodidae*), Tanga (*Charadriidae*), pisingo (*Dendrocygma autumnalis*), Gallito cienaguero (*Jacana Jacana*), Andarríos (*Tringa Solitaria*), Garza de ganado (*Bubulcus ibis*), Garza real (*Egretta Caerulea*), Turrugulla (*Columbina Talpacoti*), Garrapatero (*Crotophaga aní*), Golero (*Coragyps aractus*), Garza blanca (*Egretta Thula*) y la Cotorra (*Aratinga Pertinax*). También se encuentra una comunidad de anfibios y reptiles, entre los principales se encuentran, el Sapo (*Rhinella Marina*), Rana platanera (*Hypsiboas Crepitans*), Picuda (*Leptodactylus fragilis*), Salamaqueja (*Gonatodes Albogularis*), Iguana (*Iguana*), Camaleón (*Anolis Auratus*), Camaleón (*Anolis Tropicogaster*) y el Lobo (*Cnemidophorus Lemniscatus*). Entre las especies de mamíferos se encuentran el Murciélago (*Phyllostomus sp*), Conejo (*Sylvilagus Brasiliensis*), Perico ligero (*Bradypus*

Variegatus), Oso Chupero (*Tamandua Mexicana*), Guartinaja (*Agouti Paca*), el Ratón de monte (*Oryzomys Sp*). La flora se destaca por poseer una variedad de especies entre las que se encuentran, Buchón de Agua (*Eicchornia*), Mango (*Mangifera indica*), Hobo (*Spondias monbin*), Anón (*Annona Squamasa*), Chirimoya (*Annona Sp*), Coco, Nucifera), Palma Noli (*Elaeis Oleifera*), Totumo (*Crescentia Cujete*), Vara de Humo (*Cordia Alliodora*), Cortadera Tres filos (*Cyperus Ferax*), Ñipi Ñipi (*Saplum Glandulosum*), Matarratón (*Giricidia Seplum*), Arrocillo (*Echinochloa Colona*), Hierba de Arroz (*Paspalum Repens*) y la Teca (*Tectonia Grandis*). (Corporación de los Valles del Sinú y San Jorge, 2011, Evaluación Ecológica rápida del Humedal de Sierra Chiquita. Montería)



Figura 8. Ecosistema del Humedal de Sierra Chiquita  
Fuente: Tomada por la autora.

## 5.6 Aspectos socioeconómicos

La ciudad de Montería tiene proyectado según el DANE, para el año 2014 una población total de 434.950 habitantes, de los cuales, 99.115 habitantes pertenecen a la zona rural, la zona de Estudio el Humedal de Sierra Chiquita se encuentra en la vereda

de Sierra Chiquita, perteneciente al corregimiento de Jaraquiel con una población estimada de 2,210 (POT, 2002). La vereda de Sierra Chiquita con base en la información suministrada por datos del presidente de la acción comunal, cuenta con una población aproximada, de 700 habitantes actualmente representadas en 160 familias, encontrándose 30 familias vecinas al Humedal, con aproximadamente 110 habitantes.

### **5.7 Nivel educativo**

Los primeros habitantes de la región, eran principalmente conductores, ebanistas, maestros de construcción, ayudantes de oficios varios, comerciantes, pequeños agricultores y ganaderos, por lo que las tierras en principio no fueron explotadas en su totalidad. Con el pasar del tiempo, los descendientes de los primeros habitantes de la vereda, se fueron capacitando en centros estudiantiles como colegios de secundaria, universidades y otros centros educativos de tal manera que en la actualidad se encuentra un gran número de profesionales altamente capacitados en diferentes especialidades, que han cambiado la estructura social del comienzo de la fundación de la vereda.

### **5.8 Actividades económicas**

En el área rural de Montería las principales actividades económicas son la pesca y las actividades agropecuarias. De acuerdo a los datos del año 1999 (Umata – Sadecor - Urpa), las actividades derivadas de la ganadería y los cultivos temporales son las más relevantes dentro del contexto económico agropecuario.

En la vereda de Sierra Chiquita la actividad económica se basa en la agricultura, la ganadería y la pesca, con base en la información suministrada por la comunidad en la “Historia de Sierra Chiquita”, las familias de la zona iniciaron trabajando en comunidad con el 12% de la tierra para el sustento de las familias, luego usaron un 30% para cultivos de maíz, arroz, yuca, ñame, plátano, ajonjolí, hortalizas, algodón y otros cultivos de la región y el 58% restante lo utilizaron en ganadería comunitaria. En el río Sinú pescaban el bocachico, el bagre, la liceta, la doncella, el barbulito, la cachama, el moncholo, la yalúa, el raspa canoa, la mallupa y la mojarra. También aprovechaban el agua del río para el consumo hogareño y de los animales, así como el riego de las plantas. Entrevista con el Ingeniero José Arteaga Hernández, habitante de la zona de Sierra Chiquita.

## **5.9 Infraestructura**

Con base en la información suministrada por la comunidad, la infraestructura y servicios públicos de la vereda de Sierra Chiquita, incluyendo la zona adyacente al humedal es insuficiente y deficiente, puesto que carece de centros educativos y centros de atención médica, por tal motivo la comunidad tiene que trasladarse a la ciudad de Montería para la prestación oportuna de estos servicios básicos. Además las vías de comunicación terrestre son secundarias y terciarias, en afirmado (Balasto compactado) y se encuentran en mal estado, el alumbrado público es deficiente y los servicios públicos no satisfacen la total cobertura de la zona, los servicios prestados en la zona son:

- ✓ Energía eléctrica 95%, deficiente.
- ✓ Agua potable 95 %, permanente pero deficiente en algunos sectores.

- ✓ Telefonía fija (4 viviendas en la zona), el resto de comunicación es por telefonía móvil.
- ✓ Alcantarillado 0%, este servicio se reemplaza por letrinas equivalente a un 50% y Pozos sépticos equivalente a un 50%.
- ✓ Recolección y disposición de residuos sólidos 0%. Debido a la carencia de este en la mayoría de los casos se realiza quema a cielo abierto.
- ✓ Gas natural domiciliario 0%, se reemplaza ante la ausencia de este por:
  - Gas propano en cilindros 70%
  - Leña 18%
  - Carbón 10%
  - Energía eléctrica 2%

La única organización comunitaria legalmente constituida en la vereda Sierra Chiquita es La Junta de Acción Comunal con personería jurídica N°002930 del 1 de octubre 1981, que se ha encargado de gestionar todas las actividades como servicios públicos y demás necesidades básicas insatisfechas relacionadas con la vereda. Está se considera la única autoridad en la vereda ya que no hay corregidor, inspector u otra autoridad que cumpla tales funciones, actualmente el presidente de la Junta de Acción comunal es el Señor Desiderio Negrete Prieto.

#### **5.10 Encuestas realizadas a la comunidad de Sierra Chiquita**

Con el fin de lograr información sobre la zona del humedal, se realizaron encuestas a la comunidad vecina, en la que se censaron diecisiete viviendas que representaron en promedio el 10% del total de las viviendas y con dichas encuestas se soportó la síntesis

diagnostica anterior, además se pudo establecer un análisis de la perspectiva de la comunidad sobre los problemas que aquejan al Humedal. En los anexos se presenta el modelo de la encuesta que se realizó, y a continuación el análisis de la misma.

**5.10.1 Resultado del análisis de las encuestas:** Al analizar las encuestas se tuvo en cuenta cada uno de los componentes que intervienen, con el fin de conocer el estado actual de la zona de influencia del Humedal de Sierra Chiquita.

- **Perfil del entrevistado**

De las 17 familias encuestadas, 9 viven en la región desde hace 48 años, y el resto reside en la vereda con tiempo de antigüedad entre 2 y 16 años. El promedio de personas que habitan por vivienda es de 4 personas conformados en su gran mayoría por dos adultos, un niño y un adolescente por familia, los cuales se encuentran en nivel de escolaridad primaria y secundaria.

- **Aspectos económico y financiero del núcleo familiar**

En la encuesta relacionada con el aspecto económico y financiero de cada núcleo familiar, se pudo conocer que las variaciones de los ingresos del común de las personas, se encuentran en promedio entre \$ 4.000 y \$ 26.666 diarios, obtenidas de actividades económicas varias como ganadería a pequeña escala, agricultura, tapicería, oficios varios, comercio, docencia entre otros. En general el salario obtenido no es suficiente para satisfacer las necesidades básicas, a pesar de que la mayoría de

personas recibe ayuda del gobierno por parte de salud (Sisben) y subsidios de familia en acción, no les es suficiente para cubrir sus necesidades básicas. El porcentaje de habitantes desempleados es elevado, comprende el 65% de la población.

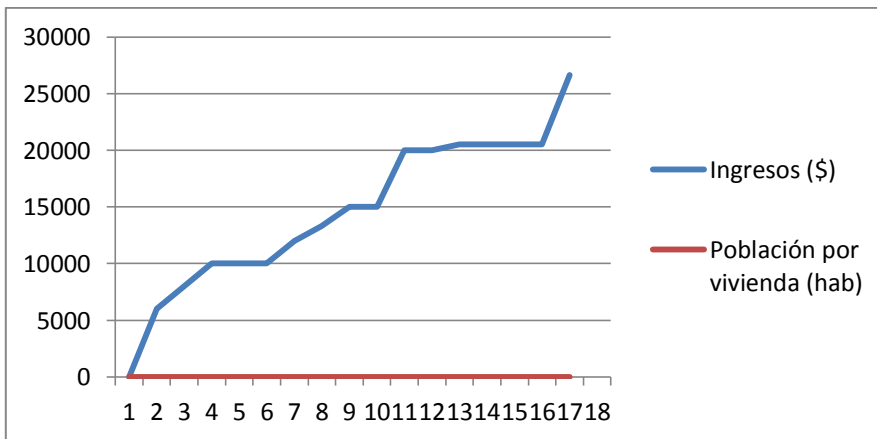
Cuadro 1. Ingresos obtenidos por la población

Ingresos (\$)	Población por vivienda (hab)
0	3
6000	3
8000	5
10000	5
10000	6
10000	4
12000	4
13333	5
15000	2
15000	6
20000	1
20000	4
20533	4
20550	4
20550	3
20550	6
26666	4

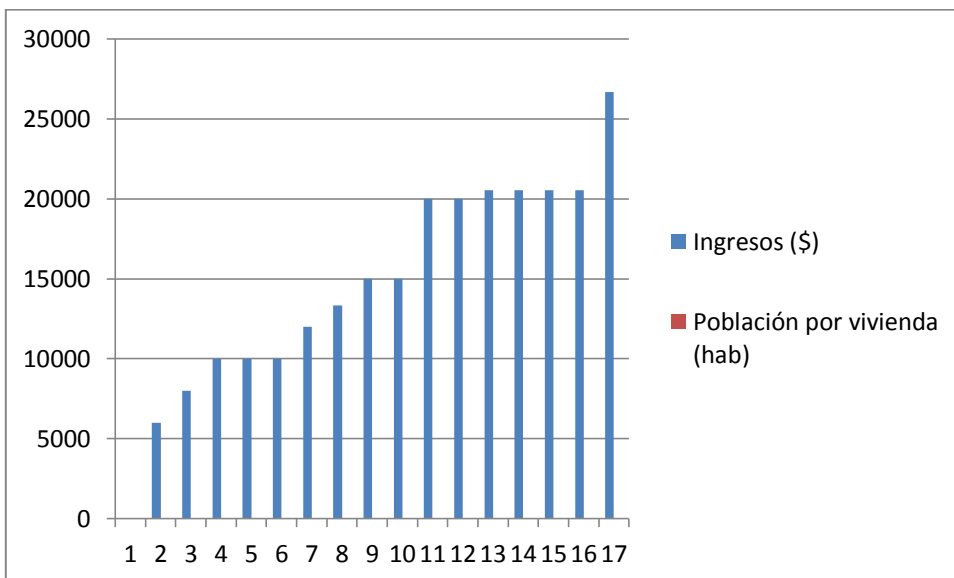


- **Graficas de los ingresos recibidos por la población**

Con base en la información obtenida por medio de las encuestas, se estableció el ingreso económico de los habitantes de la Vereda de Sierra Chiquita.



Grafica No 1. Ingresos (\$) Vs Población (hab) – Barras



Grafica No 2. Ingresos (\$) Vs Población (hab) – Lineal

En la Grafica No2. Ingresos (\$) Vs Población (hab), se puede ver que el mayor porcentaje de la población 65% sobrevive con menos del salario mínimo (\$ 6.000 – 2.000), un porcentaje del 24% alcanza el salario mínimo (20.550) y un porcentaje del 6% sobrepasa el salario mínimo (26.660), y otro (6%) se encuentra desempleado.

- **Vivienda**

El 95% de las viviendas en la vereda Sierra Chiquita vecinas al humedal son propias y están clasificadas en los estratos 1 y 2, el 40% de las mismas viviendas, se encuentran en buen estado, un 20% en regular estado y el 40% restante en mal estado con pisos por lo general en tierra o mortero y solo cuentan con un baño incompleto para toda la familia.

El 100% de las viviendas cuentan con servicios públicos como electricidad, agua potable y telefonía móvil, pero no existe servicio de alcantarillado, recolección de basura, transporte público, gas natural y las vías sin pavimentar se encuentran en regular estado. Por lo general en todas las viviendas tienen electrodomésticos como televisor, refrigerador, radio, estufa a gas propano y televisión por cable entre otros.

- **Percepción y cultura ambiental**

De acuerdo a la investigación realizada dentro de la comunidad de Sierra Chiquita los principales problemas ambientales que tiene el territorio, son la contaminación del agua debido a la falta de un alcantarillado sanitario, residuos sólidos depositados en las vías puesto que no hay sistema de recolección y transporte de estos, destrucción del

ecosistema, caza y tráfico de especies animales y vegetales, ruido por el paso en ciertas ocasiones de vehículos pesados, malos olores ocasionados por el vertimiento de las aguas residuales y basuras al río y a los canales naturales existentes e infiltración de dichas aguas residuales a pesar de que se cuenta con estructuras para su almacenamiento temporal como son los pozos sépticos, falta de espacios recreativos tipo cancha deportiva, parques o zonas de esparcimiento, la contaminación del aire es mínima a pesar que se presenta la quema y tala de bosques y otro problema que se evidencia son las malas prácticas agrícolas, como la siembra de cultivos en área del humedal, que se realiza en baja proporción.

La tala de bosques, es un problema del cual pocas personas son conscientes, debido a que este es uno de los más graves a nivel ambiental, por las consecuencias que trae como, erosión del suelo y desestabilización de las capas freáticas, provoca inundaciones y sequías, disminución y pérdida del ecosistema, afecta el cambio climático y al calentamiento global puesto que al deforestar no se puede eliminar el exceso de dióxido de carbono en la atmósfera.

La sedimentación es otro problema que no todos son conscientes, esto se debe a la destrucción de la capa vegetal, que a su vez permite el arrastre de material suelto por la escorrentía, dirigida al fondo de la ciénaga donde se almacena cantidad de sedimento que disminuye la capacidad de almacenamiento de agua, y produce la desecación del humedal, otro problema importante son las deficientes condiciones sanitarias, por la carencia de un sistema de evacuación y recolección de aguas residuales y la falta de implementación de un sistema de aseo, y por último un problema muy representativo es

ausencia de educación y sensibilización ambiental, percibido por la falta de sentido de pertenencia por el humedal.

En esta encuesta se observó que solo fueron reconocidos hasta dos problemas ambientales, reflejando desconocimiento sobre los beneficios aportados y los cuidados que debe brindársele al ecosistema tipo humedal.

- **Problemas y conflictos ambientales**

De acuerdo a la información obtenida de diversas fuentes se establece que actualmente la zona del Humedal de Sierra Chiquita se está deteriorando debido a diferentes factores de tipo económico, educativo, cultural y de gestión local por parte de las comunidades residentes en la zona. Las causas del deterioro están interrelacionados entre sí, puesto que directa o indirectamente ocasionan la pérdida del ecosistema y biodiversidad, déficit hídrico, pérdida del espejo de agua, inundaciones, sequias, erosión de la zona adyacente de humedal, sedimentación y colmatación del humedal, proliferación de enfermedades, contaminación del suelo, agua y aire entre otros, influyendo en el cambio de las condiciones iniciales como son la productividad, biodiversidad de sus especies y las bondades que este ofrece al ser humano y al ambiente.

A continuación se presenta una matriz de problemas y conflictos ambientales en donde de manera concreta se resaltaron los problemas que se presentan actualmente en el humedal de Sierra Chiquita, y sus posibles soluciones.

Cuadro 2. Matriz de problemas ambientales Humedal Sierra Chiquita

PROBLEMA	CAUSA	EFEECTO	POSIBLE SOLUCIÓN	ACTORES	NIVEL DE IMPORTANCIA	UBICACIÓN
Manejo inadecuado del suelo.	Explotación inconveniente del suelo para la Agricultura y ganadería aunque este último es en menor proporción. Tala de árboles. Asentamientos humanos generan la construcción de viviendas y estructuras complementarias en el cerro adyacente al humedal, crean degradación por erosión debido al movimiento de masa.	Perdida de la cobertura vegetal y de los nutrientes del suelo, alteración de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del recurso suelo. Contaminación del suelo, agua y deterioro del ecosistema. Sedimentación y colmatación del humedal, disminución del espejo de agua, la cobertura vegetal de la cuenca y el cuerpo de agua del humedal presenta un proceso degenerativo, tendiente a la extinción a mediano o a corto plazo. Debido a la pérdida del espejo de agua, y por causa de la deforestación, se puede aumentar el proceso erosivo, trayendo como consecuencia el aumento de sedimentos en el fondo del humedal.	Campañas de educación ambiental, y capacitación para realizar actividades económicas sustitutas. Regular el uso del suelo establecer un programa de vivienda de interés. Social (VIS) para los pobladores alrededor del Humedal, en zonas adecuadas técnica y ambientalmente.	Comunidad de Sierra Chiquita, CVS, Gobernación de Córdoba, Alcaldía de Montería, BR - 11, Ministerio de Medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial.	Alto	Vereda de Sierra Chiquita
Caza de especies en vía de extinción.	Falta de educación ambiental, facilidad de acceso al humedal por falta de control de las autoridades ambientales. Sustento económico de ciertas las familias y comercio de especies en extinción.	Disminución de las pocas especies de animales que aún sobreviven. Perdida de los nutrientes y minerales de este, debido a la quema del suelo para obtener las especies.	Campañas de educación ambiental, control de las autoridades ambientales, crear un refugio como habitat natural de animales silvestres en extinción y liberar animales, decomisados por las autoridades ambientales o aportados por la comunidad.	Comunidad de Sierra Chiquita, CVS, Gobernación de Córdoba, Alcaldía de Montería, BR - 11, Ministerio de Medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial	Alto	Vereda de Sierra Chiquita
Alteración Hídrica	La construcción de Jarillones o terraplenes al borde del humedal alteran la dinámica hídrica.	Se ha disminuido el espejo de agua y de pronto se han incrementado la sedimentación en el Humedal. Inundaciones en épocas de invierno y sequias en verano. Taponamiento de canales.	Realizar campañas ambientales para concientizar a los pobladores de la zona. Diseñar y construir estructuras hidráulicas que permitan la estabilidad del régimen de aguas, realizar un dragado del humedal y regular los drenajes para evitar las grandes sequias e inundaciones provocadas.	Comunidad de Sierra Chiquita, CVS, Gobernación de Córdoba, Alcaldía de Montería BR - 11, Ministerio de Medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial	Medio	Vereda de Sierra Chiquita

Cuadro 2. Matriz de problemas ambientales Humedal Sierra Chiquita

PROBLEMA	CAUSA	EFEECTO	POSIBLE SOLUCIÓN	ACTORES	NIVEL DE IMPORTANCIA	UBICACIÓN
Contaminación por inadecuada disposición de los residuos sólidos	Ausencia de sistema de recolección y disposición adecuada de residuos sólidos. Quema a cielo abierto y Carencia de conciencia y educación ambiental.	La contaminación del agua, suelo y aire, crean vectores de enfermedades y degradación del ecosistema en general.	Implementar por parte de la empresa de aseo, un sistema de recolección y disposición adecuada de los residuos y basuras.	Comunidad de Sierra Chiquita, CVS, Gobernación de Córdoba, Alcaldía de Montería, BR - 11, Ministerio de Medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial.	Alta	Vereda de Sierra Chiquita
Contaminación por aguas residuales.	Falta de alcantarillado sanitario, produce infiltración de las aguas residuales.	Contaminación del recursos suelo, agua y aire, deteriorando el ecosistema del Humedal y sus paisajes, proliferación de enfermedades en la comunidad. Baja producción de oxígeno en el humedal, pérdida y alteración del hábitad de las especies. Eutrofización.	Construir un sistema de alcantarillado sanitario para la recolección y transporte de las aguas residuales y realizar monitoreo por parte de los entes de control.	Comunidad de Sierra Chiquita, CVS, Gobernación de Córdoba, Alcaldía de Montería, BR - 11, Ministerio de Medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial.	Alta	Vereda de Sierra Chiquita
Contaminación por agua procedente de la planta de tratamiento de agua potable de Sierra Chiquita.	Infiltración y vertimiento de agua potable a un canal que se comunica con el humedal de Sierra Chiquita.	Contaminación de los recursos suelo y agua, a causa del contenido de químicos y reactivos que se infiltran en el humedal deteriorando el ecosistema del Humedal, haciéndose evidente la pérdida de la fauna y flora, como es el caso de peces, babillas entre otros.	Evitar el vertimiento de agua procedente de la limpieza de los tanques del sistema de acueducto, teniendo un mayor control y monitoreo.	Comunidad de Sierra Chiquita, Proactiva, CVS, Gobernación de Córdoba, Alcaldía de Montería, Ministerio de Medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial.	Alto	Vereda de Sierra Chiquita
Explotación inadecuada de la pesca en la ciénaga.	Pesca de especie pequeñas, que no han alcanzado su desarrollo.	Disminución de las pocas especies de peces que aún sobreviven.	Tecnificar esta práctica y capacitar a los pobladores para estimular la conservación y cultivo de las especies en peligro de extinción.	Comunidad de Sierra Chiquita, CVS, Gobernación de Córdoba, Alcaldía de Montería BR - 11, Ministerio de Medio ambiente,	Alto	Vereda de Sierra Chiquita

Cuadro 2. Matriz de problemas ambientales Humedal Sierra Chiquita

PROBLEMA	CAUSA	EFEECTO	POSIBLE SOLUCIÓN	ACTORES	NIVEL DE IMPORTANCIA	UBICACIÓN
				vivienda y desarrollo territorial.		
Falta de educación ambiental.	Carencia de programas ambientales que generen conciencia ambiental y sentido de pertenencia con el cuidado y protección del ambiente.	Degradación del Humedal	Realizar campañas ambientales, donde inicialmente se realice un diagnóstico de la población y se cree conciencia ambiental, a través de programas y proyectos ambientales.	Comunidad de Sierra Chiquita, CVS, Gobernación de Córdoba, Alcaldía de Montería, BR - 11, Ministerio de Medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial.	Alto	Vereda de Sierra Chiquita

## **5.11 Resultado del análisis de la matriz de problemas ambientales del humedal de Sierra Chiquita**

- **Manejo inadecuado del suelo**

En diferentes sectores del humedal de Sierra Chiquita se presenta un inadecuado manejo del recurso suelo, por causa de las actividades antrópicas que suceden en este, lo que origina la pérdida del ecosistema y deterioro en general del humedal.

Entre las principales causas que se encuentran por el manejo indebido del suelo, se tienen los asentamientos urbanos en el cerro adyacente al humedal en la zona posterior, puesto a que se han construido viviendas en zonas no adecuadas, provocando inestabilidad del suelo, por causa de la eliminación de la capa vegetal superficial y movimiento de tierras, dejando desprotegido los taludes lo cual ocasiona el deslizamiento del suelo y por el transporte de sedimentos en épocas de lluvias, a causa de la carencia de la cobertura vegetal.

Otros fenómenos que también afectan al recurso suelo es la tala de árboles, tanto maderables como frutales, siembra de cultivos en la zona adyacente del humedal específicamente en la Serranía de San Jerónimo que limita con el humedal, igualmente la ganadería aunque este es uno de los factores que se da en menor proporción en el humedal, todos estos procesos generan erosión y socavación, ocasionando el arrastre los sedimentos en el fondo del humedal.

Otro factor que influye por la sedimentación es la acumulación de cobertura vegetal, también se origina por la actividad agrícola que se realiza en ciertos sectores de la zona, la construcción de terraplenes para evitar inundaciones y el cambio del curso del flujo del agua del humedal. La sedimentación trae como resultado la disminución del



espejo de agua, la extinción de las plantas y especies acuáticas como es el caso de los peces, puesto que evita su supervivencia, por la falta de alimento y oxígeno al aumentar la temperatura, esto produce la muerte de los peces y los microorganismos que los alimentan, además causa el traslado del ecosistema en general, repercutiendo en la reproducción de peces y otras especies, modificando su hábitat y disminuyendo su reproducción.

El suelo en estos procesos de erosión va perdiendo sus características y propiedades iniciales, ya que el suelo sufre alteraciones de tipo, físicas, químicas y microbiológicas así como pérdidas de materia orgánica, que son fundamentales, para el aporte de nutrientes y a la generación de biodiversidad, además de contribuir a mejorar la fertilidad del suelo.

El suelo pierde nutrientes como nitrógeno que es indispensable para el crecimiento de las plantas en el suelo, además se disminuye la capacidad hídrica, la capacidad de reproducción de diversas especies y microorganismos que son el sustento de la composición de los suelos y del agua.

Para proteger y mitigar esta problemática, se debe planear y realizar campañas de educación ambiental, e implementar diferentes programas que capaciten e incentiven a la población para la protección, cuidado y conservación del humedal.



Figura 9. Erosión Serranía adyacente al humedal  
Fuente: Tomada por la autora



Figura 10. Cultivos de ají y maíz dentro de la zona del humedal  
Fuente: Tomada por la autora

- **Caza de especies en vía de extinción**

La caza es un fenómeno que se da en el humedal, por ausencia de conciencia ambiental de la población, además de personas ajenas de la zona de Sierra Chiquita, las cuales realizan esta actividad con el fin de comercializar especies animales y

vegetales, alcanzando de esta manera la pérdida del equilibrio ecosistémico y biodiversidad de la zona, permitiendo que penetren e inicien el proceso de extinción del ecosistema, especies invasoras.

Esta problemática está asociada a elementos socioculturales y económicos, puesto que en ciertas épocas del año, como es el caso de la semana santa, este es el sustento para ciertos habitantes, como el caso de las Tortugas o Hicoteas que se encuentran en vía de extinción.

- **Alteración hídrica**

La alteración del recurso hídrico en el Humedal de Sierra Chiquita es un fenómeno que afecta los recursos naturales y al ecosistema en general, debido a la variación de la dinámica natural, por construcción de terraplenes o jarillones, deforestación, colmatación de sedimentos, cobertura vegetal presente, taponamiento de canales en el Humedal, vertimiento de aguas residuales e inadecuada disposición de residuos sólidos.

Todas las anteriores causas, originan un detrimento en el cuerpo de agua, lo que ocasiona la disminución de la calidad del agua del humedal, generando inundaciones en épocas de invierno, sequías en épocas de verano y disminuyendo la capacidad de retención del agua debido a la pérdida del espejo de agua. Por otra parte al cambiar las condiciones físicas y biológicas del humedal, se altera el equilibrio hídrico. Para mitigar este fenómeno es necesario, realizar campañas ambientales para el cuidado, protección y conservación del humedal, se recomienda diseñar, construir estructuras hidráulicas con canales, sistemas de compuertas y estructuras de interconexión que

permitan estabilizar el régimen de aguas, realizando dragados del humedal, además de regular los drenajes para evitar sequías e inundaciones.

- **Efectos causados por las sequías y las inundaciones**

Las inundaciones y sequías, tienen diversas causas entre ellas se destacan el cambio climático debido a variaciones de temperatura y precipitaciones entre otras, estos cambios hacen que el Humedal de Sierra Chiquita sea más vulnerable a ataques internos y externos que lo degradan, como en el caso de las sequías; cuando sucede este fenómeno el suelo del humedal queda desprotegido, conllevando a pérdida del ecosistema y nutrientes, a su vez el suelo cambia sus características físicas y químicas, afectando su composición. Lo anterior se debe además del cambio climático, a la construcción de terraplenes o desvío del flujo de agua para evitar las inundaciones, como consecuencia se origina la pérdida del ecosistema y desplazamiento de las especies con el fin de obtener alimento, también se afectan viviendas y cultivos en las zonas aledañas al humedal, a causa de que hidrológicamente y geotécnicamente el humedal trata de recuperar su espacio.

- **Problemas causados por las aguas residuales**

Los asentamientos urbanos en las zonas vecinas al humedal de sierra chiquita, producen aguas residuales que se infiltran al suelo y cuerpos de agua, por causa de la falta de un sistema de alcantarillado sanitario, que es aquel que se encarga de evacuar y transportar las aguas residuales a un sitio técnicamente adecuado, la carencia de este trae como consecuencia la contaminación del recurso suelo, agua y aire, perjudicando el ecosistema, además de deteriorar el humedal, las condiciones sanitarias no son

adecuadas técnica y ambientalmente. Presentándose enfermedades generadas por aguas residuales como el dengue.

perjudicando el ecosistema del humedal. Además de deteriorar este, las condiciones sanitarias no son las más adecuadas técnica y ambientalmente, puesto que se propagan diversas enfermedades como el dengue entre otras.

Es fundamental y urgente el diseño y construcción de un sistema de alcantarillado sanitario convencional, que se encargue de recolectar y transportar las aguas residuales a un sitio de tratamiento y disposición final que cumpla con la normatividad del Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico.

- **Problemas causados por la inadecuada disposición y manejo de los residuos sólidos**

La carencia de un sistema de recolección, transporte y disposición de residuos sólidos en la vereda de Sierra Chiquita, afecta los recursos naturales, ya que no se presenta un adecuado manejo de residuos y desechos, ocasionando contaminación en suelo, agua y aire debido a que se utiliza la práctica de quema a cielo abierto. Ante la falta de un sistema de recolección apropiado, se produce deterioro en el ecosistema.

Es importante implementar un sistema de recolección y disposición adecuada de residuos sólidos en la vereda de Sierra Chiquita, con apoyo de las diferentes entidades como la CVS, la alcaldía y la gobernación.

- **Falta de educación ambiental**

El Humedal de Sierra Chiquita posee una gran biodiversidad de especies, la cual está en peligro de extinción a consecuencia de actividades antrópicas que se realizan en la zona, por esto es fundamental ejecutar programas y campañas de educación ambiental para el cuidado y conservación del medio ambiente, con los cuales se busquen alternativas que logren brindar soluciones a la crisis ambiental que se está generando en el humedal, haciendo participe de la solución a la población, alcanzando un proceso de interacción del medio ambiente con el ser humano, también se pueden establecer mecanismos y acciones que incentiven a la comunidad a adquirir sentido de pertenencia y responsabilidad social ambiental en las diferentes áreas y tipos de educación, creando propuestas preventivas en defensa, uso responsable y razonable de sus riquezas ambientales, que se pueda alcanzar un desarrollo sostenible con el que se puede mejorar la calidad de vida de la población y el medio ambiente.

- **Explotación inadecuada de los peces.**

La pesca es un bien y servicio eco sistémico del humedal, que no es aprovechado por causa de la extracción de especies que no alcanzan su desarrollo, influyendo en su reproducción, diversidad y tamaño, por no encontrar un hábitat óptimo. En el humedal de Sierra Chiquita la pesca es un problema que se da en baja proporción, puesto que es escaso en la ciénaga y su reproducción es baja, otra de las causas puede ser la contaminación del cuerpo de agua por la infiltración de aguas residuales, y el ingreso de agua procedente de la planta de tratamiento de agua potable de Sierra Chiquita, afectando no solo la pesca sino el ecosistema en general.

## **5.12 Comparación de síntesis diagnóstica y problemas ambientales del humedal de Sierra Chiquita-Montería, con otros humedales de la ciudad de Bogotá**

- ✓ **Metodología.** Se elaboró con base en los planes de Manejo de los Humedales Jaboque y El Techo, información obtenida en campo, el Plan de manejo del Humedal de Sierra Chiquita y la matriz de problemas ambientales, se estableció un comparativo de la síntesis diagnóstica de los humedales y sus problemas, con el fin de comparar el grado de deterioro del Humedal de Sierra Chiquita respecto a los Humedales Jaboque y El Techo de la ciudad de Bogotá.

### **5.12.1 Síntesis diagnóstica de la problemática de los humedales Jaboque y el Techo:**

- **Humedal Jaboque**

El Humedal de Jaboque se encuentra ubicado en el occidente de Bogotá y es una subcuenca cerrada perteneciente a la cuenca del río Bogotá, sobre la llanura fluvio – lacustre, alimentada por las aguas lluvias y en épocas de invierno, sirve aún de amortiguación de inundación de dicho río. El Humedal inicialmente fue concebido como centro de investigación y conservación de especies, con un área en sus orígenes de 80 ha, pero actualmente tiene un área aproximada de 1, 668 ha, y una temperatura de 13.4 c, se han identificado 653 especies, de las cuales 105 son fauna silvestre vertebrada, principalmente aves, razón por la cual es considerado como área para conservación de aves de Colombia y el mundo – AICA.

Según el Plan de manejo ambiental del Humedal Jaboque se han identificado: 3 especies de mamíferos; 3 especies de reptiles; 2 especies de anfibios; 74 especies

de flora entre acuática, acuática-terrestre, terrestre, hepáticas y musgos; Se presentan 60 especies arbóreas; 93 especies de zooplancton; 36 macro invertebrados acuáticos; 212 morfo especies de artrópodos; 73 especies de algas plantónicas y perifíticas; una variedad de más de 40 especies de aves nativas y migratorias entre las que se destacan, tinguas, caicas, chorlitos, pato turrio, canadiense, atrapamoscas, garza blanca y gris, cardenales, canarios y periquitos de anteojos.

Debido a factores antrópicos muchas de estas especies han desaparecido y están en vía de extinción. El Humedal se ubica en zona urbana y en una gran extensión de suelo se encuentra asentamientos humanos representados en viviendas de estratos 2 y 3, además se encuentran cultivos de papa, fresa y hortalizas.

Por causa al indebido vertimiento de aguas residuales al humedal, se construyeron unos jarillones por toda la ronda del humedal canalizándolo, causando un embotellamiento en el cauce normal del caudal, lo cual genera corrientes rectas que aumentan la velocidad de evacuación del agua.

Estudios realizados por el DAMA (2005) indican que la calidad del agua presenta altos niveles de contaminación debido al continuo aporte de aguas residuales, tanto domésticas como industriales, descargadas por medio de tuberías. Este hecho ha generado un exceso de materia orgánica y un alto cubrimiento de las especies vegetales asociadas con el cuerpo de agua (eutrofización), que perjudica aún más la calidad del espejo de agua. (Castellanos, 2013)



La flora se ha afectado por el cambio de función del Humedal que pasó de amortiguar las aguas lluvias a ser un canal de aguas residuales. Se observa una sustitución de la vegetación original como juncos y eneas por una invasión desenfrenada de pastos y otras especies que no son propias de este ecosistema. Sin embargo, en el sector bajo occidental, se conserva gran parte del lecho natural y la vegetación típica invade en su totalidad el manto del agua.

En cuanto a la vegetación arbustiva y arbórea original se puede decir que es casi nula por la invasión de construcciones ilegales que desecan y rellenan zonas hasta colonizar grandes extensiones y por la introducción de algunas especies que no pertenecen a la vegetación original. El Humedal presenta graves problemas de contaminación, turbidez, sólidos en suspensión y mal olor que causan deterioro general en los atributos del ecosistema. En general los principales problemas que se encuentran son la linderación, desarrollo urbano, rellenos, eutrofización, extracción de agua, residuos sólidos, fragmentación, presencia de semovientes y perros, estructura de retención de sólidos. (Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, Alcaldía mayor de Bogotá, s.f, Plan de manejo ambiental del humedal de Jaboque. Bogotá)

En el Plan de acción del humedal de Jaboque se estableció una zonificación que consta de dos zonas, el área de preservación y protección ambiental y área de recuperación, estas están enmarcados por diferentes programas que a su vez consta de varios proyectos que pretenden recuperar, conservar y mitigar el deterioro a que está sometido por los diferentes agentes y factores. Entre los principales programas, estrategias y proyectos se tienen:

- ✓ **Investigación participativa y aplicada.** Proyectos como el estudio de aporte de agua subsuperficial y Propuesta de realinderamiento del Humedal Jaboque.
  
- ✓ **Educación, comunicación y participación.** Proyectos, El Humedal Jaboque como aula ambiental y Propuesta de educación para el uso adecuado de residuos sólidos.
  
- ✓ **Recuperación, protección y compensación.** Proyectos, Saneamiento predial para la recuperación del Humedal Jaboque y Restauración de hábitats acuáticos y semiacuáticos en el Humedal Jaboque.
  
- ✓ **Manejo y uso sostenible.** Proyectos, Administración y manejo integral del Humedal Jaboque, diseño y construcción del área para administración e infraestructura para educación ambiental en el Humedal Jaboque.
  
- ✓ **Gestión interinstitucional.** Proyecto, Mecanismos de coordinación de la gestión institucional y seguimiento a acciones jurídicas relacionadas con el Humedal Jaboque.

Además de los programas anteriores, en estos últimos años la comunidad se ha venido concientizando de lo importante que son estos ecosistemas para la ciudad, por ello han logrado algunas mejoras como siembra de árboles, aseo de las riberas, creación de fundaciones con el propósito de proteger el humedal, además se han desarrollado procesos de educación ambiental e investigación científica. (Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, Alcaldía mayor de Bogotá, s.f, Plan de manejo ambiental del humedal de Jaboque. Bogotá)

- **Humedal el Techo**

Ubicado en la localidad de Kennedy, perímetro urbano de la ciudad de Bogotá, cuenta con un área de 11,67 ha y una temperatura de 13 °c, fue declarado Parque Ecológico Distrital de Humedal mediante el Decreto 190 de 2004 del Plan de Ordenamiento Territorial, donde también se estableció el régimen de usos para este ecosistema y la competencia para la elaboración de los Planes de Manejo Ambiental de los parques ecológicos distritales de Humedal por parte de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, planes que serán sometidos a consideración y aprobación de la autoridad ambiental competente. (Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, 2009, Plan de manejo ambiental del humedal de Techo. Bogotá).

En el Humedal el Techo, la estructura del flujo hídrico está compuesta por drenaje de aguas lluvias y servidas, con alta carga contaminante lo cual plantea la necesidad de crear un biotratamiento de aguas residuales el cual ha sido desarrollado en otros países con resultados exitosos. Debido a que en la actualidad la mayor parte del humedal se encuentra dominada por pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), en esta cobertura se encuentra la mayor riqueza de artrópodos.

El Humedal de Techo se encuentra dentro de los más alterados por la construcción del asentamiento no planificado Lagos de Castilla sobre su área, sometido a altas presiones de desarrollo urbano y de actividades antrópicas en sus márgenes y una alta degradación de aguas no apropiada para la preservación de flora y fauna, con aportes de aguas residuales domésticas e hidrocarburos provenientes de un negocio aledaño por el sector occidental. Consecuencia de lo anterior en épocas de verano, la

contribución más significativa de agua presenta altos niveles de contaminación, los cuales se manifiestan sobre el cuerpo de agua y alrededores de las zonas húmedas. (Proambiente, 2001)

Los organismos encontrados se caracterizan por ser resistentes a ambientes contaminados (Indicadores biológicos de contaminación). Es particularmente abundante la especie *Hyaliya* sp, del orden Diptera (moscas y zancudos), y hay presencia de familias de zancudos (Chironomidae, Tipulidae Culicidae), arañas, (Araneidae, Salticidae), opiliones (Opilionidae), zancudos (Culicidae) y libélulas entre otros, CI-EAAB (2000<sup>a</sup>) y EAAB (1998). La mayoría de organismos propios de aguas estancadas y de fácil adaptación ambientes con tendencia a la eutrofización.

El humedal a través del tiempo ha perdido porciones significativas del ecosistema; a causa de rellenos antrópicos ilegales, los mismos se componen de materiales heterogéneos como desechos de materiales de construcción y basuras con un espesor promedio de 4 metros (valor estimado de los estudios de suelos realizados por Proambiente Ltda. & EAAB (2001) posee un volumen total aproximado de 352000 m<sup>3</sup>.

El cuerpo de agua ubicado en el sector oriental del límite legal, por encontrarse topográficamente más alto que las tuberías de alcantarillado afluentes al mismo, se encuentra seco, agravándose el problema, puesto que la escorrentía superficial drena naturalmente hacia los canales formados por la entrega de los alcantarillados hasta la estación de bombeo, impidiendo cualquier tipo de almacenamiento en el cuerpo.

Además la alta carga contaminante del agua del humedal de Techo por vertimiento de aguas residuales presenta características no aptas para la presencia de vida acuática pues los diferentes cuerpos de agua se encuentran en un estado eutrófico a hipereutrófico. Se hace necesario controlar los vertimientos que se realizan en el humedal como el manejo adecuado de los depósitos de basuras.

Los procesos de urbanización sin control llevaron a que en la actualidad, varios de los barrios aledaños al humedal, se encuentren dentro de la ronda legal del mismo y a la colmatación por la carga orgánica de aguas y basuras, así como de desechos de construcción que se han depositado en los tramos superiores del humedal. (CI-EAAB, 2000a)

De acuerdo a lo anterior se presenta una problemática ambiental que consta de diferentes componentes como el físico, ecológico, económico y sociocultural y en estos se presentan los siguientes problemas que causan deterioro al Humedal el Techo:

- ✓ Pérdida del área natural del límite legal del Humedal.
- ✓ Contaminación del Humedal (cuerpo de agua, zona de ronda, zona de manejo y preservación ambiental) por el depósito de escombros y basuras, ingreso de aguas residuales (domésticas e industriales), descarga de heces fecales humanas y animales, y de cadáveres de animales domésticos.
- ✓ Ausencia de una valoración ambiental y económica de los servicios ambientales prestados por el ecosistema.
- ✓ Falta de sensibilización de la comunidad.
- ✓ Debilidades en las formas y procesos organizativos comunitarios.

- ✓ Presencia de predadores de la fauna.
- ✓ Pérdida de la calidad de agua que entra al humedal.
- ✓ Déficit Hídrico.
- ✓ Cambios en la estructura del suelo.
- ✓ Fraccionamiento del ecosistema.
- ✓ Transformación del paisaje.
- ✓ Ausencia de coberturas vegetales apropiadas en las rondas.

(Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, 2009, Plan de manejo ambiental del humedal de Techo. Bogotá).

Para lograr estrategias para la recuperación y conservación del Humedal se realizó una Zonificación ambiental en el Humedal el Techo, esta permitió establecer a partir de un análisis integral eco sistémico y holístico, unidades de manejo en función de la similitud de sus componentes físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales, identificando los conflictos entre la oferta y la demanda ambiental, para proponer alternativas de lineamientos que ayuden en la toma de decisiones respecto a los objetivos de manejo del ecosistema. Esta zonificación comprende varias áreas:

- ✓ Área de preservación y protección.
- ✓ Área de recuperación y aislamiento.
- ✓ Áreas de Control, Administración e Infraestructura para Educación
- ✓ Área de Mejoramiento de la Calidad del Agua

(Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá et al; 2009, Plan de manejo ambiental del humedal de Techo. Bogotá).

El Plan de Acción está estructurado en siete (7) programas, como unidades lógicas de las acciones que deben realizarse para el logro de los objetivos planteados a través de la ejecución de los proyectos que los componen. La estructura de los programas y proyectos contenidos responden a las problemáticas identificadas a lo largo de la formulación participativa del presente Plan.

La estructura de los programas y proyectos contenidos en este plan, responde a las estrategias definidas en la Política de Humedales del Distrito Capital (2006) y a las problemáticas identificadas a lo largo del desarrollo de la formulación participativa del presente Plan. Los programas y proyectos definidos en el Plan de Manejo Ambiental para la recuperación del Humedal de Techo son:

- ✓ Saneamiento Predial Proyectos
- ✓ Saneamiento Hídrico Proyectos
- ✓ Recuperación Ecológica Proyectos
- ✓ Mecanismos de Manejo y Protección Socio Ambiental Proyectos
- ✓ Gestión Social e Interinstitucional para la apropiación del humedal de Techo como bien público y patrimonio colectivo de la ciudad.
- ✓ Investigación Aplicada y estudios técnicos
- ✓ Seguimiento y Monitoreo

(Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá et al; 2009, Plan de manejo ambiental del humedal de Techo. Bogotá).

En el siguiente cuadro se muestra un resumen de la síntesis diagnóstica de los Humedales de Sierra Chiquita, Jaboque y El Techo.

Cuadro 3. Comparativo de síntesis diagnóstica del humedal de Sierra Chiquita con humedales de la ciudad de Bogotá

HUMEDAL	UBICACIÓN	ÁREA	CLIMA	RECURSO SUELO	RECURSO AGUA	FLORA	FAUNA	PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ACTUAL
<b>SIERRA CHIQUITA</b>	Municipio de Montería, corregimiento de Jaraquiel, vereda de Sierra Chiquita, a orillas del río Sinú, al lado de la Brigada 11 del ejército y de la Planta de Tratamiento de agua potable de Sierra Chiquita	El área aproximada del Humedal de Sierra Chiquita es de 25 Ha.	La temperatura tiene un promedio anual de 27.1°C, con los meses más secos entre diciembre - marzo y abril - mayo, con variaciones mensuales no mayores de 2°C y diarias de hasta 10°C. Precipitación media anual de aproximadamente 1035 mm, con régimen de precipitación unimodal, es decir, una temporada seca y una húmeda en el año.	La zona del humedal de Sierra Chiquita específicamente, se caracteriza por tener un suelo permeable y arcilloso de color café, y gris, con una plasticidad entre mediana y alta dependiendo la profundidad, también se puede encontrar arena en la superficie.	El humedal de Sierra Chiquita es una extensión de ciénaga que comprende una gran superficie, cubierta de agua dulce de régimen natural temporal, que corre por un canal artificial hacia el río Sinú y su profundidad no excede a los seis metros en este lugar. En época de invierno cuando el río Sinú alcanza sus máximos niveles, el agua del río también entra en contrapendiente por el canal mencionado hacia Humedal, debido a que se encuentra una compuerta que no controla suficientemente el caudal proveniente del río. También entra agua de escorrentía proveniente de la serranía de San Jerónimo, que ingresa en sentido contrario al nacimiento del canal y alrededor de la ciénaga.	La flora del humedal de Sierra Chiquita se destaca por poseer una variedad de especies, entre las principales se cuenta, Buchon de Agua, Mango, Hobo, Anón, Chirimoya, Coco, Palma Noli, Totumo, Vara de Humo, Cortadera Tres filos, Nipi Nipi, Matarratón, Arrocillo, Hierba de Arroz y la Teca.	En el humedal de Sierra Chiquita se encuentra una biodiversidad, que ofrece beneficios, entre las especies más representativas se cuenta con mamíferos se presenta el Murciélago, Conejo, Perico ligero, Oso Chupero, Guartinaja, el Ratón de monte. También se encuentran aves, como el Vencejo, Tanga, pisingo, Gallito cienaguero, Andarríos, Garza de ganado, Garza real, Turrugulla, Garrapatero, Golero, Garza blanca y la Cotorra, además se presenta una comunidad de anfibios y reptiles, entre los principales se tiene, el Sapo, Rana platanera, Picuda, Salamaqueja, Iguana, Camaleón, Camaleón y el Lobo.	El humedal de Sierra Chiquita está en peligro de deterioro a causa de diferentes problemas que lo aquejan actualmente, entre los más destacados se tienen: Manejo inadecuado del suelo. Caza de especies en vía de extinción. Alteración Hídrica. Contaminación por inadecuada disposición de los residuos sólidos. Contaminación por aguas residuales y aguas de procesos químicos. Explotación inadecuada de la pesca en la ciénaga. Falta de educación ambiental.

Fuente: Incora. Levantamiento topográfico Humedal Sierra Chiquita. Evaluación Ecológica rápida Humedal de Sierra Chiquita.



Cuadro 3. Comparativo de síntesis diagnóstica del humedal de Sierra Chiquita con humedales de la ciudad de Bogotá

HUMEDAL	UBICACION	AREA	CLIMA	RECURSO SUELO	RECURSO AGUA	FLORA	FAUNA	PROBLEMATICA AMBIENTAL ACTUAL
<b>JABOQUE</b>	Se localiza en el occidente de Bogotá D.C., coordenadas 40 50' norte y 74° 10' oeste. Se extiende entre una pequeña cuenca encerrada del río Juan Amarillo y la meseta donde está el aeropuerto El Dorado. Pertenece a la localidad número diez, su Engativá. Sus márgenes colindan con los barrios: Engativá, Bolivia, Villa del Mar, Villa Amalia, Villas de Granada y Álamos Norte.	El área de drenaje de la cuenca de aguas lluvias del humedal es de 1.668 Ha.	Se presenta una temperatura: 13.4 0 c, Precipitación: 794mm, Humedad relativa; 80 %, Evapotranspiración: 850m.	El suelo está conformado por un lecho de espesor variable de material limo arcilloso orgánico, con una profundidad de 1.50 a 2.00 ms que descansa sobre una capa gruesa de arcilla.	El agua del Humedal de Jaboque actualmente se encuentra contaminada, debido a la actividad humana que se genera en la zona, como la descarga de aguas residuales, vertimiento de residuos sólidos y basuras, adicionando la falta de control en la zona.	De acuerdo con la clasificación de L.R Holdrige para las formaciones vegetales, el humedal de Jaboque se halla en una región latitudinal templada subtropical y en un piso altitudinal montano bajo. Esto, sumado a la temperatura y evapotranspiración, determina que el humedal se ubique en una zona de formación vegetal de bosque seco montano bajo, bs—MB. La ronda del humedal no presenta vegetación porque se encuentra invadida de construcciones ilegales, además del escaso número de árboles y arbustos predominan especies foráneas, eucaliptos y acacias, Dentro del cuerpo de agua se encuentran tres estratos de vegetación: el primero y mayor compuesto por vegetación de orillas como hierba de sapo, botoncillo, y gualola. El segundo lo compone vegetación emergente caracterizado por juncos, enea y cortadera. Y en el tercer estrato sobresale la vegetación flotante como el buchón y la lenteja de agua.	El deterioro del humedal ha ocasionado la extinción total de muchas especies y disminución de las existentes, actualmente, sin embargo, presenta una variedad de más de 40 especies de aves entre nativas y migratorias entre las que se destacan, tinguas, caicas, chorlitos, pato turrio, canadiense, atrapamoscas, garzas blanca y gris, cardenales, canarios y periquitos de anteojos.	Entre los principales agentes de afectación que se presentan en el Humedal Jaboque se tienen: Linderación. Desarrollo urbano. Rellenos. Eutrofización. Extracción de agua. Residuos sólidos. Fragmentación. Presencia de semovientes y perros. Estructura de retención de sólidos.

Fuente: Descripción General de Los Humedales de Bogotá, D.C. Sociedad Geográfica de Colombia, Academia de ciencias Geográficas. Diagnóstico del humedal Jaboque, propiedades físicas, químicas, biológicas y cartografía social. Cesar Augusto Castellano Segura. Alcaldía Mayor de Bogotá. Resumen Plan de Manejo Parque ecológico Distrital de Humedal Jaboque.

Cuadro 3. Comparativo de síntesis diagnóstica del humedal de Sierra Chiquita con humedales de la ciudad de Bogotá

HUMEDAL	UBICACION	ÁREA	CLIMA	RECURSO SUELO	RECURSO AGUA	FLORA	FAUNA	PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ACTUAL
<b>EL TECHO</b>	El humedal de Techo está localizado dentro del perímetro urbano de la ciudad de Bogotá, en la localidad de Kennedy, ubicado en un área de reciente expansión urbana, delimitada por: la Avenida Boyacá por el sur - oriente, la Avenida Ciudad de Cali por el nor - occidente, el humedal del Burro por el sur - occidente, al occidente con el barrio Nuevo Techo y el Río Fucha por el Norte.	El humedal de Techo, en su área legal cuenta con un total de 11.69 hectáreas, las cuales, debido a su alto grado de intervención, están dominadas por coberturas originadas en la expansión urbana, quedando un área remanente relativamente reducida de vegetación típica de humedal. Dado el grado de intervención del humedal, las estructuras urbanas representan la mayor parte del área legal. El 39.8% (4.6 has.), se distribuye entre área construida, lotes sin construir y vías.	Posee una temperatura: 13° c, Precipitación: 600 mm, Humedad relativa: 60%, Velocidad del viento: 2.5 m/s norte. 10	De acuerdo a los estudios realizados por Proambiente (2001), se pudo establecer que el suelo que subyace a los cuerpos de agua y hasta una profundidad que oscila entre 1,30m y 3m, es un estrato compuesto por lodos y sedimentos de color carmelito en el cuerpo 1 y negro en cuerpo 2 y 3, de humedad alta y plasticidad muy alta que clasifica en el sistema unificado USC como MH-OH. Presenta valores de humedad natural promedio de 170%, límite líquido alrededor de 150%, índice de plasticidad entre 42 y 75% y pasa tamiz #200 cercano al 95%.	El humedal de Techo hace parte de la cuenca drenante del río Fucha que es el resultado de la unión de las aguas de los ríos San Francisco y San Cristóbal, que nacen en los Cerros Orientales, atraviesa la ciudad por la Avenida Jiménez y pasa de oriente a occidente paralelo a la calle 11 sur, dentro de un canal cerrado, hasta llegar a la localidad de Fontibón, en donde se vierte en el Río Bogotá. El cuerpo de agua del Humedal el Techo se presenta una fuerte contaminación, una alta demanda de oxígeno por lo cual se concluye está siendo empleado como un canal/laguna de aguas residuales que como un sistema natural.	El espejo de agua se encuentra cubierto por sombrillita de agua, Hydrocotile ranunculoides, y lenteja de agua, Lemna minor. En las márgenes se encuentran poblaciones numerosas de enea, Typha latifolia, y junco bogotano, Juncus Bogotensis.	La población faunística está conformada, básicamente, por aves. Se encuentran chorlitos o Tinga solitaria; chisgas, monjitas o Agelaius cterocephalus y golondrinas.	El Humedal el Techo está siendo amenazado por diferentes causas entre las que se destacan: Pérdida del área natural del límite legal del Humedal. Contaminación del Humedal (cuerpo de agua, zona de ronda y zona de manejo y preservación ambiental) por el depósito de escombros y basuras, Ingreso de aguas residuales (domésticas e industriales), descarga de heces. Fecales humanas y animales, y de cadáveres de animales domésticos. Ausencia de una valoración ambiental y económica de los servicios ambientales prestados por el ecosistema. Falta de sensibilización de la comunidad. Debilidades en las formas y procesos organizativos comunitarios. Presencia de predadores de la fauna. Pérdida de la calidad de agua que entra al humedal. Déficit Hídrico. Cambios en la estructura del suelo. Fraccionamiento del ecosistema. Transformación del paisaje. Ausencia de coberturas vegetales apropiadas en las rondas.

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Formulación del Plan de Manejo ambiental del Humedal el Techo. Alcaldía Mayor de Bogotá. Plan de Manejo Humedal el Techo. Alcaldía Mayor de Bogotá. Plan de Manejo Humedal el Techo Problemática.

**5.12.1.1 Resultado análisis comparativo de los humedales:** Con base en la problemática de los Humedales Jaboque y el Techo de la ciudad de Bogotá y comparándolos con el Humedal de Sierra ubicado en la ciudad de Montería, se presenta en este como se mencionó anteriormente, problemas como manejo inadecuado del suelo, caza de especies en vía de extinción, alteración hídrica, contaminación por inadecuada disposición de los residuos sólidos, contaminación por aguas residuales y aguas de procesos químicos, explotación inadecuada de la pesca en la ciénaga y falta de educación ambiental, destacándose y derivándose entre los anteriores, por su alto impacto, la tala y quema de bosques, sedimentación, erosión y caza de especies.

A pesar de encontrar esas problemáticas, el Humedal de Sierra Chiquita no se encuentra actualmente en un alto grado de deterioro y degradación comparado con los humedales Jaboque y El techo, posiblemente a que estos se encuentran ubicados en zona urbana de la ciudad de Bogotá, trayendo como consecuencia asentamientos humanos, invasión del humedal por construcciones, manejo inadecuado del suelo como siembra de cultivos, actividades como la ganadería, entre otras, comprendiendo hasta en un 80% de las áreas de los humedales, y en el Humedal de Sierra Chiquita la proporción solo asciende hasta el momento en un 20%, que corresponde a 5 de las 25 hectáreas totales del humedal.

Otro problema que se destaca en los Humedales Jaboque y el Techo, es el manejo inadecuado de residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales, estos se realizan de manera directa contaminando los Humedales, hasta deteriorarlos; en el Humedal de Sierra Chiquita esta contaminación se da en baja proporción, alcanzando un 1%.

La pérdida del ecosistema en general es un problema que se da a mayor escala en los Humedales Jaboque y el Techo debido a los diferentes contaminantes que afectan la zona, de igual manera en el Humedal de Sierra Chiquita esto se evidencia en gran proporción, debido a que por causa de las diferentes actividades como la caza, tala de árboles y quema del suelo se ha extinguido y disminuido el ecosistema en general.

Es importante resaltar que los tres Humedales tienen Planes de Manejo Ambiental, en donde se plantea una zonificación que permite crear áreas de preservación, restauración y conservación como el caso del Humedal de Sierra Chiquita que contempla las siguientes zonas:

Zonas de Preservación y Protección Ambiental (ZPPA)

Áreas de Recuperación Ambiental (ZRA)

Zona de Reconversión Productiva Ambiental (ZRPA)

Pero a pesar de contar con estas zonas, que conllevan a programas, estrategias y proyectos que se encuentran dentro del Plan de Manejo Ambiental del Humedal de Sierra Chiquita, este no se está aplicando y no se está realizando ningún tipo de monitoreo, control y campañas ambientales que permitan conservar, proteger y restaurar el humedal, haciendo parte activa a la comunidad. Es de resaltar que la única entidad que hace presencia en la zona cuando se presentan inconvenientes de carácter ambiental y realiza actividades, es la Policía Ambiental.

## 6. Resultados de la caracterización física, química y microbiológica del agua y suelo del humedal Sierra Chiquita

Para analizar, determinar cualquier alternativa y recomendación con el fin de lograr un estado óptimo del Humedal de Sierra Chiquita, se evaluó el recurso suelo y agua de este. Al ejecutar la toma de muestras del suelo y agua, fue necesario inicialmente tener en cuenta un diseño estadístico que permitió establecer y justificar el muestreo, para ello se escogió el análisis estadístico que mejor se ajustó a las condiciones y entorno del Humedal de Sierra Chiquita.

### 6.1 Análisis estadístico

El diseño para la selección de la toma de muestras para la realización de los ensayos de suelos y aguas del humedal de Sierra Chiquita fue de tipo “No probabilístico”, este no se realizó al azar, sino al criterio del investigador, es decir el investigador decide si la muestra es o no representativa. Según León Darío Bello Parias profesor de la universidad de Antioquia un muestreo no probabilístico es aquel utilizado en forma empírica, es decir, no se efectúa bajo normas probabilísticas de selección, por lo que sus procesos intervienen opiniones y criterios personales del investigador o no existe norma bien definida o validada. Entre las clasificaciones que se acercan al muestreo no probabilístico que se ejecutó en el Humedal de Sierra Chiquita se tienen:

- **Muestreo Discrecional:** a criterio del investigador los elementos son elegidos sobre lo que él cree que pueden aportar al estudio. (Valdez, 2010)

- **Muestreo por juicio u opinión:** forma de Juicio por conveniencia teniendo como base el juicio del investigador, que elige porque los considera lo más representativos de la muestra. (Valdez, 2010)

En el caso del Humedal de Sierra Chiquita el muestreo se realizó teniendo en cuenta la problemática de la zona, con base en las zonas estrategias del humedal, de acuerdo a una inspección visual, descriptiva y a las condiciones del humedal, para ello se efectuó una investigación en campo, adquirida de residentes de la zona los cuales observaron la evolución del humedal por 40 años y también información apriori, con la cual se conocerá el comportamiento del Humedal a través de su historia, por medio de esta inspección se procedió a escoger las muestras en la zonas representativas del humedal. Con base a lo anterior se dividió el humedal en cuatro zonas, la primera es la zona vecina a la Serranía de San Jerónimo, la cual se encuentra en proceso de erosión y sedimentación, además siembra de cultivos dentro del Humedal, el segundo sitio corresponde a la zona donde se presenta mayor asentamiento humano cerca del humedal, la tercer zona es la zona adyacente a la planta de tratamiento de agua potable de la empresa Proactiva S.A, y la cuarta zona es una zona cerca de la planta de proactiva, pero a la vez retirada de los asentamientos humanos y libre de cultivos.

En este muestreo no se elaboró con base en una cuadrícula, puesto que el objetivo era determinar de manera general el grado de contaminación de este ecosistema y la fuente de financiación era limitada.

## **6.2 Caracterización química y física del suelo**

El suelo es un recurso fundamental en el cual se desarrollan muchos procesos, según el IDEAM este no es homogéneo y lo caracterizan diferentes tipos de variaciones y sus propiedades pueden variar tanto de manera horizontal como vertical; el campo seleccionado para el muestreo debe ser subdividido en clases que sean tan homogéneas como sea posible. Las variaciones en la topografía del terreno, la geología del material parental y los diferentes tipos de vegetación, son factores que pueden utilizarse para la subdivisión horizontal. Por otra parte, los diferentes horizontes del suelo, son subdivisiones naturales que muestran las variaciones verticales.

En este proyecto se tomaron muestras de suelo del Humedal de Sierra Chiquita, para determinar las características y propiedades físicas y químicas. El muestreo de suelos se ejecutó con base en la normatividad del IDEAM “Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales”. En esta norma el objetivo fundamental del muestreo de suelos fue obtener información confiable acerca de las características de un suelo en particular, con un propósito determinado (P ej. Conocer el nivel de nutrientes, verificar la contaminación de un suelo).

La fase de muestreo es el eslabón más sensible del proceso de investigación en suelos, para asegurar que las muestras recolectadas fueran representativas de las características y propiedades del campo.

**6.2.1 Recurso suelo:** El concepto de suelo depende del contexto, entorno, la zona, el uso o finalidad, de acuerdo a unas características y propiedades que este posee.

Desde el punto de vista geológico, suelo se define como el material producido por los efectos de la meteorización o alteración sobre las rocas de la superficie de la tierra y está dividido en estratos u horizontes (concepto edafológico). En cambio roca es el material constitutivo de la corteza terrestre, formado en general por una asociación de minerales y que presenta una cierta homogeneidad estadística; en general es dura y coherente pero a veces es plástica (por ejemplo, la arcilla) o móvil (como ejemplo, la arena). (Merritt, F, 1994)

Desde el enfoque agrícola suelo es la capa superior de la tierra donde se desarrollan las raíces de las plantas. Donde se presentan por lo regular grandes depósitos de agua y nutrientes. (Ministerio Agrícola y Desarrollo Rural, 2002)

**Como se forma el suelo:** La corteza terrestre está formada de rocas de distintas clases, estas rocas se descomponen y desmoronan por la acción del aire, calor, frío, lluvia y sequía, dando lugar a la formación del suelo. La parte superior del suelo se mezcla con residuos de plantas y de algunos animales como lombrices, formando la capa vegetal, llamada también capa arable. Es tan lenta la formación de los suelos, que para formarse una mínima capa de suelo se necesitan muchos años. (MADR, 2002)

**Composición del suelo:** El suelo está constituido de sustancias sólidas, agua y aire, las sustancias sólidas, son los residuos de plantas, animales vivos o muertos y los minerales que proceden de la desintegración y descomposición de las rocas, en el agua se disuelven los minerales del suelo para que las raíces de las plantas puedan tomarlos, sin aire en el suelo se mueren las raíces de las plantas y los pequeños animales que viven en él. (MADR, 2002)



**Perfil del suelo:** A medida que las partículas de la roca se desintegran y se mezclan con los residuos vegetales y animales, se forman las diferentes capas del suelo, estas capas forman el perfil del suelo, las capas las podemos distinguir bien en los cortes de las carreteras o al hacer una excavación en el terreno. Las distintas capas que vemos se llaman horizontes, en algunas de las capas vemos piedras, raíces y lombrices. Estas capas u horizontes tienen diferente color y tamaño y reciben los nombres de horizontes A, B, y C. (MADR, 2002)

- ✓ **El horizonte A:** Es la primera capa que vemos de arriba hacia abajo, cuando existe es de color oscuro, porque tiene mucha materia orgánica y se ven muchas raíces vivas o muertas, lombrices, insectos y animales muy pequeños.
- ✓ **El horizonte B:** Es la segunda capa que vemos, es de color más claro porque tiene menor cantidad de materia orgánica.
- ✓ **El horizonte C:** es la capa que se encuentra en la parte más baja del perfil del suelo y es de color más claro, debajo de ella sigue la roca de la cual se formó el suelo.

**6.2.1.1 Propiedades físicas del suelo.** Con base en un estudio realizado por el Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, sobre el suelo Propiedades físicas-químicas Conservación, del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2002) En Mocoa por Funach-Ascapam Unión Temporal. Las propiedades físicas y química de los suelos son:

**1. Color:** Los suelos en general tienen color oscuro, el color se aclara a medida que se profundiza, los suelos de color más oscuro, generalmente son más ricos en materia orgánica, los colores pardos, rojizos y amarillentos, indican que los suelos son bien aireados y no se encharcan, los colores grises y manchados de verde azulado, indican que los suelos permanecen mucho tiempo encharcados. En las regiones húmedas, cuando los suelos son muy claros indican baja productividad y las plantas no presentan buen desarrollo.

**2. Textura:** La roca que forma el suelo se descompone y desmorona en partículas, estas partículas son de diferente tamaño, las más pequeñas se llaman ARCILLAS, las intermedias LIMOS y las más grandes se llaman ARENAS, todos los suelos tienen ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS, La mezcla de las ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS se llama TEXTURA, si los suelos tienen muchas ARENAS, se dice que son ARENOSOS.

Los suelos que tienen muchas partículas de ARCILLA, se llaman suelos ARCILLOSOS, también se conocen como tierra gredosa o suelos pesados, se encharcan fácilmente y son ricos en alimentos para las plantas, cuando están húmedos son pegajosos, cuando están secos forman una masa, cuando los suelos tienen cantidades más o menos iguales de arenas, limos y arcillas, se dice que son suelos de textura FRANCA o suelos MEDIANOS.

**3. Estructura:** Es la manera como se unen partículas para formar terrones, cuando las partículas del suelo, están unidas en formas de láminas o lajas se dice que hay estructura laminar, cuando las partículas del suelo se unen y forman columnas con los bordes redondeados se dice que la estructura es columnar, cuando las columnas tienen

bordes angulosos, la estructura es prismática, si las partículas del suelo se unen en forma de bloque de varios tamaños con bordes redondeados o angulosos, se dice que la estructura es blocosa, cuando las partículas de suelo forman terrones pequeños y redondeados como gránulos, se presenta una estructura granular, se dice que no hay estructura cuando las partículas del suelo no forman terrones, esto ocurre en aquellos suelos gredosos, en donde se forma una masa que no rompe en terrones y en los suelos arenosos, donde las arenas no están reunidas en granos pequeños.

**4. Porosidad:** Se refiere a los poros o pequeñas cavidades que existen en el suelo, a través de estos penetran el aire y el agua, en los suelos que tienen partículas grandes como las arenas, los poros son grandes y el agua y el aire penetran fácilmente, en los suelos que tienen partículas más pequeñas como las arcillas, los poros son muy pequeños y el agua y el aire no penetran con facilidad.

**5. Permeabilidad:** Es la facilidad con que el agua y el aire se mueven dentro del suelo, los suelos que se encharcan tienen permeabilidad muy lenta.

**6. Profundidad efectiva:** Es la profundidad hasta donde llegan, sin tropiezo, las raíces de las plantas en busca de agua y alimentos, los tropiezos o limitaciones que encuentran las raíces para penetrar son: capas endurecidas, piedras o rocas, agua y sales nocivas.

En un suelo profundo las raíces de las plantas penetran hasta un metro o más sin tropiezos de ninguna clase, en un suelo muy superficial las raíces de las plantas

penetran muy poco, porque encuentran: agua muy cerca de la superficie, rocas y piedras, capas endurecidas y sales dañinas

**7. Drenaje:** Es la rapidez con que los suelos se secan después de un aguacero, hay drenaje interno y drenaje externo.

Drenaje interno es la rapidez con que el agua se mueve dentro del suelo en los suelos arcillosos o gredosos, el agua se mueve muy lentamente, por eso se encharcan.

Drenaje externo es la rapidez con que el agua se escurre por la superficie del terreno, cuando en un aguacero el agua no penetra en el suelo, o lo hace lentamente, corre sobre la superficie del terreno hasta llegar a un arroyo o un río, esta agua se llama de escurrimiento o escorrentía. Esta agua de escorrentía, es la que arrastra las partículas del suelo. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2002, Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria).

**6.2.1.2 Propiedades químicas de los suelos:** Entre las principales propiedades químicas del suelo se encuentran: el pH, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica y fertilidad.

**1. PH del suelo:** Una de las características del suelo más importantes es su reacción, ésta ha sido debidamente reconocida debido a que los microorganismos y plantas superiores responden notablemente tanto a su medio químico, como a la reacción del

suelo y los factores asociados con ella. Tres condiciones son posibles: acidez, neutralidad, y alcalinidad. (Buckman y Brady, 1966)

Por lo general la acidez del suelo es común en todas las regiones donde la precipitación es alta, lo que ocasiona la lixiviación de grandes cantidades de bases intercambiables de los niveles superficiales de los suelos; en este caso, el suelo contiene más iones hidrógeno ( $H^+$ ) que oxidrilos ( $OH^-$ ). Los suelos alcalinos son característicos de las regiones áridas y semiáridas; la alcalinidad se presenta cuando existe un alto grado de saturación de bases. La presencia de sales especialmente de calcio, magnesio y sodio en formas de carbonatos da incremento a los iones ( $OH^-$ ) sobre los iones ( $H^+$ ) en la solución del suelo. (Millar, 1971)

Algunas de las fluctuaciones de pH ocurren durante las diferentes estaciones del año, por ejemplo durante el verano el pH de los suelos minerales tiende a disminuir sobre todo bajo cultivo, debido a los ácidos producidos. En invierno y primavera se observa un aumento del pH, seguramente a causa de las actividades bióticas. Como resultado, la influencia de la alcalinización de la solución tenderá a aumentar el pH. Los microorganismos del suelo son influenciados por las fluctuaciones de la reacción de la solución del suelo. Las bacterias y los actinomicetos funcionan mejor en suelos minerales con pH intermedios y elevados, siendo su actividad muy reducida cuando el pH desciende por debajo de 5.5. Un suelo con pH intermedio, por ejemplo de 6 a 7, es el que presenta mejor régimen biológico, ya que las condiciones nutrientes son favorables sin ser extremas y la asimilación del fósforo está en el máximo. (Porta, 2003)

De acuerdo a los valores de pH la clasificación de suelos puede variar entre los expertos de la ciencia del suelo, sin embargo, de manera general se dice que un suelo es fuertemente ácido si su pH es menor que 5.0 lo que indica que es muy deficiente en bases; moderadamente ácido, si el suelo tiene un pH que varía de 5.0 a 6.0, lo que indica moderada deficiencia de bases; ligeramente ácido cuando el suelo tiene un pH menor que 7.0 pero generalmente más que 6.0; neutro debido a que tiene un pH de aproximadamente 7.0; básico cuando el suelo tiene un pH mayor a 7.0 y alcalino cuando el pH es mayor a 8.5 cuando esto sucede indica la presencia de sodio. Esta clasificación del valor de pH se ve influenciado por los procesos antes mencionados. (Porta, 2003)

**2. Capacidad de intercambio catiónico:** La capacidad de intercambio catiónico (CIC) de una muestra de suelo o de alguno de sus componentes, expresa: el número de moles de iones de carga positivos adsorbidos que pueden ser intercambiados por unidad de masa seca, bajo unas condiciones dadas de temperatura, presión, composición de la fase líquida y una relación de masa-solución dada. Un mol de carga positiva equivale a  $6.02 \times 10^{23}$  cargas de cationes adsorbidos. En unidades SI la CIC se expresa en centimoles de carga positiva por kilogramo,  $\text{cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$  o bien  $\text{cmolc kg}^{-1}$ . Con anterioridad se venía utilizando como unidad el  $\text{meq}/100\text{g}$ , cuyo uso se halla todavía muy extendido. El valor numérico es el mismo con ambas unidades. (Porta, 2003)

**3. Materia orgánica:** La materia orgánica del suelo constituye la fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo así como sustancias producidas por los

organismos del suelo. La parte más estable de esta materia orgánica se llama humus, que se obtiene de la descomposición de la mayor parte de las sustancias vegetales o animales añadidas al suelo. La fracción orgánica del suelo regula los procesos químicos que allí ocurren, influye sobre las características físicas y es el centro de casi todas las actividades biológicas en el mismo, incluyendo la microflora y la fauna, Bornemisza, (1982) Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales Licenciatura En Biología, Huerta (2010), Determinación de propiedades físicas y químicas de suelos con mercurio en la región de san Joaquín, Gro., y su relación con el crecimiento bacteriano Trabajo de grado Licenciado en Biología. Queretaro. p. 9, 10, 11, 12.

**4. Fertilidad de los suelos:** Un suelo fértil es el que tiene buena cantidad de alimentos para las plantas, estos alimentos se llaman nutrientes, los nutrientes que las plantas necesitan en mayor cantidad para su crecimiento y fructificación son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Estos nutrientes se llaman MAYORES y se deben aplicar a los cultivos o plantas varias veces al año porque son los que más rápido se acaban.

- ✓ **El Nitrógeno (N):** Ayuda al buen crecimiento de las plantas. Las plantas dan buenas cosechas, cuando se aplica mucho nitrógeno se demora la floración y fructificación; la planta “se va en vicio”, el nitrógeno como abono se consigue en forma de urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio o en la materia orgánica.
  
- ✓ **El Fósforo (P):** Ayuda al buen crecimiento de las plantas, a la formación de raíces fuertes, abundantes, maduración de frutos, en la formación de las

semillas. Son fuente de este nutriente la roca fosfórica o fosforita huila, calfos, escorias Thomas y el superfosfato simple y compuesto.

- ✓ **El Potasio (k):** Ayuda a la planta a formar tallos fuertes, vigorosos, a la formación de carbohidratos y aceites, mejora la resistencia a enfermedades. Como abono se consigue en forma de sulfato de potasio y cloruro de potasio.
  
- ✓ **El Calcio (Ca):** Ayuda al crecimiento de raíz y tallo, favorece absorción de nutrientes, se aplica al suelo en forma de cal agrícola, cal apagada y cal dolomítica.
  
- ✓ **El Magnesio (Mg):** Ayuda a la formación de aceites y grasas. Es el principal elemento en la formación de clorofila, la clorofila es la sustancia que le da el color verde a las hojas. Sin clorofila las plantas no pueden formar carbohidratos. El Magnesio como abono se consigue en forma de carbonato de magnesio, óxido de magnesio y sulfato de magnesio. La mayoría de los abonos químicos, tienen diferentes cantidades de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Las diferentes cantidades de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) que hay en cada abono químico es lo que se llama el grado del abono, el grado se representa por tres números separados por un guion que indica el contenido de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). Por ejemplo, el abono de grado 10-30-10 quiere decir que en 100 kilos de abono químico, hay 10 kilos de Nitrógeno (N), 30 kilos de Fosfato (Po4-) y 10 kilos de Potasio (K). El abono de grado o fórmula 12-6-22-2 quieren decir que en 100 kilos de abono hay 12 kilos de Nitrógeno (N), 6 kilos de Fósforo (P), 22 kilos de Potasio (K) y 2



kilos de Magnesio (Mg). Este abono tiene además pequeñas cantidades de otros nutrientes llamadas elementos Oligoelementos. Hay otros nutrientes que las plantas necesitan en menor cantidad para vivir y producir buenas cosechas. Estos nutrientes se llaman OLIGOELEMENTOS, Los nutrientes OLIGOELEMENTOS son: BORO (B), ZINC (Zn), HIERRO (Fe), MANGANESO (Mn), COBRE (Cu), MOLIBDENO (Mo), COBALTO (Co) y AZUFRE (S).

Estos nutrientes se encuentran en la mayor parte de los suelos en pequeñas cantidades, suficientes para las plantas, cuando los oligoelementos no se encuentran en los suelos, las hojas de las plantas muestran color amarillo y se deforman, pueden aparecer torcidas, arrugadas, o encrespadas en sus bordes. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, (2002), Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria)

**6.2.1.3 Geología:** El departamento de Córdoba se localiza en la región Caribe, al noroccidente de Colombia y su relieve es una consecuencia de la compleja evolución geológica y de la historia tectónica que ha ocurrido en esta región a lo largo de cientos de millones de años. El departamento incluye los terrenos de Sinú y San Jacinto, los cuales evidencian los esfuerzos regionales producidos por la convergencia de las placas Caribe y Suramérica y procesos de diapirismo inducido por gravedad, con el subsecuente vulcanismo de lodo activo. A nivel regional, en Córdoba se aprecian dos grandes geoestructuras: la Cordillera y la Megacuenca de Sedimentación.

El piedemonte es una planicie inclinada con topografía de glacis, que se extiende al pie de sistemas montañosos, serranías y los lomeríos, que ha sido formada por la

sedimentación de materiales transportados por las corrientes de agua que emergen de los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas. Está constituido por una sucesión o coalescencia de abanicos aluviales o aluvio-coluviales, incluidos los conos de deyección, de igual o diferente composición litológica-granulométrica, de diversos tamaños y con pendientes regulares (si no han sufrido disturbios tectónicos) que oscilan entre 2 y 15% aproximadamente.

Estos suelos de la zona de estudio se encuentran en posición geomorfológica de abanicos y/o glacís, de clima cálido seco con relieve ligeramente plano a moderadamente ondulado que son moderadamente profundos, originados a partir de sedimentos mixtos; texturas moderadamente finas, encharcamientos regulares, drenaje natural imperfecto a moderado, fertilidad moderada a alta; erosión ligera a moderada.

- **Geomorfología**

Como se mencionó anteriormente, en el departamento de Córdoba se encuentran dos grandes geoestructuras: la Cordillera y la Megacuenca de Sedimentación. La cordillera está constituida por un bloque de rocas pertenecientes a las estribaciones septentrionales de las cordilleras Central y Occidental y se localiza al sur del departamento.

La segunda geoestructura corresponde a la Megacuenca de Sedimentación ubicada al norte y occidente de la Cordillera y se extiende hasta el mar Caribe, cubriendo 23.788.87 km<sup>2</sup>, lo que equivale al 95,4% del territorio departamental. Está conformada geográficamente por las serranías de Abibe (al occidente), San Jerónimo (zona central) y Ayapel (al oriente) que albergan las cuencas de los ríos Sinú y San Jorge.

El área de estudio se encuentra localizado en un paisaje de piedemonte coluvio aluvial, con relieve de abanicos y/o glacis y formado por litología de sedimentos mixtos (Granulometría grande, media y fina). Las unidades de suelos o componentes taxonómicos son sistemas de clasificación, que usan aproximaciones sucesivas para determinar la capacidad de un suelo, para encajar en categorías definidas, las cuales encontramos en la zona de estudio:

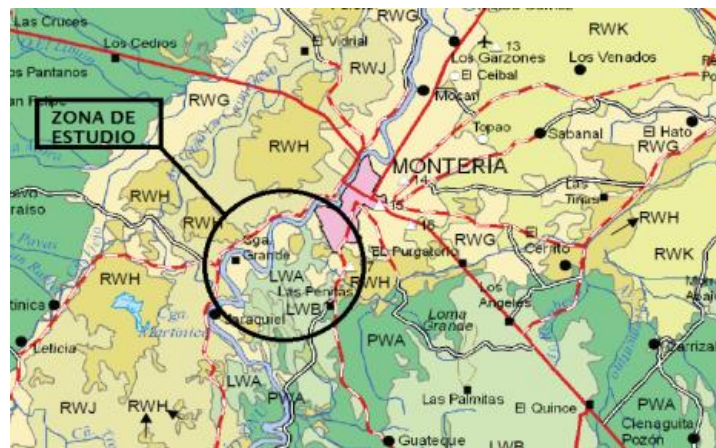


Figura 11. Geomorfología Municipio de Montería  
Fuente: IGAC.

**RWH:** Son suelos en posición geomorfológica de plano de inundación, con relieve planocóncavo (cubetas) y clima cálido seco. Muy superficiales, originados de sedimentos finos, texturas finas, inundaciones frecuentes regulares, drenaje natural pobre a muy pobre, algunos sectores bajos tienen problemas de salinidad; fertilidad alta a baja. Está compuesta la unidad por los suelos o componentes taxonómicos: Chromic Epiaquerts 60%, Typic Endoaquerts 20%.

**RWJ:** Son suelos de clima cálido seco, en posición geomorfológica de plano de inundación (napas), con relieve plano a ligeramente plano. Profundos y moderadamente profundos, limitados por el nivel freático, derivados de sedimentos moderadamente finos y finos; drenaje bueno e imperfecto; texturas muy finas y moderadamente finas, algunos tienen problemas de salinidad; fertilidad alta y moderada. La unidad está conformada por los suelos o componentes taxonómicos: Vertic Haplustolls 50% y Aquertic Haplustolls 50%.

**RWG:** Son suelos en posición geomorfológica de plano de inundación, de clima cálido seco y relieve ligeramente plano. Superficiales y moderadamente profundos, originados de sedimentos finos y medios; texturas moderadamente finas y finas, drenaje natural moderado a pobre, susceptibles a inundaciones y encharcamientos ocasionales; fertilidad baja a alta. La unidad está conformada por los suelos o componentes taxonómicos: Aquic Haplustepts 30%, Vertic Endoaquepts 25%, Vertic Ustifluvents 25% y Fluventic Haplustepts 20%.

Son suelos donde su génesis es fundamentalmente de condiciones hidromórficas, estos suelos están localizados en planicies fluvio-lacustres de relieve plano de inundación y litología de sedimentos finos, están influenciados por unidades de suelos localizadas en piedemonte:

**LWA:** Son suelos en clima cálido seco y posición geomorfológica de espinazos y/o crestones, con relieve moderadamente ondulado a moderadamente escarpado. Muy superficiales a moderadamente profundos, originados de lodolitas y arcillolitas con presencia de materiales calcáreos y gravas cuarzosas; texturas medias y

moderadamente finas; drenaje natural moderado a excesivo, erosión ligera a severa, fertilidad alta a baja. La unidad está conformada por los suelos o componentes taxonómicos, Lithic Ustorthents 20%, Vertic Haplustepts 20%, Dystric Haplustepts 20%. Fundamentalmente de paisaje de lomerío estructural con relieve espinazos y crestones formados por lodolitas y areniscas calcáreas y gravas cuarzosas (Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”, Subdirección Agrológica, 1983).

**6.3.1 Metodología muestreo de suelos:** Previamente al muestreo se debe recopilar toda la información relevante que exista sobre el sitio, que pueda ser de utilidad para los objetivos del estudio.

Al analizar el entorno, se procedió a tomar las muestras en la zona del Humedal. La toma de muestra se realizó teniendo en cuenta el área del humedal, 25 hectáreas en promedio, en las cuales se seleccionó estratégicamente los sitios representativos, con base en los criterios del análisis estadístico no probabilístico. Para el muestreo se escogieron seis sitios por ser representativos y estratégicos, en donde se extrajo suelo, a una profundidad entre 0,4 m y 1 m.

- ✓ En las primeras cinco muestras se escogió, una pequeña porción de cada una de ellas, conformando una muestra en total, estas se tomaron teniendo en cuenta las zonas más representativas y vulnerables del humedal, como son la zona de asentamiento Humano, la zona de erosión y sedimentación del humedal y cultivos en el humedal.

✓ La sexta muestra se tomó de un solo sitio, el cual no ha sido intervenido el cual corresponde al inicio del humedal.

- **Equipo herramienta**

GPS: ubicación de coordenadas.

Balanza: Medición muestras de 1 kg.

- **Herramienta**

Machete: Limpieza del sitio.

Cavador manual: Perforación del terreno.

Pala: Extracción del material.

- **Materiales**

7 Bolsas plásticas transparente: Almacenamiento de la muestra.

4 Bolsas Negras: Almacenamiento final de la muestra.

Se determinó la ubicación del sitio teniendo en cuenta la lectura de coordenadas por medio de un GPS “Sistema de posicionamiento global”. Es un equipo cuya función es determinar las coordenadas que permiten ubicar puntos sobre la superficie de la Tierra. El GPS es un sistema de posicionamiento por satélites desarrollado por el Departamento de la Defensa de los EEUU., diseñado para apoyar los requerimientos de navegación y posicionamiento precisos con fines militares. En la actualidad es una herramienta importante para aplicaciones de navegación, posicionamientos de puntos en tierra, mar y aire. (Instituto nacional de estadística y geografía, s.f, Sistema de posicionamiento global GPS)



Figura 12. Herramienta y equipo utilizado en el muestreo de suelos y aguas.  
Fuente: Tomada por la autora.

#### **6.4 Caracterización física, química y microbiológica del agua**

Los parámetros químicos y físicos en las aguas superficiales pueden estar presentes de forma natural o ser introducidos por el hombre, alterando las concentraciones naturales debido a las actividades industriales, agrícolas o a los desechos urbanos y domésticos, afectando la biodiversidad acuática.

Uno de los factores más importante del desarrollo económico del hombre es el agua. Su escasez y contaminación amenazan aspectos fundamentales de la seguridad humana, como son equilibrio del medio acuático, producción de alimentos y salud. En países de América Latina y el Caribe la contaminación de aguas superficiales por sustancias químicas y biológicas es un problema grave que tiende hacer más crítico, debido a la intervención, del hombre. (Sardiñas, P. O. Chiroles, R. S. Fernández, N. M. Hernández, R. Y. y Pérez, C. A, 2006)

Para determinar la degradación del agua del humedal se tuvo en cuenta los parámetros del **DECRETO 1594 DE 1984 de (Junio 26)**, Diario Oficial No. 36.700, de junio de 1984 del MINISTERIO DE AGRICULTURA, el cual trata sobre usos del agua y residuos líquidos, a continuación se presentan los principales artículos y párrafos relacionados con la preservación de la flora y fauna.

**Artículo 45.** Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarios son los siguientes:

Referencia expresada como Valor.

**Agua fría, Agua cálida, Agua marina, dulce y estuario:**

Clorofenoles	Clorofenol	0.5	0.5	0.5			
Difenil	Concentración de agente activo	0.0001	0.0001	0.0001			
Oxígeno disuelto		5.0	4.0	4.0			
pH	Unidades	6.5 - 9.0	4.5 - 9.0	6.5 - 8.5			
Sulfuro de Hidrógeno ionizado	H <sub>2</sub> S	0.0002	0.0002	0.0002			
Amoníaco	NH <sub>3</sub>	0.1	CL9650	0.1	CL9650	0.1	CL9650
Arsénico	As	0.1	CL9650	0.1	CL9650	0.1	CL9650
Bario	Ba	0.1	CL9650	0.1	CL9650	0.1	CL9650
Berilio	Be	0.1	CL9650	0.1	CL9650	0.1	CL9650
Cadmio	Cd	0.01	CL9650	0.01	CL9650	0.01	CL9650
Cianuro libre	CN-	0.05	CL9650	0.05	CL9650	0.05	CL9650
Cinc	Zn	0.01	CL9650	0.01	CL9650	0.01	CL9650



Cloro total residual Cl<sub>2</sub> 0.1 CL9650 0.1 CL9650 0.1 CL9650

Cobre Cu 0.1 CL9650 0.1 CL9650 0.1 CL9650

Cromo Hexavalente Cr+6 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650

Fenoles monohídricos Fenoles 1.0 CL9650 1.0 CL9650 1.0 CL9650

**Grasas y aceites Grasas como:**

Porcentaje de sólidos secos 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650

Hierro Fe 0.1 CL9650 0.1 CL9650 0.1 CL9650

Manganeso Mn 0.1 CL9650 0.1 CL9650 0.1 CL9650

Mercurio Hg 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650

Níquel Ni 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650

Plaguicidas organoclorados Concentración de (cada variedad) agente activo 0.001  
CL9650 0.001 CL9650 0.001 CL9650

**Plaguicidas organofosforados Concentración de (cada variedad) agente activo:**

0.05 CL9650 0.05 CL9650 0.05 CL9650

Plata Ag 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650

Plomo Pb 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650

Selenio Se 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650

Tensoactivos Sustancias activas al azul de metileno 0.143 CL9650 0.143 CL9650 0.143  
CL9650 (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1984)

**Parágrafo.** Como criterios adicionales de calidad para los usos de que trata el presente artículo, no deben presentarse sustancias que impartan olor o sabor a los tejidos de los organismos acuáticos, ni turbiedad o color que interfieran con la actividad fotosintética.

**Artículo 46.** Corresponde a la EMAR la realización de bioensayos que permitan establecer los valores de la CL9650 de los parámetros contemplados en el artículo anterior, como también el establecimiento del NMP de coliformes totales para acuicultura y los valores para temperaturas según las diversas situaciones.

**Artículo 47.** Para los usos referentes a transporte, dilución y asimilación no se establecen criterios de calidad, sin perjuicio del control de vertimientos correspondiente.

**Artículo 48.** Para el uso industrial no se establecen criterios de calidad, con excepción de las actividades relacionadas con explotación de cauces, playas y lechos, para las cuales se deberán tener en cuenta los criterios contemplados en el parágrafos 1 del artículo 42 y en el artículo 43 en lo referente a sustancias tóxicas o irritantes, pH, grasas y aceites flotantes, materiales flotantes provenientes de actividad humana y coliformes totales.

**Parágrafo.** Los criterios de calidad a que hace referencia el presente artículo se aplicarán únicamente cuando haya contacto directo.

**Artículo 49.** En los sitios en donde se asignen usos múltiples, los criterios de calidad para la destinación del recurso, corresponderán a los valores más restrictivos de cada referencia.

**Artículo 50.** El Ministerio de Salud o la EMAR podrán complementar o modificar los criterios de calidad de agua para los distintos usos contenidos en el presente decreto, cuando por razones de protección de los recursos naturales y de la salud humana se

requiera, de acuerdo a los procedimientos establecidos en el capítulo XI del presente decreto. (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1984)

Además de la normatividad anterior, para determinar la calidad y el estado ecológico de un humedal es importante conocer los indicadores físico químicos, hidromorfológicos y biológicos. Con base en el proyecto MEDWET/SUDOE es un proyecto de cooperación desarrollado dentro de la Iniciativa Comunitaria INTERREG III-B Programa Operativo SUDOESTE EUROPEO 2000-2006, en este relacionan a continuación los principales indicadores fisicoquímicos, que son los de interés en este estudio.

**6.4.1 Parámetros físicos:** Son aquellas sustancias que tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas del agua, tales como turbiedad, temperatura, conductividad y sólidos.

**Turbiedad:** Es la capacidad que tiene un material suspendido para obstaculizar el paso de luz en el agua. La unidad utilizada normalmente para expresar la turbiedad es la unidad nefelométrica de turbidez (UNT).

**Temperatura:** Es la medida más importante porque afecta la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas. La unidad de medida utilizada en este trabajo será la de grados centígrados (°C).

**Conductividad:** es un indicativo de sales disueltas en el agua y mide la cantidad de iones de Calcio (**Ca<sup>2+</sup>**), Magnesio (**Mg<sup>2+</sup>**), Sodio (**Na**), Fósforos (**PO<sub>4</sub><sup>--</sup>**), bicarbonatos, cloruros y sulfatos. Se mide en microhos/cm o siemens/cm.

**Sólidos:** Es la cantidad de materia que tiene la muestra. Para un análisis completo se dividen en: sólidos totales (ST), sólidos sedimentables, sólidos disueltos (SDT), sólidos suspendidos (SST), sólidos suspendidos fijos (SSTF), sólidos suspendidos volátiles (SSTV), sólidos disueltos fijos y volátiles (SDTF y SDTV). Se miden en valores de mg/L.

**6.4.2 Parámetros químicos:** Se pueden definir como indicadores que presentan interacción con una o varias sustancias.

**1. pH del agua:** Término utilizado para expresar las condiciones acidas o básicas en el agua.

**2. Acidez:** La acidez es ocasionada por presencia de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) o la presencia de ácidos fuertes como ácido sulfuroso (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>), ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), ácido clorhídrico (HCl).

**3. Dureza:** Ocasionada por la presencia de cualquier catión bivalente en el agua, principalmente ion de calcio (Ca<sup>2+</sup>) e ion de magnesio (Mg<sup>2+</sup>).

**6.4.2.1 Sustancias químicas:** Por ser el agua el solvente universal, tiene la posibilidad de que muchos elementos y compuestos químicos se encuentren disueltos en ella. Sin embargo, muchos compuestos no tienen importancia por eso se escogieron algunos a criterio del autor, a continuación se mencionan los escogidos por tratarse de aguas provenientes de un humedal y la ubicación de este.

- ✓ **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** Se utilizó para determinar la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar la materia orgánica.
- ✓ **Demanda química de oxígeno (DQO):** Determina el contenido de materia orgánica en una muestra de agua.
- ✓ **Nitratos:** Constituyen una fuente de contaminación del agua, causante de serias enfermedades a los humanos, como intoxicación y posibles riesgos de cáncer.

**6.4.3 Parámetros biológicos:** Las aguas crudas pueden tener una gran variedad de microorganismos los cuales pueden ser patógenos o no patógenos. Por esto es necesario realizar el estudio pertinente.

- ✓ **Coliformes totales:** Miden la totalidad de indicadores que determinan la contaminación del agua, entre ellos la materia orgánica que indica que en el cuerpo de agua ha sido o está contaminado con materia orgánica de origen fecal, ya sea por humanos o animales.

- ✓ **Coliformes fecales:** Es un indicador indirecto del riesgo potencial de contaminación con bacterias o virus.

**6.4.3.1 Indicadores fisicoquímicos.** Los aspectos hidrogeológicos y la climatología del área, condicionan la salinidad y la composición iónica propias del sistema. La mineralización total es debida, principalmente a la presencia de siete iones. Dos son metales alcalinotérreos divalentes ( $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ), otros dos alcalinos monovalentes ( $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ ), dos aniones de ácidos fuertes ( $\text{Cl}^-$  y  $\text{SO}_4^{2-}$ ) y un anión de ácido débil ( $\text{CO}_3\text{H}^-$ ). Sus variaciones, tanto en el espacio como en el tiempo, se pueden interpretar en función de dichos factores, con independencia de la actividad de los organismos, por lo que suelen utilizarse para caracterizar los distintos tipos de hábitats.

Una vez establecida una clasificación que permitió agrupar sistemas con una funcionalidad similar, se observó una relación entre los factores ambientales y las comunidades que habitan en estos sistemas. No todos los parámetros poseen, la misma importancia en composición y naturaleza de las comunidades. Los más variables y que fluctúan entre límites más amplios son los que a su vez, explican mejor la variabilidad biótica, entre ellos se pueden destacar:

- ✓ **Salinidad:** Esta variable no es influida por la actividad de los organismos, pero condiciona el tipo de comunidad que puede establecerse en un humedal. Los organismos se ven obligados a desarrollar mecanismos fisiológicos variados, destinados a regular las relaciones osmóticas entre el medio interno y el externo. Sin embargo, la proporción entre los distintos iones no parece tener tanta

importancia, sobre todo cuando la salinidad no es muy elevada. Pero en sistemas muy mineralizados, a medida que aumenta la relación cloruro/sulfato, puede llegar a tener cierta importancia.

- ✓ **Turbidez:** Es el efecto óptico que se origina al dispersarse o interferirse el paso de los rayos de luz que atraviesan una muestra de agua, a causa de las partículas minerales u orgánicas que el líquido puede contener en forma de suspensión Barla Galván (s.f), es otro de los parámetros a destacar, depende de la cantidad de plancton que se desarrolla y de la materia inorgánica en suspensión, tiene repercusión importante en el tipo de comunidad que se desarrolle, ya que incide directamente en la disponibilidad de luz en el fondo y, por lo tanto, en la mayor o menor posibilidad de implantación de vegetación sumergida. Cuando la turbidez se debe a materia inorgánica, ésta puede ser temporal (en las primeras fases de la inundación anual) o permanente (normal en algunas lagunas arcillosas). En este caso las lagunas mantienen una situación heterotrófica permanente, ya que el bentos no es colonizado por plantas y predominan los animales detritívoros y carnívoros.

En aguas claras, la radiación solar penetra hasta el fondo y permite su colonización por macrófitos. Éstos configuran sustratos capaces de soportar una gran cantidad de géneros de vida. Crean refugios y aumentan enormemente la superficie de colonización del perifiton, que constituye la fuente de alimentación para los heterótrofos. En este caso, las comunidades de fitoplancton se ven reducidas, por la competencia de las macrófitas y el perifiton por la captación de nutrientes. Por ello, las aguas con turbidez permanente debida a fitoplancton son

sistemas sometidos a tensión que detectan una situación anómala (generalmente se trata de humedales contaminados), factor a tener en cuenta a la hora de establecer la calidad del sistema. No obstante, todas las lagunas temporales tienen una fase de crecimiento del fitoplancton durante el verano, cuando los macrófitos llegan al final de su periodo vegetativo y ceden sus nutrientes al agua.

- ✓ **Nutrientes y estado trófico:** Los nutrientes proceden de las lluvias, de lo que aporte el acuífero por disolución de los sustratos atravesados, del lavado de los suelos y vegetación de la cuenca de influencia (principalmente Nitrógeno (N) y Fosfatos ( $\text{PO}_4^{--}$ ), sobre todo cuando hay campos de cultivo tratados con abonos químicos) y de la contaminación. En los humedales que se encuentran en fases maduras de colonización, no suelen detectarse concentraciones de nutrientes muy altas en el agua, ya que se encuentran atrapados en la biomasa bentónica o en el sedimento. Los nutrientes influyen en la composición de las comunidades acuáticas y éstas a su vez influyen en su concentración. Son aquellos elementos necesarios para el crecimiento de los productores primarios. Un aumento en la concentración de nutrientes disueltos puede ser un índice de contaminación.

Existen varias definiciones e interpretaciones de los procesos de eutrofización y una de las más acertadas es la aportada por Margalef (1983) quien se refiere al término eutrofización como "la fertilización excesiva de las aguas naturales, que van aumentando su producción en materia orgánica, con una considerable pérdida de calidad del agua". (Interreg III-B Programa Operativo Sudoeste Europeo, 2006, Proyecto MEDWET/SUDOE. Portugal, España: Región SUDOE)



**6.6.4 Metodología muestreo del agua:** El muestreo de aguas también se ejecutó con base en la normatividad del IDEAM “Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales”.

La Metodología de la toma de muestras de aguas, es similar a la de suelos. Previamente al muestreo se debe recopilar toda la información relevante que exista sobre el sitio, que pueda ser de utilidad para los objetivos del estudio.

Al analizar el entorno, se procedió a tomar las muestras en la zona del Humedal, al igual que las muestras de suelos.

La toma de muestra se realizó teniendo en cuenta el área del humedal, 25 hectáreas en promedio, en las cuales se seleccionó estratégicamente los sitios representativos, teniendo en cuenta el análisis no probabilístico. Para el muestreo se escogieron siete sitios donde se extrajo el agua.

- ✓ En las primeras cinco muestras se escogió, una pequeña porción de cada una de ellas, conformando una muestra en total. (zona más vulnerable del humedal, que está representada por la zona de erosión, sedimentación, siembre de cultivos y asentamientos humanos).
- ✓ La sexta muestra se extrajo en un solo sitio. (zona menos vulnerable y poco intervenida por el hombre).
- ✓ La séptima muestra fue extraída de la zona adyacente a la planta de Tratamiento de agua potable de Sierra Chiquita.

- **Equipo**

GPS: ubicación de coordenadas.

- **Materiales**

7 Botellas de vidrio transparentes (1LT): almacenamiento muestra agua.

1 Botella de plástico color ámbar (1 LT): almacenamiento muestra agua.

Recipiente plástico: llenado de Botellas.

3 Bolsas Negras: almacenamiento final de la muestra.

Se determinó la ubicación del sitio teniendo en cuenta la lectura de coordenadas por medio de un GPS “Sistema de posicionamiento global”.

## **6.5 Resultado análisis comparativo de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua del humedal de sierra chiquita, con humedales de la ciudad de Bogotá**

En este análisis se estableció un comparativo de las características físicas, químicas y biológicas del agua del humedal de Sierra Chiquita, con estudios que se realizaron en los Humedales Jaboque y El Techo de la ciudad del Bogotá, con el fin de determinar y comparar de manera general el deterioro del Humedal de Sierra Chiquita.

**6.5.1 Humedal Jaboque:** Entre los principales ensayos para caracterizar el agua del humedal de Jaboque y determinar el estado de este se tuvo en cuenta, el pH el cual se determinó entre 6.00 – 6.82, con un valor máximo de 6.82 y el mínimo de 6, el valor mínimo se presentó en los puntos M5 y M6 y el valor máximo en M5 entendiéndose

estos como sitios de muestreo, encontrándose dentro del rango de valores obtenidos por el análisis de calidad de agua en el humedal Jaboque, Lozano W. de EAAB, (2005) Indicando una condición ligeramente ácida debido a dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) libre en el agua, como se registra este pH no es limitante para la vida de organismos acuáticos ya que su valor se encuentra entre 4.5 y 8.5 (Machado y Roldan, 1981). Según la resolución 1074 de 1997 los valores obtenidos están entre los parámetros estándar de interés ambiental, la temperatura del agua osciló entre 12.90 y 17.50 °C, Los resultados obtenidos en el análisis de la Conductividad presenta valores entre 64.90 y 1178 µS, según el Decreto 475 de 1998 que permite un máximo de µS para agua potable y para cuerpos de agua dulce colombianos tiene que ser menor a 1500 µS 100.

La DQO midió el grado de contaminación existente en el agua se presentó un rango entre 40.99 – 331.18 mg O<sub>2</sub>/L, que según la resolución 1074 de 1997 se encontró en un valor aceptable por ubicarse debajo de los 1500 mg/L, otro parámetro importante es la DBO<sub>5</sub> este parámetro nos muestra el grado de contaminación, se mide a los 5 días observando la cantidad de oxígeno que es utilizado por microorganismos (bacterias aerobias o anaerobias facultativas), para descomponer la materia orgánica, según la resolución 1074 de 1997 el valor tiene que ser menor a 800 mg/L el cual indica que la muestra está por debajo de ese valor ya que se encuentra en un rango de 5.25 – 98.7 mg/L, de acuerdo a la clasificación de Metcalf y Eddy, 1996 los valores de DBO<sub>5</sub> entre 0 y 110 mg/L implican una concentración débil de materia orgánica, alrededor de 220 mg/L indican cantidades moderadas de materia orgánica y cerca de los 400 mg/L, se asocian a concentraciones fuertes de materia orgánica.

Los sólidos totales hace referencia a la suma de todos los sólidos presentes en el agua, el humedal Jaboque tiene un rango que oscila entre 67.14 – 14697.14 mg/L, (Castellanos 2013), el cual está muy por encima del valor contemplado en el Decreto 475 de 1998, que es de 500 mg/L, además se tiene otro parámetro los sólidos disueltos totales son las partículas (minerales, metales y sales disueltas en el agua) menores a 2 micrones, cuya presencia puede ocasionar turbidez, el agua del humedal contiene un rango de 39.50 – 708 mg/L, la agencia de protección ambiental de EEUU (USEPA) sugiere un máximo valor admisible de 500 mg/L, lo cual demuestra que el agua está contaminada, también es de destacar el ensayo de sólidos suspendidos totales el rango que se encuentra entre 3.3 – 675 mg/L, que comparando con la resolución 1074 de 1997, la cual da un límite máximo de 600 mg/L.

Otro parámetro importante de recalcar es el de nitratos, este se encontró en pequeñas cantidades en el cuerpo de agua, el rango que se obtuvo es de 0.1 – 0.56 mg N-NO<sub>3</sub>/L, este valor es muy débil ya que se esperaría que el agua del humedal se encontrara con más concentración de nitratos, esto se debe al tamaño del humedal y a la disolución del agua. Además se tiene que la turbidez se presenta, por la materia que se encuentra en el agua sin disolver, es la encargada de darle una reducción a la transparencia por la presencia de arcillas, limos plancton o materia orgánica, este parámetro tiene un rango de 10 – 54 NTU, este es muy alto con respecto al Decreto 475 de 1998, en el que el valor permisible para la turbiedad es de 5 UNT y es apenas lógico pues este decreto se refiere a aguas potables de consumo humano. Castellanos, S. C. (2013). Diagnóstico del humedal Jaboque, propiedades físicas, químicas, biológicas y cartografía social. Tesis como opción de grado, presentado como requisito final para optar al título de Ingeniero Civil, Bogotá, Colombia.

Con base en lo anterior, varios parámetros de los obtenidos en los ensayos de aguas se encontraron entre los parámetros admisibles, pero según los estudios de años anteriores debido a la intervención del hombre, se ha deteriorado la calidad del agua presentando un deterioro en las propiedades físicas y químicas, las cuales repercuten en el estado general del Humedal, como pérdida del ecosistema. Es necesario que se implementen estrategias para mitigar y evitar el aumento en los niveles de contaminación, que se evidencian al comparar los resultados con los valores del decreto 475 de 1998 y la resolución 1074 de 1997, que normatizan los parámetros de calidad del agua. Ya que al diseñar las comparaciones se encontró que los valores exceden a los admitidos por el Decreto 475 de 1998

En cuanto a los parámetros de Demanda química de oxígeno (DQO) y Demanda bioquímica de oxígeno mediada transcurrida cinco días de reacción (DBO5), el humedal Jaboque está entre los estándares y sus valores varían de acuerdo con la cantidad de contaminantes aportados al sistema hídrico y el clima.

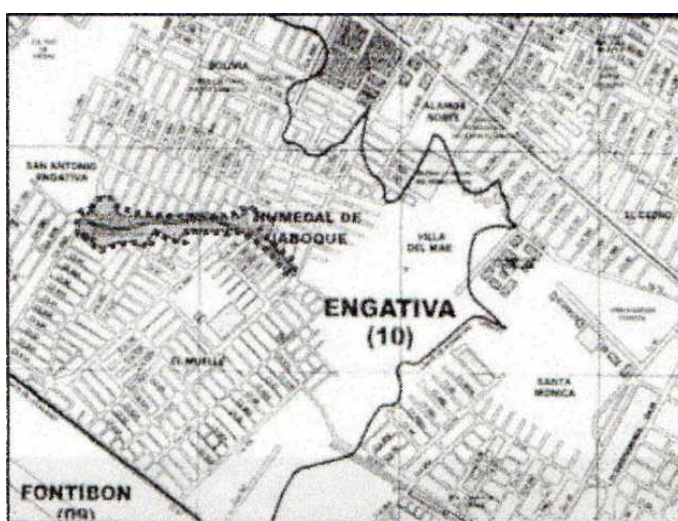


Figura 13. Humedal Jaboque

Fuente: Sociedad Geográfica de Colombia, academia de Ciencias geográficas.

Cuadro 4. Resultado Campaña 1

PARÁMETROS	CAMPAÑA 1				
	M5	M6	M6	M18	M21
TEMPERATURA (C)	16.30	16.10	16.20	16.50	16.40
PH	6.71	6.18	6.37	6.45	6.50
CONDUCTIVIDAD (µS)	108.30	64.90	65.80	68.20	110.70
SDT (mg/L)	65.40	39.40	39.50	41.60	66.00
ST(mg/L)	67.14	154.29	70.00	508.57	570.00
SST (mg/L)	20.00	91.25	37.14	90.00	65.00
SSTF (mg/L)	31.43	121.43	51.43	440.00	557.14
SSTV (mg/L)	2.50	73.75	20.00	60.00	20.00
DB05	5.25	32.25	17.25	6.75	6.75
DQO	320.87	142.56	104.10	139.06	86.62
COLIFORMES TOTALES (ufc/100ml)	1.E+05	2.E+05	8.E+04	9.E+04	1.E+05
COLIFORMES FECALES (ufc/100ml)	2.E+04	3.E+05	6.E+04	2.E+05	3.E+05
NITRATOS (mg N-N03/L)	0.04	0.02	0.15	0.08	0.41
ACIDEZ TOTAL (mg/L CaCo3)	33.00	25.00	29.00	29.20	27.60
DUREZA (mg/L CaCo3)	89.00	91.20	94.60	97.80	88.20
TURBIEDAD (NTU)	11	11	17	12	47
COLIFORMES FECALES (ufc/100ml)	6.E+03	2.E+05	1.E+05	9.E+04	5.E+05
NITRATOS (mg N-N03/L)	0.01	0.14	0.07	0.24	0.06
ACIDEZ TOTAL (mg/L CaCo3)	20.40	27.40	20.00	23.40	36.20
DUREZA (mg/L CaCo3)	95.60	89.60	95.20	97.60	95.00
TURBIEDAD (NTU)	36	26	38	36	44

Fuente: Castellanos, S. C. (2013). Diagnóstico del humedal Jaboque, propiedades físicas, químicas, biológicas y cartografía social. Tesis como opción de grado, presentado como requisito final para optar al título de Ingeniero Civil, Bogotá, Colombia.

Cuadro 5. Resultado campaña 3

PARÁMETROS	CAMPAÑA 3				
	M5	M6	M7	M18	M21
TEMPERATURA (C°)	17.10	17.50	16.20	16.50	16.60
PH	6.82	6.67	6.75	6.51	6.45
CONDUCTIVIDAD ( $\mu S$ )	1178.00	254.00	255.00	296.00	294.00
SDT (mg/L)	708.00	154.60	153.40	175.00	177.30
ST(mg/L)	14697.14	165.71	187.14	781.43	6928.57
SST (mg/L)	216.67	3.85	3.33	185.00	376.67
SSTF (mg/L)	11022.86	124.29	150.00	407.14	3838.57
SSTV (mg/L)	110.00	12.31	10.67	140.00	236.67
DB05	98.70	11.40	40.80	39.60	33.90
DQO	331.18	40.99	58.47	180.84	110.91
COLIFORMES TOTALES (ufc/100ml)	9.E+04	8.E+04	6.E+04	8.E+05	6.E+05

Fuente: Castellanos, S. C. (2013). Diagnóstico del humedal Jaboque, propiedades físicas, químicas, biológicas y cartografía social. Tesis como opción de grado, presentado como requisito final para optar al título de Ingeniero Civil, Bogotá, Colombia.

**6.5.2 Humedal el Techo:** De acuerdo al estudio realizado para determinar las características físicas y químicas del humedal el techo se estableció que en términos generales, en el humedal se está presentando un alto grado de contaminación por mineralización, debido a la presencia de cationes de calcio y magnesio y aniones carbonatos y bicarbonatos, que presumiblemente pueden causar fuertes impactos relacionados con la toxicidad sobre los organismos acuáticos, encontrándose en un rango de 0,86 a 1, indicando altas concentraciones de materia orgánica, constituyendo la principal causa de contaminación hídrica. Es de destacar que los principales agentes de la contaminación aumentan la turbiedad, y según estudios esta relacionados con el lavado ocasionado por lluvias, en residuos de construcciones vecinas, en los polvos provenientes de caminos sin asfaltar y adicionalmente los aportes de alcantarillado

sanitarios que arrastran aguas residuales. Los valores obtenidos oscilan entre 11 y 13 unidades nefelométricas de turbidez (UNT), indicando bajo impacto sobre la contaminación presente en este ecosistema, ya que cuando los valores de turbiedad llegan a 200 o más UNT se pone en peligro el sistema ecológico.

En el ensayo de salinidad no muestran variaciones significativas y sus niveles son los del agua dulce. (Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, 2009, Plan de manejo ambiental del humedal de Techo. Bogotá)

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) mide la cantidad de oxígeno que se necesita para estabilizar totalmente el residuo orgánico, lo cual incluye una parte orgánica inerte además de las partes biodegradables. En los sistemas de humedales naturales, la tasa de Demanda biológica de oxígeno (DBO), DQO puede ser de 0.1 o menor. Los valores hallados en el humedal El Techo se encuentran en un rango que oscila entre 106 y 197 mg/l. En aguas residuales domésticas típicas es común suponer una relación DQO/DBO igual a 2, efluentes de plantas de tratamiento la relación puede ser igual a 3 y en muchos casos mayor a 3. En el Decreto Reglamentario 1594/84 no se relacionan valores límites de la DQO, cuando se destina el recurso para preservación de flora y fauna en aguas dulces.

Las muestras de laboratorio con relación al nitrógeno total real reflejan, el nitrógeno Kjeldahl total (NTK) que es un indicador que refleja la cantidad total de nitrógeno en el agua analizada, lo cual es una medición del nitrógeno orgánico y nitrógeno amoniacal presente en la muestra. Dentro de la columna de agua, este valor subestima el nitrógeno total real puesto que las concentraciones de nitrato y nitrito no se tienen en



cuenta. Los residuos sin tratamiento alguno de modo típico contendrán entre 20 y 85 mg/l de nitrógeno Kjeldahl (NTK), con un promedio de 40 mg/l. Un afluente secundario tratado tiene niveles reducidos de 15 a 40 mg/l (miligramos por litro), con un promedio de 20 mg/l (Richardson y Nichols 1985). En aguas residuales no tratadas el NTK usualmente se encuentra entre 20 – 85 mg/l, con un promedio aproximado de 40 mg/l. En el humedal la Techo los valores oscilaron entre 6.72 y 8.4 mg/l de NTK.

Roldán (1.992), señala que las aguas eutróficas presentan concentraciones de nitrógeno amoniacal entre 2,0 y 15,0 mg/l; mientras que los datos para el humedal la Techo oscilan entre 19 y 27 mg/l. Este valor presupone un nivel medio de concentración de aguas residuales domésticas. El decreto 1594 de 1.984, no señala concentraciones permisibles para este parámetro. Nitrógeno Nitritos: De acuerdo con Roldán (1992) los niveles aceptables para este tipo de cuerpos de agua oscila entre 0,01 a 0,2 mg/l y en el humedal El Techo los valores se encuentran por debajo de 0.001 mg/l.

Al igual que las anteriores formas de nitrógeno y nitratos, el decreto 1594 de 1.984, para el artículo 45 (Destinación del agua para la preservación de flora y fauna), no establece niveles permisibles para este parámetro. Según Roldán (1992), los niveles aceptables se encuentran entre 0,2 a 2,2 mg/l para este tipo de cuerpos de agua. En el humedal de Techo, los 4 puntos presentaron valores menores a 0,10. (Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, 2009, Plan de manejo ambiental del humedal de Techo. Bogotá)

En conclusión según la caracterización física y química del agua del humedal El Techo, se pudo establecer, contaminación por descarga de aguas residuales, debido a los

asentamientos humanos cerca del humedal, generando deterioro para el humedal, contribuyendo a la disminución del oxígeno disuelto, la elevación de la DBO, el aumento en la sedimentación, la introducción de compuestos tóxicos y la vegetación cambiante, reduciendo la abundancia y diversidad aumentando la presencia de individuos más tolerantes de fauna y flora acuática. Evidenciándose un alta contaminación por los valores obtenidos de Demanda biológica de oxígeno (DBO) que demuestran una fuerte contaminación, una alta demanda de oxígeno por lo cual se concluye está siendo empleado como un canal/laguna de aguas residuales que como un sistema natural ecológicamente valioso. Además el aumento de nutrientes produce una proliferación de las especies originando procesos de eutrofización.

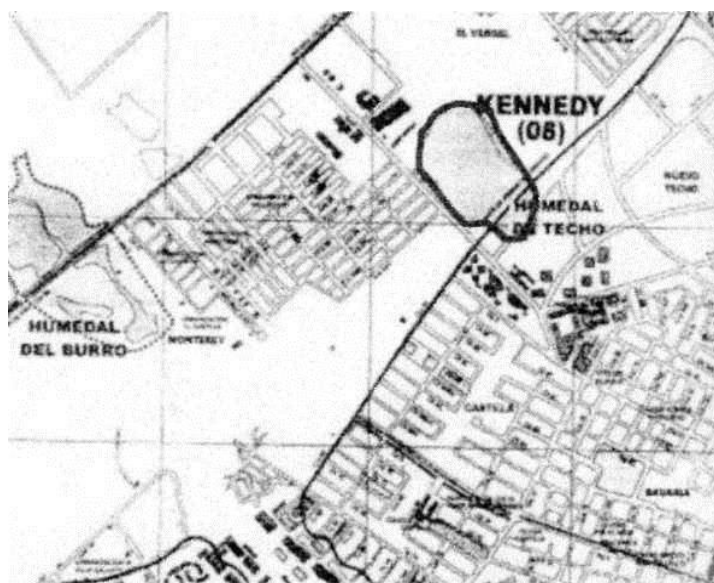


Figura 14. Humedal el Techo

Fuente: Sociedad Geográfica de Colombia, academia de Ciencias geográficas

Cuadro 6. Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos para el humedal de Techo

PARÁMETROS	CERCA VERTIMIENTO INDUSTRIAL	ENTRADA VERTIMIENTO SUPERFICIAL	CERCA AL POTRERO	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
FÍSICOS				
Alcalinidad Total (rag/i CaCoS)	255	165	285	435
Conductividad Eléctrica (us/cm)	882	448	1082	1194
Ph (Unidades)	7,19	7,12	7,08	7,05
Salinidad	0,2	0	0,3	0,4
Temperatura (°C)	16	14	13	18
Turbiedad (UNT)	13	11	11	12
OD (mg/l)	4,12	2,91	5,83	5,26
QUÍMICOS				
Grasas y aceites (mg/l)	7	10	7	7
DB05 (mg/l)	43	28	40	34
DQO (mg/l)	177	106	146	197
Dureza Total (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	200	160	275	380
Fosfatos (mg/l)	6,31	1,36	5,46	5,62
Fósforo Total (mg/l)	2,27	0,49	1,99	2,02
Nitratos (mg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nitritos (mg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrógeno Amoniacal (mg/l)	0,28	2,24	<0,28	<0,28
Nitrógeno Total (NTK) (mg/l)	7,00	6,72	7,28	8,4
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	629	379	761	965
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	720	492	788	1064
Sulfatos (mg/l)	<0,3	39,9	<0,3	<0,3
RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	2,4x10 <sup>4</sup>	3,6x10 <sup>1</sup>	4,8x10 <sup>1</sup>	3,4x10 <sup>1</sup>
Coliformes Totales (UFC/100 ml)	600	1800	900	1200

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá. (2009). Plan de manejo ambiental del humedal de Techo. Bogotá.

Cuadro 7. Cálculo de los índices de contaminación propuestos

PARÁMETROS	Estación 1 CERCA VERTIMIENTO INDUSTRIAL	Estación 2 ENTRADA VERTIMIENTO SUPERFICIAL	Estación 3 CERCA AL POTRERO	Estación 4 AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Altitud	2541	2541	2541	2541
Temperatura	16	11	11	12
Oxígeno saturación	7,24	8,01	8,01	7,85
Porcentaje saturación	56,91	36,33	72,79	67,01
Oxígeno Disuelto	4,12	2,91	5,83	5,26
DBO	43	28	40	34
Coliformes Totales	2,4x10 <sup>6</sup>	3,6x10 <sup>6</sup>	4,8x10 <sup>3</sup>	3,4x10 <sup>6</sup>
Coliformes Fecales	600	1800	900	1200
Conductividad	882	448	1082	1194
Alcalinidad Total	255	165	285	435
Dureza Total	200	160	275	380
Sol. Suspendidos Totales	629	379	761	965
pH	7,19	7,12	7,08	7,05
Fósforo Total	2,27	0,49	1,99	2,02
Nitrógeno Total	7	6,72	7,28	8,4
<b>ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN</b>				
ICOOXIGENO	0,43	0,64	0,27	0,33
ICODBO	1,00	0,96	1,00	1,00
ICOCOLIFORMESTOTALES	1,00	1,00	1,00	1,00
ICOCONDUCTIVIDAD	1,00	1,00	1,00	1,00
ICOALCALINIDAD	1,00	0,58	1,00	1,00
ICODUREZA	1,00	1,00	1,00	1,00
ICOMO	0,81	0,87	0,76	0,78
ICOMI	1,00	0,86	1,00	1,00
ICOSUS	1,00	1,00	1,00	1,00
ICOpH	0,00	0,00	0,00	0,00
ICOTRO	<b>Hipereu</b>	<b>Eu</b>	<b>Hipereu</b>	<b>Hipereu</b>

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá. (2009). Plan de manejo ambiental del humedal de Techo. Bogotá.

ICOMI (Índice de contaminación por mineralización): Los valores calculados para tres puntos de referencia presentan un valor de 1.00, indicando un alto grado de contaminación por mineralización, debida principalmente a la presencia de cationes calcio y magnesio y aniones carbonatos y bicarbonatos, que presumiblemente pueden causar fuertes impactos relacionados con la toxicidad sobre los organismos acuáticos. El punto dos presenta un valor de 0.86 que al igual que los anteriores es alto ya que los índices próximos a 0 reflejan muy baja contaminación por mineralización e índices cercanos a 1 o lo contrario. (Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, 2009, Plan de manejo ambiental del humedal de Techo. Bogotá)

## 7. Interpretación de resultados y discusión

### 7.1 Interpretación de resultados análisis de suelos

Con base en las muestras de suelo tomadas en el Humedal de Sierra Chiquita se realizaron análisis químicos y físicos, seleccionándose un determinado número de muestras, realizando un sub muestreo de acuerdo al análisis estadístico no probabilístico seleccionando estas en sitios estratégicos y a criterios del investigador, de acuerdo a esto los sitios se les determinó la ubicación exacta mediante la medición de coordenadas, a través de GPS, el cual generó los siguientes resultados:

Cuadro 8. Coordenadas muestreo de suelo según GPS

MUESTREO	COORDENADAS	
	No.	E
1	1128247	1456779
2	1128070	1457009
3	1128092	1457423
4	1128696	1457402
5	1128266	1457686
6	1128223	1457674

En el análisis de los ensayos de suelo se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Reacción del suelo:** Ligeramente acida con un pH promedio de 6,14.

- **Contenido de Materia Orgánica:** Se encontró mayor contenido de materia orgánica en la muestra 1 debido, probablemente, a las condiciones anaeróbicas de los suelos de este sitio, lo cual no permite que la materia orgánica se mineralice a la rata normal de estas condiciones tropicales. En estas condiciones de continuo secamientos y anegamiento del suelo, los procesos de nitrificación y eutrofización conducen al incremento de elementos nocivos a la atmosfera.
- **Elementos minerales:** Altos contenidos de Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K) y las cargas  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^{+}$ ,  $K^{+}$ , lo cual es consistente con el tipo de material parental predominante en la zona de estudio. Este material aporta minerales a la solución del suelo, al igual que la geomorfología de la zona, pues es una planicie de ganancia la cual es propensa a salinizarse por los procesos geoquímicos que se presentan en estas condiciones. Esto, y otras características como la textura del suelo, el drenaje interno que es lento pueden acelerar este proceso de salinización, debido a la acumulación de cationes como magnesio y sodio, que se unen al sulfato y cloruros. Es importante recordar que uno de los procesos de salinización presente en esta condición geomorfológica es el ascenso capilar de sales que se pueden encontrar en los subhorizontes. En esta área de estudio los contenidos de fosforo y azufre son altos, contenidos que son heredados de las condiciones geomorfológicas de la zona de estudio.

Estos suelos tienen tendencia a la salinización, por geomorfología y por litología. De igual manera tiene vocación de suelos sulfatados ácidos potenciales, si se cambian las condiciones actuales, anaeróbicas por aeróbicas, sumados a la presencia de contenidos altos de azufre y oxidación de la MO en condiciones oxidadas.

Cuadro 9. Interpretación análisis de suelos, muestra 1

**ANALISIS QUIMICO DE SUELOS Y AGUAS**  
**Formato de interpretacion de analisis de suelos**

Departamento  Municipio/Cgto

Muestra Nº  Lote  Agricultor  Area: ha

Prof. Muestra  Reaccion del suelo  pH

Contenido de materia organica  Textura

Interpretacion por contenido

ELEMENTO	SIMBOLO	UNIDADES	CONTENIDO	INTERPRETACION	% SATURACION DE BASES	INTERPRETACION
Azufre	S	mg*kg <sup>-1</sup>	81,7	Alto		
Fosforo	P	mg*kg <sup>-1</sup>	13,4	Deficiente		
Calcio	Ca	Cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	19,9	Alto	48,9	Alto
Magnesio	Mg	Cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	18,3	Alto	45,0	Medio
Sodio	Na	Cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	1,9	Excesivo	4,7	Restrictivo
Potasio	K	Cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	0,5	Alto	1,3	
Aluminio	Al	Cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	0,0	N.A	0,0	
<b>ELEMENTOS MENORES</b>						
Cobre	Cu	mg*kg <sup>-1</sup>	1,7	Deficiente		
Hierro	Fe	mg*kg <sup>-1</sup>	98,6	Alto		
Cinc	Zn	mg*kg <sup>-1</sup>	3,8	Alto		
Manganeso	Mn	mg*kg <sup>-1</sup>	44,6	Alto		
Boro	B	mg*kg <sup>-1</sup>	0,2	Deficiente		

Capacidad de intercambio cationico (CIC(meq/100gS))  Alta

**Analisis de elementos solubles o salinidad**

ELEMENTO	UNIDADES	CONTENIDO
Ca <sup>++</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
Mg <sup>++</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
K <sup>+</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
Na <sup>+</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
Cl <sup>-</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
CE	ds/m	

**Diagnostico de salinidad**

Parametro	Valor	Interpretacion
PSI	4,7	Restrictivo
RAS		

**Relaciones cationicas**

Relacion Ca/Mg	1,1	Deficiencia Ca
Relacion Mg/K	33,9	Deficiencia K
Relacion Ca/K	36,9	Deficiencia K
Relacion Ca+Mg/K	70,7	Deficiencia K

Fuente: Elaborado por la autora, ordenados en el Laboratorio Suelos y Aguas, Universidad de Córdoba.



Cuadro 10. Interpretación análisis de suelos, muestra 2

**ANALISIS QUIMICO DE SUELOS Y AGUAS**  
**Formato de interpretacion de analisis de suelos**

Departamento  Municipio/Cgto

Muestra Nº  Lote  Agricultor  Area: ha

Prof. Muestra  Reaccion del suelo  pH

Contenido de materia organica  Textura

Interpretacion por contenido

ELEMENTO	SIMBOLO	UNIDADES	CONTENIDO	INTERPRETACION	% SATURACION DE BASES	INTERPRETACION
Azufre	S	mg*kg <sup>-1</sup>	126,6	Alto		
Fosforo	P	mg*kg <sup>-1</sup>	5,2	Deficiente		
Calcio	Ca	Cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	16,9	Alto	46,5	Alto
Magnesio	Mg	Cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	17,9	Alto	49,2	Medio
Sodio	Na	Cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	1,2	Excesivo	3,4	Restrictivo
Potasio	K	Cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	0,3	Alto	0,9	
Aluminio	Al	Cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	0,0	N.A	0,0	
<b>ELEMENTOS MENORES</b>						
Cobre	Cu	mg*kg <sup>-1</sup>	2,0	Deficiente		
Hierro	Fe	mg*kg <sup>-1</sup>	13,0	Bajo		
Cinc	Zn	mg*kg <sup>-1</sup>	1,7	Alto		
Manganeso	Mn	mg*kg <sup>-1</sup>	26,2	medio		
Boro	B	mg*kg <sup>-1</sup>	0,1	Deficiente		

Capacidad de intercambio cationico (CIC(meq/100gS))  Alta

**Analisis de elementos solubles o salinidad**

ELEMENTO	UNIDADES	CONTENIDO
Ca <sup>++</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
Mg <sup>++</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
K <sup>+</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
Na <sup>+</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
Cl <sup>-</sup>	Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>	
CE	ds/m	

**Diagnostico de salinidad**

Parametro	Valor	Interpretacion
PSI	3,4	restricitva
RAS		

**Relaciones cationicas**

Relacion Ca/Mg	0,9	Deficiencia Ca
Relacion Mg/K	57,7	Deficiencia K
Relacion Ca/K	54,5	Deficiencia K
Relacion Ca+Mg/K	112,3	Deficiencia K

Fuente: Elaborado por la autora, ordenados en el Laboratorio Suelos y Aguas, Universidad de Córdoba.

## 7.2 Interpretación de análisis de agua humedal de Sierra Chiquita

En el muestreo de agua realizado en el Humedal de Sierra Chiquita, que se tratará a continuación, se realizó en época de invierno, al igual que los análisis de suelos, por medio de la caracterización y ensayos de agua se obtuvieron unos resultados, para esto se escogieron las zonas más representativas y estratégicas del humedal, con base en el análisis no probabilístico. Se realizó un submuestreo de 5 muestras, logrando una y posteriormente se tomaron dos muestras independientes, en este proceso se midieron las coordenadas de los sitios seleccionados con un equipo de medición GPS, determinando las coordenadas:

Cuadro 11. Coordenadas muestreo de agua según GPS

MUESTREO	COORDENADAS	
No.	E	N
1	1128248	1456796
2	1128081	1457009
3	1128078	1457410
4	1128267	1457685
5	1128223	1457674
6	1128670	1457672
7	1128265	1457685

### 7.2.1 Interpretación de análisis de resultados de humedal de Sierra Chiquita,

**época invierno:** Los valores de pH estuvieron entre 7.01 y 7.38, manteniéndose dentro de los referenciados en el decreto 1594-2005 (4.5-9.0) para preservación de fauna y flora y el 475 de 1997 para agua potable (6.0-9.0), y mostrando características neutras y levemente básicas.

La alcalinidad fue el único parámetro que presentó una tendencia alta en el humedal de Sierra Chiquita con un valor de 240.5 mg CaCO<sub>3</sub>/L (miligramo de carbonato de calcio por litro), encontrándose por encima del valor estipulado por el decreto 475 de 1997 para agua potable (100 mg CaCO<sub>3</sub>/L) posiblemente debido a la liberación de carbonatos y bicarbonatos provenientes de las rocas madre.

Según los ensayos de agua que se realizaron en este estudio, los cloruros mostraron valores promedios de 123 mg Cl/L (miligramo de Cloruro por litro), siendo considerados normales teniendo en cuenta el sitio de muestreo. Además el aumento de cloruros en una fuente hídrica se debe al lavado de los suelos producido por fuertes lluvias. En último caso, el aumento de cloruros puede deberse a la contaminación del agua por aguas residuales. A pesar de ello estos valores se encuentran dentro de los establecidos en la resolución colombiana en la resolución 2115 de 2007.

La DBO<sub>5</sub> presentó un valor de 7.05 mg O<sub>2</sub>/L (miligramo de oxígeno por litro); este parámetro está relacionado con la cantidad de materia orgánica biodegradable presente en el humedal, estableciendo el potencial de oxígeno disponible por las bacterias para los procesos de degradación. Según estos valores el cuerpo de agua se encuentra débilmente contaminado, de acuerdo a la clasificación establecida en función de la tolerancia a la contaminación orgánica por macro-invertebrados, que son considerados indicadores de calidad de agua. (Hauer & Lamberty, 1996)

Los sólidos suspendidos del humedal de Sierra Chiquita mostraron un valor de 138 mg/L (miligramos por litro), las condiciones de los sólidos suspendidos son diferentes a las de los sólidos disueltos y no denotan ninguna relación con alguna variable propia de

mineralización; la turbiedad es otra forma de expresión de esta variable y de allí las correlaciones exhibidas entre ellas. Sus valores son afectados por procesos erosivos y extractivos y su efecto sobre los ecosistemas acuáticos manifestados en la reducción de la penetración lumínica y con ello la disminución de la fotosíntesis. Cabe destacar que el amonio y la DBO, propias de la contaminación orgánica se encuentran asociadas de forma importante a ellos. (Hauer F & G Lamberty, 1996, Methods in stream ecology)

La Dureza total, al igual que los iones de Calcio y Magnesio se encuentra dentro de los valores establecidos por la normatividad Colombiana, con un valor de 146.25 mg CO<sub>3</sub>/L (miligramo de trióxido de carbono por litro), 126 mg Ca/L (miligramo de calcio por litro) y 74 mg Mg/L (miligramo de magnesio por litro). La concentración de estas especies químicas determina la capacidad de las aguas para formar incrustaciones en las tuberías de sistemas de tratamiento y la formación de espuma con el uso de jabón.

Los nitratos, nitritos y sulfatos, presentaron concentraciones ubicados dentro del rango normal, según el decreto 475 de 1997 (cuadro 12). Sin embargo los relativamente altos niveles de concentración de nitratos en el agua del humedal de Sierra Chiquita (6.18 mg/L), se deben posiblemente a la entrada de fertilizantes y a la formación de nitratos a partir de la descomposición de la materia orgánica.

En el caso del fósforo total los niveles son superiores a 1 mg/L lo que demuestra tendencia a generar procesos de eutrofización del cuerpo de agua por excesiva entrada de nutrientes, que a la vez genera una superpoblación de plantas acuáticas.

Cuadro 12. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua.

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR	DEC. 475-1997
pH		7.25	6.0-9.0
Alcalinidad	mg CaCO <sub>3</sub> /L	240.5	100
Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> /L	123.42	250
DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	7.05	
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	146.25	160
Fosfatos	mg/L	<0.01	0.2
Fosforo total	mg/L	1.05	
Nitratos	mg/L	6.18	10
Nitritos	mg/L	<0.005	0.1
Sulfatos	mg/L	168.73	250
Sólidos suspendidos	mg/L	138	NR
Materia Orgánica	mg/L	15.6	NR
K	mg/L	3.51	NR
Na	mg/L	151.11	NR
Mg	mg/L	126	36
Ca	mg/L	74	60

Fuente: Decreto 474 de 1997.

En esta toma de muestra se obtuvo un agua con una conductividad eléctrica de 1,63 dS/m, la clasifica como **C3**, salinidad alta. Esto debido a la concentración de sales presentes, además, esta situación puede empeorar si se sigue desecando el humedal. Asimismo las condiciones texturales de suelo arcillosos influyen en la salinización del humedal. Las condiciones existentes y los cationes y aniones presentes nos permiten

deducir que pueden formarse sales como: cloruro de sodio, sulfato de sodio, sulfato de magnesio, sulfato de calcio, bicarbonatos de Ca, Mg y de Na. Estas aguas no deben usarse para riego de cultivos por mucho tiempo si hay un mal drenaje del suelo. De ser necesario utilizarlas hacerlo sólo en cultivos tolerantes y realizar un seguimiento de la salinidad del suelo. La sodicidad del agua es baja **S1**

Agua clasificada según su Conductividad eléctrica 0,63 dS/m (deciSiemens por metro) como de baja salinidad (**C2**), esto posiblemente a que las sales están más diluidas o han sido lavadas. Son clasificadas por su RAS (relación de absorción de sodio) como de baja sodicidad (**S1**), y puede usarse como agua de riego en la mayoría de los cultivos sin riesgo de toxicidad, definida esta como algún producto químico para las plantas cultivadas. Es necesario, si se utiliza en sistemas de riego, hacer un seguimiento a los suelos donde se aplique, por la litología y la textura existente en los mismos.

En conclusión, el humedal de Sierra Chiquita posee características fisicoquímicas que se encuentran en niveles aceptables, según lo establecido por la normatividad Colombiana, consignado en el cuadro 12, referenciando el decreto 475 de 1997, sin embargo la alcalinidad y salinidad mostraron unas concentraciones superiores a lo consignado en la reglamentación, posiblemente por la influencia de la litogenia del sitio.

Cuadro 13. Resumen análisis físico-químico de suelos, muestra 1

Departamento  Municipio/Cgto

Muestra N°  Fuente  Agricultor  Area: ha

pH	CE dS/m	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
		Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>			
7,38	1,63	1,85	5,25	6,57	0,09
<b>C3</b>					

Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
ml/l			
3,36	6,5	1,2	5,71

RAS
3,5
<b>S1</b>

CSR	I Mg	PSI	FAO/USDA
0,6	73,94	NA	<b>C1S1</b>
<b>Buena</b>	<b>Buena</b>		

<b>CSR</b>	Cantidad de Sodio Residual
<b>I Mg</b>	Indice de Magnesio
<b>PSI</b>	Porcentaje de Sodio Intercambiable
<b>RAS</b>	Relacion de Adsorcion de Sodio

TEXTURA			
% A	% Ar	% L	Clase
15,8	48,3	35,8	Arcilloso

Fuente: Elaborado por la autora, ordenados en el Laboratorio Suelos y Aguas, Universidad de Córdoba.

Cuadro 14. Resumen análisis físico-químico de suelos, muestra 2

Departamento  Municipio/Cgto

Muestra N°  Fuente  Agricultor  Area: ha

pH	CE dS/m	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
		Cmol <sup>+</sup> l <sup>-1</sup>			
7,01	0,63	1,3	1,33	0,8	0,03
<b>C1</b>					

Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
ml/l			
0,01	1,16	0	2,28

RAS
0,7
<b>S1</b>

CSR	IMg	PSI	FAO/USDA
-1,47	50,57	NA	<b>C2S1</b>
<b>Buena</b>	<b>Buena</b>		

<b>CSR</b>	Cantidad de Sodio Residual
<b>IMg</b>	Indice de Magnesio
<b>PSI</b>	Porcentaje de Sodio Intercambiable
<b>RAS</b>	Relacion de Adsorcion de Sodio

TEXTURA			
% A	% Ar	% L	Clase
4,2	66,7	29,2	Arcilloso

Fuente: Elaborado por la autora, ordenado en el Laboratorio Suelos y Aguas, Universidad de Córdoba.



Cuadro 15. Resultado análisis físico-químico del agua, muestra 1 y 2

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO MUESTRA 1	RESULTADO MUESTRA 2
PH	u Ph	7.38	7.01
CE	dS/m	1.63	0.63
Ca <sup>++</sup>	cmol+/L	1.85	1.30
Mg <sup>++</sup>	cmol+/L	5.25	5.25
Na <sup>+</sup>	cmol+/L	6.57	0.80
K <sup>+</sup>	cmol+/L	0.09	0.03
Cl	cmol+/L	3.36	0.01
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	cmol+/L	6.50	1.16
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	cmol+/L	1.20	0.00
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	cmol+/L	5.71	2.28

Fuente: Elaborado por la autora, ordenado en el Laboratorio Suelos y Aguas, Universidad de Córdoba.

Cuadro 16. Resultado análisis físico-químico y microbiológico del agua, muestra 3

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO MUESTRA 3
PH	Unidades de pH	7.25
Alcalinidad	mg/L	240.5
Cloruros	mg/L	123.42
DBO5	mg/L	7.05
Dureza total	mg/L	146.25
Fosfatos	mg/L	<LC (0.01)
Fósforo total	mg/L	1.05
Nitratos	mg/L	6.18
Nitritos	mg/L	<LC (0.005)
Sulfatos	mg/L	168.73
Sólidos suspendidos	mg/L	138
Materia orgánica	mg/L	15.6

Fuente: Elaborado por la autora, ordenado en el Laboratorio de Aguas (Iragua), Universidad de Córdoba.

**7.2.2 Índices de contaminación época de verano:** Los ICO (Índices de contaminación), están diseñados para valorar problemas ambientales diferentes, no están correlacionados y son complementarios. El índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS), y el índice de contaminación por pH (ICOpH), mostraron valores aceptables, es decir para todos ellos el valor calculado fue de 0 (Tabla 1).

Tabla 1. Índices de contaminación para el humedal de Sierra Chiquita

INDICE	VALOR
ICOMI	1
ICOSUS	0
ICOpH	0
ICOTRO	Hipereutrofia >1.00 (mg/L)

Fuente: Elaborado por la autora, ordenado en el Laboratorio de Toxicología y Gestión Ambiental, Universidad de Córdoba.

El índice de contaminación por mineralización, que integra conductividad, dureza y alcalinidad (ICOMI), presentó un valor de 1 para el humedal de Sierra Chiquita, debido a la alcalinidad del agua evaluada, que presentó una concentración de 240.5 y el valor de conductividad de 1630  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , posiblemente debido a la presencia de carbonatos y otros iones disueltos. Por otro lado el índice de contaminación trófico (ICOTRO), que se fundamenta en la concentración del fósforo total. A diferencia de los anteriores en los cuales se determina un valor entre cero y uno (0 y 1), la concentración del fósforo otorga una calificación cualitativa; según lo determinado en la evaluación del agua del humedal de Sierra Chiquita el valor encontrado fue >1.00mg/L, lo que indica un nivel de Hipereutrofia. Este componente está ligado tan sólo a los ortofosfatos que lo conforman, por ser el nutriente limitante, este define la eutrofización de los ecosistemas acuáticos, fenómeno de gran importancia principalmente en aguas lenticas que son

cuerpos de agua que permanecen en reposo, y no presentan corriente, como lagos, lagunas, esteros y los pantanos, siendo expresado bajo muchas circunstancias en aguas lólicas que pertenecen a las aguas procedentes de ríos manantiales, arroyos, y se mueven en una dirección: así en aguas claras pueden dar origen a comunidades de perifiton, mientras que en caños y quebradas de bajas altitudes pueden estar asociadas a comunidades de fitoplancton y macrófitas, debido a que en temporadas de sequía los cuerpos de agua se estancan o poseen una velocidad muy reducida.

### **7.2.3 Interpretación de valores de potencial Redox en el humedal de Sierra**

**Chiquita, época de verano:** Las reacciones de oxidación y reducción regulan el comportamiento de muchos compuestos químicos presentes en cuerpos de agua naturales. La reactividad, solubilidad y movilidad cíclica de elementos esenciales para los sistemas biológicos (ej. Hierro (Fe), Azufre (S), Nitrógeno (N), Carbono (C), Fósforo (P), y varios elementos metálicos como, Cobre (Cu), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Níquel (Ni) y Zinc (Zn), que son afectados por cambios en el potencial redox; afectan al mismo tiempo la distribución y la actividad metabólica de microorganismos. Generalmente, el potencial redox es afectado por la concentración de oxígeno disuelto, según disminuye su valor en aguas y sedimentos, se observa una disminución en la concentración de oxígeno disuelto, la reducción de iones, moléculas importantes para la nutrición de microorganismos y formas de vida superior. Está relacionado con el pH y con el contenido de oxígeno. Es análogo al pH ya que este mide la actividad de protones y el potencial redox mide la de los electrones, el potencial redox se mide en milivoltios o voltios. Un valor de potencial redox (Eh) positivo y de alta magnitud es indicativo de un ambiente que favorece las reacciones de oxidación. Del otro lado, un

valor Potencial redox (Eh) negativo y de baja magnitud es indicativo de un ambiente altamente reductor. (Uprm, s.f, Parámetros Físicoquímico: Potencial Oxireducción)

Los resultados de potencial redox (Eh) muestran valores negativos por debajo de -200 mV (milivoltios) para aquellos puntos afectados por asentamientos humanos y actividades agrícolas (sitios 3, 4 y 5), mostrando un alto grado de degradación de las aguas del humedal y siendo similares a los encontrados en sedimentos de cuerpos de agua eutrofizadas; lo anterior es debido posiblemente a la disminución de volumen de agua a causa de la larga etapa de sequía que se presentó en todo el país, lo cual ha reducido drásticamente el potencial hídrico en la mayor parte del humedal (con profundidades máximas de 30 cm), dándole una apariencia de lodos con alto grado de materia orgánica en descomposición.

La reducción de volumen de agua concentra los nutrientes y minerales ocasionando crecimiento desproporcionado de vegetación acuática y por ende gran cantidad de materia orgánica se incorpora en el humedal, que en su proceso de descomposición consume todo el oxígeno disuelto a tal punto de utilizar el potencial de sulfatos para la producción de ácido sulfhídrico  $H_2S$  (<-200 mV), con aparición de malos olores, especialmente en el sitio 4, donde es evidente la excesiva cantidad de materia en descomposición e indicios de procesos metanogénicos en el lugar.

Por otra parte, la zona de inicio del humedal mantiene un volumen considerable de agua y la participación de procesos de recambio y circulación de la misma, favorecen a potenciales redox positivos (183,4 mV), que indican una buena calidad del ecosistema acuático. Mientras el sitio 1, caracterizado por entrada de aguas de procesos se

encuentran valores de potencial de  $-90.5$  mV, lo que refleja cierto grado de degradación en la zona por descomposición de materia orgánica.



Figura 15. Medición potencial Redox  
Fuente: Tomada por la autora.



Figura 16. Medición potencial Redox, espejo de agua – época de verano  
Fuente: Tomada por la autora.

Cuadro 17. Potencial Redox Humedal de Sierra Chiquita época de verano

PUNTO	COORDENADAS	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO	Eh (mV)
Sitio 1	E: 1128335	Entrada de Agua de Proceso 30 cm	-90.5
	N:1457640		
Sitio 2	E: 1128526	Inicio de Humedal 30 cm	183.4
	N:1457667		
Sitio 3	E: 1128244	Zona Agrícola, Erosión de Cerros 25 cm	-258.6
	N: 1456995		
Sitio 4	E: 1128148	Zona de Asentamiento Humano 30 cm	-288.0
	N:1457051		
Sitio 5	E: 1128136	Zona de Asentamiento Humano Infiltración de Pozos Sépticos 30 cm	-220.0
	N:1457304		

Fuente: Elaborado por la autora, ordenado en el Laboratorio de Toxicología y Gestión Ambiental, Universidad de Córdoba.

Cuadro 18. pH Humedal de Sierra Chiquita, época de verano

PUNTO	COORDENADAS	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO	PH
Sitio 1	E: 1128335	Entrada de Agua de Proceso 30 cm	6.50
	N:1457640		
Sitio 2	E: 1128526	Inicio de Humedal 30 cm	6.43
	N:1457667		
Sitio 3	E: 1128244	Zona Agrícola, Erosión de Cerros 25 cm	6.67
	N:1456995		
Sitio 4	E:1128148	Zona de Asentamiento Humano 30 cm	6.20
	N:1457051		
Sitio 5	E: 1128136	Zona de Asentamiento Humano Infiltración de Pozos Sépticos 30 cm	6.68
	N: 1457304		

Fuente: Elaborado por la autora, ordenado en el Laboratorio de Toxicología y Gestión Ambiental, Universidad de Córdoba.

### **7.3 Interpretación análisis comparativo de las características físicas y químicas del recurso agua del humedal de Sierra Chiquita con humedales de la ciudad de Bogotá**

Comparando los valores de los índices de contaminación con los encontrados en el humedal de Jaboque, se puede establecer que el humedal de Sierra Chiquita no está tan contaminado como este. Los Cloruros, Dureza total, Fosfatos, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Calcio y Magnesio tienen valores aceptables según el decreto 475 de 1997 (cuadro 12). Sin embargo comparando la concentración de nitratos en el agua del humedal de Sierra Chiquita (6.18 mg/L), con los del humedal de Jaboque, los valores presentan valores superiores. Esta concentración de nitratos posiblemente se debe a la entrada de fertilizantes al humedal, o conversión de Nitritos producto de descomposición de materia orgánica a Nitratos.

Por otra parte al comparar los resultados y calcular el ICOMI que es el índice de contaminación por mineralización en el humedal de Sierra Chiquita, este dió como resultado 1, esto se debe posiblemente a que el muestreo se realizó en verano, con una profundidad de 0,30 m, lo cual indica el espejo de agua disminuido, con una baja producción de oxígeno disuelto, puesto que lo que se encontró fue cobertura vegetal en estado de descomposición, también se determinó el ICOSUS que es el índice de contaminación por sólidos suspendidos, hacen referencia a las partículas sólidas orgánicas o inorgánicas que se mantienen en suspensión en una solución, tales como limo, arena y virus, las cuales son generalmente responsables de impurezas visibles que flotan en las aguas residuales entre superficie y fondo, este parámetro dió como resultado un valor aceptable de 1.0. (Ramírez, Restrepo y Viña, 1997)

De igual manera el humedal el Techo en promedio presenta un índice de contaminación por mineralización (ICOMI) de 1, indicando un alto grado de contaminación por mineralización, debido principalmente a la presencia de cationes calcio y magnesio, aniones carbonatos y bicarbonatos, que pueden causar fuertes impactos relacionados con la toxicidad sobre los organismos acuáticos, en este caso se debe al vertimiento directo, conexiones erradas del alcantarillado sanitario de la zona y la disposición de residuos sólidos en el humedal, además se encontró en el humedal el Techo que el índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS), es mayor a  $3 \times 340 \text{ mg}$ . El cual se relaciona con el índice de contaminación por materia orgánica que dió 1, resultando un valor alto, debido al incremento de materia orgánica que aumenta la turbidez, reduciendo la penetración de luz en el cuerpo del agua, generando procesos de anaerobiosis y por ende la reducción de fitoplancton. (Ramírez, Restrepo y Viña, 1997)



## **8. Estrategia de la gestión ambiental para el manejo del humedal**

La necesidad de manejar los ecosistemas de manera adecuada para garantizar un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad, obliga a incorporar de manera eficiente diversas estrategias. El hecho de que la gran mayoría, o incluso la totalidad, de los ecosistemas del planeta se encuentran bajo la influencia humana (Gómez-Pompa y Kaus, 1992) nos obliga a reconsiderar los modelos para el manejo adecuado de los mismos. En este contexto, la conservación, restauración y aprovechamiento pueden ser estrategias complementarias de manejo. En particular, la restauración y la conservación, que se han considerado actividades antagónicas (Young, 2000), en realidad se complementan cuando se trata de manejar paisajes complejos en donde la actividad humana ha tenido diversos impactos sobre los distintos componentes de estos sistemas. De esta manera, en aquellas áreas que muestren niveles altos de degradación, las medidas de restauración serán dominantes hasta que se logre recuperar total o parcialmente la estructura y/o las funciones de interés [(Hobbs y Norton, 1996); (Lindig C.,L. Zambrano s.f.), Aplicaciones prácticas para la conservación y restauración de humedales y otros ecosistemas Acuáticos].

La restauración es un componente de la planificación nacional para la conservación y uso racional de los humedales. De acuerdo con la 8ª reunión de la Conferencia de las partes contratantes en la convención sobre humedales realizado en Ramsar, Irán (2002), se establecen principios y lineamientos para la restauración de humedales en el documento Ramsar COP8 Resolución VIII.16. A continuación se enuncian algunos

principios de consideración en los proyectos de restauración de humedales, con base en la estrategia de la recuperación ecológica. (Ramsar, 2002)

1. Comprensión y declaración clara de metas, objetivos y criterios de rendimiento.
2. Planificación detenida para reducir posibilidades de efectos secundarios indeseados.
3. Examen de procesos naturales y condiciones reinantes durante la selección, preparación y elaboración de proyectos.
4. No debilitar esfuerzos para conservar los sistemas naturales existentes.
5. Planificación a escala mínima de cuenca de captación, sin desestimar el valor de hábitats de tierras altas, los nexos entre estos y hábitats propios de humedales.
6. Tener en cuenta principios que rigen la asignación de recursos hídricos y el papel que la restauración puede desempeñar en el mantenimiento de las funciones ecológicas de los humedales.
7. Involucrar a todos los interesados directos en un proceso abierto
8. Gestión y monitoreo continuos (custodia a largo plazo).
9. Incorporar el conocimiento de la gestión tradicional de los recursos que contribuyen a la configuración del paisaje.
10. Aplicar el principio de manejo adaptable.
11. Emplear proyectos eficaces como ejemplo y aliento para la participación y formulación de nuevos proyectos.
12. Ejecutar actividades complementarias con medidas para promover la sensibilización.

Dentro de los atributos o variables de medición recomendables en el monitoreo de la restauración de humedales se reconocen los siguientes (Callaway et al. 2001):

- ✓ Hidrología: Régimen de inundación, nivel freático, tiempo de retención de agua, caudales de entradas y salidas, tasas de flujo, elevación, sedimentación y erosión.
- ✓ Calidad del agua: Temperatura del agua y oxígeno disuelto, pH, turbidez y estratificación de la columna de agua, nutrientes.
- ✓ Suelos: Contenido de agua, textura, salinidad, densidad aparente, pH, potencial de reducción, contenido de materia orgánica, nitrógeno total, nitrógeno inorgánico, procesos del nitrógeno, descomposición, sustancias tóxicas.
- ✓ Vegetación acuática: Porcentaje de cobertura, composición de especies, etapas de sucesión.
- ✓ Vegetación terrestre: Mapeo, cobertura y altura de plantas vasculares, arquitectura del dosel, tamaño de parches y distribución de especies particulares, biomasa epigea, biomasa hipogea, estimación visual de algas y tipo dominante, concentración de nitrógeno en tejidos.
- ✓ Fauna: Tasa de colonización, composición de especies, densidad, estructura poblacional, crecimiento, periodos de migración, anidación y cuidado de crías, relación reptiles/mamíferos. Entre los grupos considerados como indicadores biológicos para realizar el seguimiento de estos parámetros se encuentran los macroinvertebrados acuáticos, peces y aves acuáticas.

## **8.1 Estrategias para la restauración, protección y conservación del humedal de Sierra Chiquita**

Con base en los resultados obtenidos a través del presente trabajo investigativo, donde se caracterizaron el suelo y el agua, teniendo en cuenta la problemática que se

presenta en el Humedal de Sierra Chiquita, se propusieron estrategias, enmarcadas en la gestión ambiental, cada una de ellas comprende varios proyectos, para lograr acciones planificadas sistemáticamente, de acuerdo a unas necesidades, que servirán para proteger, conservar y restaurar el humedal, a continuación las estrategias que se plantearon:

- Procesos de educación ambiental.
- Estructuras hidráulicas para la operación sostenible.
- Saneamiento básico.
- Recuperación y conservación del ecosistema.
- Control y seguimiento Interinstitucional.

**8.1.1 Procesos de educación ambiental:** El proceso de educación ambiental es fundamental para crecimiento como ser humano, este crecimiento y desarrollo se debe iniciar desde los hogares inculcándole a los niños, sobre el cuidado y conservación del medio ambiente, creándoles “conciencia ambiental”, donde se inicie con el amor a la naturaleza, los ecosistemas y posteriormente se debe desarrollar la educación ambiental a todos los niveles; esta sensibilización y aprendizaje está basada en la cultura ambiental en donde se inculcan valores, principios ambientales y buenos hábitos, que permiten establecer que un medio ambiente sano es esencial para el bienestar humano. Por ello es importante analizar y conocer cómo interactúan los recursos naturales entre sí, en este caso el Humedal de Sierra Chiquita y también el medioambiente con el hombre, de esta manera se puede conocer a profundidad el

entorno, partiendo de un desarrollo sustentable donde la prioridad sea el medio ambiente y el hombre.

Es necesario contar con proyectos que sean viables para lograr una educación ambiental de calidad que permita transmitir conceptos y mensajes, orientados a una cultura ambiental donde haya una participación creativa y una transformación constructiva sobre el medio ambiente.

- **Comité de educación ambiental:** El objeto es establecer espacios para coordinar el trabajo interinstitucional, como eje principal para implementar los programas y proyectos de educación ambiental, con las diferentes entidades.
- **Educación ambiental:** Busca concientizar a la población de influencia del humedal para el buen manejo de este, creando sentido de pertenencia, por medio de capacitaciones y campañas ambientales.
- **Redes ambientales:** El objeto es generar participación activa de la población y entidades asociadas al humedal, para realizar proyectos que apunten a mejorar, fortalecer y restablecer las condiciones del humedal.
- **Implementación PROCEDA (proyectos ciudadanos de educación ambiental):** Objeto gestionar y realizar acciones que se caractericen por la solución de los problemas ambientales observados en el Humedal, enmarcados en las estrategias de la Política Nacional de Educación Ambiental.

- **Establecimientos de escenarios pedagógicos e investigativos:** Objeto capacitar a la población en los procesos educativos ambientales, e intercambiar experiencias en materia de educación ambiental.

**8.1.2 Estructuras hidráulicas para la operación sostenible:** Las obras hidráulicas que se proponen en el humedal de Sierra Chiquita buscan la regulación de los caudales en épocas de invierno y verano, estas obras comprenden sistema de canales en concreto, que se ubicaran perimetralmente para transportar y recolectar el agua procedente del incremento de las precipitaciones y de esta manera evitar la colmatación y las inundaciones. Posteriormente se ubicarán como estructura complementaria un vertedero que son estructuras de interconexión para la regulación del nivel del agua del humedal, ya sea de una manera libre o controlada, para esto se utiliza un sistema de compuertas que tiene como función regular el agua en el humedal, al dejar pasar o impedir el flujo en este, además se propone el diseño y construcción de trampas de sedimentos que almacenen sólidos suspendidos producto de la erosión por el deslizamiento del suelo de la serranía adyacente al humedal. Entre los principales proyectos que se plantean en la estrategia de obras hidráulicas para la operación sostenible se tiene:

- **Dragado del Humedal:** Con el fin de remover y evacuar los sedimentos en el fondo del humedal, producto de los procesos de erosión, al extraer dicho material aumentara la capacidad de almacenamiento de agua al sistema.

- **Obras de estabilidad de taludes en la Serranía de San Jerónimo:** Con el objeto de contener, evitar procesos erosivos que colmatan de sedimentos el humedal y recuperar el espejo de agua.
  
- **Construcción de obras hidráulicas:** Objeto de regular caudales en épocas de invierno y verano, evitando las inundaciones, sequías, sedimentación y pérdida del ecosistema. A continuación las alternativas propuestas en esta estrategia:
  1. **Reconstrucción de una vía perimetral:** Reconstrucción del acceso al humedal, es la primera barrera para los sedimentos procedentes del material que arrastre al agua de escorrentía de los cerros que rodean al humedal.
  
  2. **Terraplén compactado con material de préstamo lateral:** Conformará el embalse del sistema, retención y protección del agua almacenada en épocas de invierno, protección contra la sedimentación del fondo del espejo de aguas.
  
  3. **Canal trapezoidal en material común:** Recogerá las aguas sobrantes y las conducirá directamente al río Sinú por otro canal revestido en concreto, recoge sedimentos de escorrentías.
  
  4. **Laguna de quietamiento:** Con el propósito de almacenar agua de escorrentía, disminuye la energía hidráulica, protege al terraplén compactado con material de préstamo lateral, permite la precipitación de sólidos en suspensión que llegarían al fondo del embalse; en verano permitirá recoger el material arrastrado por la escorrentía realizando limpieza y mantenimiento.

5. **Compuertas:** Permitirán controlar los caudales del agua para evitar inundaciones en invierno, por otra parte evitan que el agua se evacue y se produzcan sequias en verano.

6. **Trampas en concreto para sedimentos:** Busca evitar la colmatación de sedimentos en el fondo del humedal.

7. **Vertederos en concreto para regulación de caudales:** Regulará los niveles del embalse, permitiendo liberar el agua sobrante en invierno y retienen la necesaria para el verano.

8. **Alcantarilla con tubos  $\varnothing$  0.60 m:** Permitirá el paso libre del agua en vías y terraplenes para evitar represamiento de aguas.

**8.1.3 Saneamiento básico:** El saneamiento básico es una serie de acciones técnicas y socioeconómicas que tiene como finalidad el mejoramiento de las condiciones sanitarias de una población, para lograr una óptima calidad de vida, en este caso es necesario la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario, que está conformado por un conjunto de estructuras como colectores o tuberías y pozos de inspección entre otros, que se encargará de recolectar y transportar las aguas residuales provenientes de las viviendas, hacia un sitio de tratamiento y disposición final.



Otro servicio fundamental en saneamiento básico de la comunidad de Sierra Chiquita será el manejo adecuado de los residuos sólidos. Puesto que es necesario la recolección, transporte y disposición de estos, para evitar la contaminación en la zona, por esto se plantearon proyectos de Implementación de un sistema de recolección, disposición de residuos sólidos y la Identificación e implementación de un sistema de alcantarillado sanitario.

- **Identificación e implementación de un sistema de alcantarillado sanitario:**  
Con el fin de evitar el vertimiento de las aguas residuales y mitigar la contaminación del cuerpo de agua y el suelo del humedal.
- **Implementación de un sistema de recolección y disposición de residuos sólidos:** Con el objetivo de mitigar la contaminación del suelo, agua, aire, paisaje y evitar la quema de residuos.
- **Monitoreo calidad del agua y suelo:** De manera periódica a través de muestreos del agua y suelo, mediante ensayos que determinen las características físicas, químicas y microbiológicas, para establecer el estado y las condiciones del humedal.

**8.1.4 Recuperación y conservación del ecosistema:** Es necesario recuperar, restaurar y conservar el Humedal de Sierra Chiquita puesto que es un ecosistema que brinda capital natural que posee muchos beneficios. Entre las funciones se destacan, recarga de acuíferos, control de flujo, retención de sedimentos tóxicos, soporte de cadenas tróficas, hábitat para gran variedad de especies, protección contra tormentas,

biodiversidad biológica, riqueza cultural e histórica y riqueza en recursos naturales, como suelo, agua, flora y fauna. Por estas razones es importante lograr la conservación, protección, restauración y cuidado del Humedal, para ello se plantean una serie de proyectos enmarcados en esta estrategia ambiental. Según la reunión de Regina, Ramsar Conventional Bureau (1987), menciona, que “El uso racional de los humedales es su utilización Sostenible para el beneficio de la humanidad manteniendo las propiedades naturales del ecosistema”.

- **Aplicación e implementación del plan de manejo actual del humedal de Sierra Chiquita:** Con el Objetivo de lograr la conservación, protección y sostenibilidad del ecosistema en general.
- **Cerramiento exterior del humedal:** Consta de un Cerramiento perimetral, el cual permite la protección del humedal de las diferentes actividades antrópicas, como la caza, siembra de cultivos, ganadería en menor escala y asentamientos humanos.
- **Reforestación y revegetalización de las especies nativas de la zona:** Con el objeto de conservar ecosistemas, logrando una mayor producción de oxígeno que contribuirá al adecuado desarrollo y reproducción del ecosistema.
- **Restauración ecológica:** El Objeto es restaurar la dinámica del ecosistema, y contribuir al mejoramiento, reposición de los servicios ecosistemicos y el capital natural.

- **Recuperación paisajista:** Buscando restablecer la integridad ecológica y mejorando las condiciones de la flora y fauna, de tal manera que armonice con el entorno con un equilibrio en la biodiversidad.

**8.1.5 Control y seguimiento interinstitucional.** Es fundamental para que se puedan aplicar todas las estrategias, proyectos y acciones en el Humedal, que se tenga presencia permanente de las entidades ambientales, para el buen manejo, conservación, restauración y protección de este, puesto que se debe monitorear y controlar las diferentes actividades antrópicas que se desarrollen en este, para esto es necesario trabajar mancomunadamente con la población de la zona de influencia, formulando proyectos comunitarios, con el fin de lograr óptimos resultados que permitan el aprovechamiento ecológico del humedal, aplicando el plan de manejo ambiental actual del Humedal de Sierra Chiquita.

- **Operación y administración del humedal:** Con el fin de mejorar las condiciones del humedal, logando un óptimo control y monitoreo permanente del humedal.
- **Coordinación interinstitucional con la comunidad:** Con el objetivo de regular, organizar, las diferentes actividades para la vigilancia, control y conservación del humedal.

- **Señalización de las diferentes zonas del humedal:** Con el objeto de prevenir y proteger el humedal de los factores antrópicos, aprovechando las bondades paisajísticas y ecológicas.
- **Asignación de recursos:** El objeto es la obtención de recursos para realizar un adecuado manejo y operación del Humedal, que satisfaga las necesidades de este.

En la tabla 2. Problemas comunes en humedales y métodos correctivos, extraída del documento, Restauración, creación y Mejoramiento de humedales, Dirigido y apoyado por la Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera, La Agencia de Protección Ambiental, El Cuerpo de Ingenieros del Ejército, El Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos y El Servicio de Conservación de Recursos Naturalespor, desarrollado por el Equipo de Trabajo Interagencias sobre Restauración de Humedales (2003). Contiene algunos de los ejemplos más comunes y obvios de daños a humedales y medidas típicas de corrección. La tabla también incluye algunas precauciones. Si el daño es severo o ha estado presente por largo tiempo, revocar el daño puede no ser tan simple como pareció inicialmente. Algunas de estas medidas de corrección son también aplicables durante la implementación de proyectos de mejoramiento o creación.

Tabla 2. Problemas comunes en humedales y métodos correctivos

<b>Deterioro del humedal</b>	<b>Motivo del Deterioro</b>	<b>Corrección Sugerida</b>	<b>Consideraciones</b>
<b>HIDROLOGIA</b>			
Pérdida de Calidad de Agua	Exceso de sedimentos o nutrientes en escorrentía de áreas adyacentes	Trabajar para cambiar las prácticas del uso local de la tierra; instalar zonas de amortiguamiento con vegetación/depresiones en la tierra/humedales de tratamiento construidos; instalar trampas para sedimentos.	Trampas para sedimentos necesitan limpieza periódica; un experto puede ser necesario para diseñar zonas de amortiguamiento y depresiones en la tierra.
Pérdida de Calidad de Agua	Exceso de sedimentos provenientes de pendientes bajo erosión	Estabilizar las pendientes con vegetación/estructuras biodegradables.	Existen muchos métodos correctivos; busque los métodos que sean más sostenibles y efectivos.
Alteración de la Hidrología (drenado)	Creación de zanjas o estructuras artificiales de drenaje	Rellenar o tapar zanjas o drenajes; quebrar estructuras artificiales de drenaje.	Suelo orgánico pudo haberse descompuesto de manera que la elevación del sitio es más baja de lo que era.
Alteración de la Hidrología (bloqueo)	El cruce de una carretera con una cuneta muy pequeña	Reemplazar con una cuneta de tamaño apropiado o con un puente.	Un experto en hidrología es necesario para corregir este problema.
Alteración de la Hidrología (drenado)	Humedal anterior aislado de sus fuentes de agua con diques	Remover/hacer una ruptura en los diques o instalar estructuras de control de agua.	La elevación del sustrato puede no ser apropiado para vegetación; agregar suelo o controlar el nivel del agua con estructuras que requieran bajo mantenimiento.

Fuente: Restauración, creación y Mejoramiento de humedales.

Tabla 2. Problemas comunes en humedales y métodos correctivos (continuación)

Deterioro del humedal	Motivo del Deterioro	Corrección Sugerida	Consideraciones
<b>SUELOS</b>			
Incremento de Elevación	Botadero cielo suelo o relleno	Remover el material.	El relleno puede haber comprimido el suelo a una elevación más baja que la original; tener en cuenta seguir los pasos para evitar erosión.
Subsidencia	Remoción de suelo; oxidación de materia orgánica; remoción de agua subterránea	Agregar relleno; permitir sedimentación natural.	El relleno debe mantener el humedal deseado; se sugiere realizar pruebas de componentes tóxicos al relleno.
Suelos Tóxicos	Productos derivados de procesos industriales dentro o fuera del sitio; botadero; disolución y concentración de elementos naturales.	Sistemas de tratamiento o métodos apropiados para el suelo/contaminantes; remover material; cubrir con suelo apropiado.	Trabajar con expertos para escoger métodos de tratamiento que causen daños indirectos menores; se sugiere un sitio diferente para evitar problemas serios de toxinas.
<b>BIOTA</b>			
Pérdida de Biodiversidad	Cambio en el hábitat original	Restaurar la comunidad nativa de plantas y animales usando procesos naturales.	Permitir que las especies colonicen naturalmente; importar especies como sea apropiado.

Fuente: Restauración, creación y Mejoramiento de humedales.

Cuadro 19. Estrategias para la recuperación y conservación del humedal de Sierra Chiquita - Montería

<b>ESTRATEGIA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>TIEMPO -ESCALA</b>
<b>PROCESOS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL</b>	Fomentar el interés, en cuanto aumentar el espíritu de curiosidad, sensibilidad, creatividad y conciencia ambiental por el humedal y su entorno.	Zona de influencia, Humedal de Sierra Chiquita.	Establecer armonía y sentido de pertenencia con el medio ambiente, creando conciencia ambiental.	Permanentemente
<b>ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA LA OPERACIÓN SOSTENIBLE</b>	Regular el sistema hídrico del Humedal de Sierra Chiquita, mejorando las condiciones, protegiendo y buscar un equilibrio de tal manera que se mitiguen las sequias e inundaciones, las alteraciones de los recursos naturales y ecosistemas.	Humedal de Sierra Chiquita	Regulación hídrica, protección y aprovechamiento de los recursos naturales del humedal.	Primera etapa 3 años
<b>SANEAMIENTO BÁSICO</b>	Implementar proyectos para la recolección y transporte de aguas residuales (Alcantarillado sanitario), Disposición y manejo de los residuos sólidos, para evitar la contaminación del agua, suelo y ecosistema.	Vereda de Sierra Chiquita	Adecuado manejo y recolección, transporte disposición de las aguas residuales y residuos sólidos, generando un ambiente más sano.	primera etapa 5 años
<b>RECUPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA</b>	Aplicar e implementar programas y acciones que contribuyan a la recuperación, conservación del ecosistema y los recursos naturales.	Zona de influencia, Humedal de Sierra Chiquita.	Recuperar el espejo lagunar del humedal y la vegetación en su área de influencia.	Primera etapa 2 años
<b>CONTROL Y SEGUIMIENTO INTERINSTITUCIONAL</b>	Trabajar mancomunadamente con la población y los diferentes actores, formulando proyectos en beneficio del Humedal.	Zona de influencia, Humedal de Sierra Chiquita.	Ejecución de proyectos para la restauración y protección del Humedal.	Permanentemente

## 9. Conclusiones

El Humedal de Sierra Chiquita posee gran biodiversidad y riqueza ecológica, que se está deteriorando debido a las actividades antrópicas que generan diversos problemas, esto se refleja por la pérdida del ecosistema, la disminución de la calidad de los recursos agua y suelo. El entorno que debe servir de apoyo sostenible para la existencia del humedal en óptimas condiciones, actualmente son propiedades privadas con usos del suelo que no corresponden al objetivo de conservación.

Los suelos del Humedal de Sierra Chiquita poseen una degradación típica de la zona por causa de su uso inadecuado, ocasionando la alteración de las propiedades físicas, químicas de este recurso, pérdida de la cobertura vegetal y de los nutrientes del suelo. El mal aprovechamiento del suelo y la escorrentía que se presenta en las laderas, producen la destrucción de la capa vegetal y acumulación del material arrastrado en el fondo del humedal.

De acuerdo con los ensayos de caracterización físico químico y microbiológica del agua realizados en dos diferentes épocas del año, en verano dio como resultado una degradación representativa y en invierno fueron aceptables los resultados de acuerdo con la normatividad. El espejo de agua está amenazado por proceso destructivo y progresivo con tendencia a desaparecer en pocos años. La falta de un estudio hidráulico es evidente para definir el comportamiento y equilibrio que debe seguir el sistema en su estabilidad y conservación.



El análisis comparativo de las características físicas, químicas y microbiológicas del recurso agua, dio como resultado que el humedal de Sierra Chiquita no presenta elevados índices de contaminación, como lo presentan el Humedal de Jaboque y el Humedal el Techo ubicados en la ciudad de Bogotá.

Gran parte de los problemas que existen en este recurso natural, corresponden en un porcentaje alto a la falta de educación ambiental de los habitantes vecinos, puesto que sin este recurso sería muy difícil la recuperación del humedal.

El estado adjudicó los terrenos que limitan con el Humedal a personas particulares quitándoles de esta manera los recursos que pueden sostener al sistema, por esa razón es muy difícil cambiar el uso del suelo en la vecindad del humedal para armonizar un ecosistema que conlleve a su total recuperación a corto o mediano plazo como lo indica la dinámica que se desarrolla interna y externamente para estabilizar los picos de inundaciones y sequías.

No existe un plan bien articulado y definido con las políticas ambientales del país que se proyecte a unos resultados positivos en cuanto al manejo y protección que se le debe dar al Humedal.

## 10. Recomendaciones

Es esencial para prevenir el deterioro y extinción de especies del Humedal de Sierra Chiquita, realizar un monitoreo, que establezca la dinámica ecosistémica, sus posibles amenazas, que garantice un manejo, control y operación adecuada, que proteja el capital natural y mejore la calidad de los servicios ecológicos que posee. Además de implementar y aplicar las anteriores estrategias para el cuidado, protección y conservación del humedal es necesario, tener en cuenta el Plan de manejo actual del humedal de Sierra Chiquita, que se elaboró en el año 2011, pero no se le está dando aplicabilidad por parte de las entidades correspondientes.

En la zona de estudio es necesario proponer la Regulación ambiental del sistema hídrico del humedal de sierra chiquita, con el fin de plantear un sistema de protección ambiental, que lo proteja de las inundaciones, la erosión, la intervención del hombre, esto se puede realizar con la planeación de estructuras para el manejo y conservación integral de los recursos existentes para el beneficio del Ecosistema, de forma sostenible, aportando las herramientas básicas y proponiendo una solución, para el mejoramiento del humedal. Lo anterior conduce a crear estrategias y mecanismos para evitar el deterioro y degradación del espejo de agua, con el fin de protegerlo de los diferentes agentes a que está sometido constantemente y que ha contribuido a generar un detrimento ambiental, no alcanzando la sostenibilidad del territorio.

Es fundamental crear un refugio para animales, en la zona de influencia del Humedal de Sierra Chiquita, con el apoyo de las diferentes entidades, como la CVS, la Policía ambiental, la Brigada 11 y Proactiva con el fin de salvaguardar las especies en vía de extinción, proporcionando asistencia técnica, con personal calificado e integrando activamente a la comunidad, con programas de sensibilización y protección para las diferentes especies.

La cultura ambiental es base fundamental para que se puedan dar todos los procesos de Educación ambiental, es primordial, realizar un diagnóstico del entorno, analizarlo, establecer los aspectos ambientales, culturales, sociales, económicos y tecnológicos de la comunidad, identificar sus características, establecer acciones, aplicar indicadores y parámetros, que conduzcan a la evaluación y análisis de los posibles impactos. Es esencial la interacción de la población con el capital natural que brinda el humedal, su ecosistema, su biodiversidad y en general beneficios, es importante que la comunidad conozca sus raíces, su historia, su territorio y su problemática, para alcanzar mecanismos que contribuyan de una manera sostenible y sustentable, a lograr el mejoramiento del humedal.

Uno de los mecanismos que se recomiendan para desarrollar los procesos de educación ambiental son los PROCEDAS, proyectos ciudadanos de educación ambiental cuya finalidad es gestionar y realizar acciones que contribuyan a la resolución de problemas y al fortalecimiento de potencialidades ambientales, enmarcados en las estrategias de la Política Nacional de Educación Ambiental. (MINEDUCACION, 2007)

Es importante capacitar a la población de Sierra Chiquita e implementar, actividades recreativas y económicas que sirvan de fuente de ingresos, para contrarrestar y reemplazar un gran fenómeno que es la caza de las especies del Humedal.

La degradación del Humedal de Sierra Chiquita está a tiempo de ser mitigada y controlada, si se aplican las medidas correctivas y se realiza un adecuado monitoreo y supervisión, el cual será fundamental para su recuperación, pero es primordial que sea coordinado con las diferentes entidades como la CVS, Proactiva, la Brigada 11, la Policía ambiental y la comunidad.

## Referencias

Aristizabal, H. (2007). Los humedales en el marco jurídico colombiano: Elementos para un enfoque integral. Cali.

Aristizabal, H. (2007). Los humedales en el marco jurídico colombiano: Normativa específica en Humedales, Normativa en la Ley 357 de 1.997. Cali

Barla Galván. (s.f). Un diccionario para la educación ambiental. [en línea]. Disponible en: [http://www.elcastellano.org/glosario\\_ambiental.pdf](http://www.elcastellano.org/glosario_ambiental.pdf).

Castellanos, S. C. (2013). Diagnóstico del humedal Jaboque, propiedades físicas, químicas, biológicas y cartografía social. Tesis como opción de grado, presentado como requisito final para optar al título de Ingeniero Civil, Bogotá, Colombia.

Castellanos Segura, Cesar Augusto. (s.f). Diagnóstico del humedal Jaboque, propiedades físicas, químicas, biológicas y cartografía social.

Castellanos, C. A. (2006). Los Ecosistemas de Humedales en Colombia. Luna Azul, 01-05.

Convención sobre los Humedales Ramsar. (2012). Definición de "humedales" y Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales de la Convención de Ramsar. [en línea]. Disponible en: [http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-about-sites-classification-system/main/ramsar/1-36-55%5E21235\\_4000\\_2\\_\\_](http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-about-sites-classification-system/main/ramsar/1-36-55%5E21235_4000_2__).

Corporación Autónoma del Cauca, municipio de Padilla. (s.f). El Diagnóstico título 2. [en línea]. Disponible en: <http://www.crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/buenosaires/TITULO%202%20DOC%20Diagnostico.pdf>.

Corporación de los Valles del Sinú y San Jorge. (2011) Plan de manejo de la ciénaga de Sierra Chiquita en el departamento de Córdoba informe final (convenio 07 de 2011). Montería.

Corporación de los Valles del Sinú y San Jorge (2011). Evaluación Ecológica rápida del Humedal de Sierra Chiquita. Montería.

Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, Alcaldía mayor de Bogotá. (s.f). Plan de manejo ambiental del humedal de Jaboque. Bogotá.

Gestión ambiental. (2012). [en línea]. Disponible en: <http://www.clubensayos.com/Acontecimientos-Sociales/Sistemas-De-Gestión-Ambiental/463708.html>.

Hauer F & G Lamberty (1996). Methods in stream ecology. Academic Press, New York, New York, USA. 674 pp.

IGAC. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", Subdirección Agrológica. (1983). Estudio General de los suelos de los municipios que conforman la parte media y baja de la cuenca del Sinú (Departamento de Córdoba). República de Colombia, Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Bogotá, D.E. 236p.

IGAC. (s.f.). Génesis y Taxonomía de los suelos. [en línea]. Disponible en: [https://www.siac.gov.co/documentos/DOC\\_Portal/DOC\\_Suelo/Estudios%20Deptos/Cordoba\\_2012/20120711\\_Est\\_Suel\\_Cordoba\\_Cap\\_5\\_Gen\\_y\\_Tax.pdf](https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Suelo/Estudios%20Deptos/Cordoba_2012/20120711_Est_Suel_Cordoba_Cap_5_Gen_y_Tax.pdf).

Interreg III-B Programa Operativo Sudoeste Europeo. (2000-2006). Proyecto MEDWET/SUDOE. Portugal, España: Región SUDOE.

Manual de la Convención de Ramsar. (2013). Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 6ª edición, p. 7-8.

Merritt, F. (1994). Manual del Ingeniero Civil. (Tomo 1). México.

Ministerio de agricultura, decreto 1608 del 31 de julio de 1978. Código de los recursos naturales. Bogotá.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2002). Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria El suelo Propiedades físicas-químicas Conservación. Mocoa. Funach-Ascapam Unión Temporal.

Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible. (s.f). Normativa Ambiental de Colombia Sobre los Recursos Naturales y el Ambiente. [en línea]. Disponible en: <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=1&conID=354>.

Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá. (2009). Plan de manejo ambiental del humedal de Techo. Bogotá.

Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá. (2009). Plan de manejo ambiental del humedal de Vaca. Bogotá.

Parámetros Físicoquímico: Potencial Oxireducción (s.f.). [en línea]. Disponible en: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-redox.pdf>.

Red de desarrollo sostenible de Colombia. (s.f). recuperado de: <http://www.rds.org.co>.

Sardiñas, P. O. Chiroles, R. S. Fernández, N. M. Hernández, R. Y. y Pérez, C. A. (2006). Evaluación físico-química y microbiológica del agua de la presa El Cacao (Cotorro, Cuba).

Sociedad Geográfica de Colombia, Academia de ciencias Geográficas. (s.f). Descripción General de Los Humedales de Bogotá, D.C. [en línea]. Disponible en: <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/humed.pdf>.

Scott Johnson. (s.f). Problemas ambientales asociados con humedales continentales y costeros. [en línea]. Disponible en: [http://www.ehowenespanol.com/problemas-ambientales-asociados-humedales-continentales-costeros-info\\_432799/](http://www.ehowenespanol.com/problemas-ambientales-asociados-humedales-continentales-costeros-info_432799/).

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales Licenciatura En Biología, (2010). Huerta. Determinación de propiedades físicas y químicas de suelos con mercurio en la región de san Joaquín, Gro., y su relación con el crecimiento bacteriano Trabajo de grado Licenciado en Biología. Queretaro. p. 9, 10, 11, 12.

Universidad nacional de Colombia. (2008). Plan de manejo ambiental humedal el Burro, Caracterización diagnostica. Bogotá.

Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. (s.f). Problemas ambientales: impactos y soluciones. [en línea]. Disponible en: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000455/modulos/modulo4/lec0.htm>



## Anexos

### Anexos 1. Fotografías - Muestreo ensayos de suelos y aguas

Fotografía 1. Excavación toma de muestras de suelo primer día



Fuente: Tomada por la autora.

Fotografía 2. Excavación toma de muestras de suelo segundo día



Fuente: Tomada por la autora.

Fotografía 3. Medición profundidad excavación segundo día



Fuente: Tomada por la autora.

Fotografía 4. Toma de muestras de agua



Fuente: Tomada por la autora.

Fotografía 5. Pesaje de muestras



Fuente: Tomada por la autora.

Fotografía 6. Medición de coordenadas



Fuente: Tomada por la autora.

Fotografía 7. Selección de muestras primer día



Fuente: Tomada por la autora.

Fotografía 8. Marcado de muestras de agua



Fuente: Tomada por la autora.

## Anexo 2. Formato encuestas

### VEREDA SIERRA CHIQUITA

Sección I. Perfil del entrevistado					
1.Nombre del encuestado:		Fecha de aplicación			Hora de inicio
		Día:	Mes:	Año:	
2.Tiempo de residir en la comunidad:		4. ¿Pertenece a alguna organización?			
		Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Cuál:	
3.Edad:	5.Género:		6. ¿Tiene hijos en la escuela?		7. Escolaridad
	<input type="checkbox"/> Femenino	<input type="checkbox"/> Masculino	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ninguna
8.Número de miembros de su familia:			Cuántos:		Primaria Completa <input type="checkbox"/>
					Primaria incompleta <input type="checkbox"/>
Adultos	Niños (< 10 años)	Adolescentes (11, 20)			Secundaria Completa <input type="checkbox"/>
					Secundaria incompleta <input type="checkbox"/>
9. ¿Cuántos de sus hijos se encuentran en los siguientes niveles de escolaridad?					<input type="checkbox"/> Estudios técnicos
<input type="checkbox"/> Primaria		<input type="checkbox"/> Secundaria		<input type="checkbox"/> Preparatoria	<input type="checkbox"/> Universitarios

Sección II. Preguntas cerradas aspecto económico – financiero núcleo familiar					
10. ¿Cuál es la principal actividad económica de la familia?					
Agricultura <input type="checkbox"/>	Ganadería <input type="checkbox"/>		Comercio <input type="checkbox"/>	Pesca <input type="checkbox"/>	Minería <input type="checkbox"/> Caza <input type="checkbox"/>
Otra (s) <input type="checkbox"/> Cual					
11. ¿A cuánto ascienden sus ingresos diarios?					
Menos de un salario mínimo diario(\$ 20550) <input type="checkbox"/>		Dos salarios mínimos diario <input type="checkbox"/>		Tres salarios mínimos diarios <input type="checkbox"/>	
Más de tres salarios mínimos diarios <input type="checkbox"/>					
12. ¿Es suficiente ese ingreso para satisfacer sus necesidades básicas (alimentación, vestido, calzado y educación de los hijos)?					
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
13. Los ingresos familiares se obtienen:					
Diariamente <input type="checkbox"/>	Semanalmente <input type="checkbox"/>	Quincenalmente <input type="checkbox"/>		Mensualmente <input type="checkbox"/>	
Cuánto: \$					
14. ¿Recibe ayudas por parte del Gobierno?					
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
15. ¿En caso de recibir ayuda por parte del gobierno indique cuál?					
Económicos <input type="checkbox"/>	Salud <input type="checkbox"/>	Educativos <input type="checkbox"/>	Vivienda <input type="checkbox"/>	Otro Cual:	

Sección III. Preguntas cerradas Vivienda				
16. La vivienda que habita es:		Propia <input type="checkbox"/>	Alquilada <input type="checkbox"/>	La tiene a cuidado <input type="checkbox"/>
17. ¿De los siguientes servicios básicos con cuál cuenta su vivienda?				
Electricidad <input type="checkbox"/>	Alcantarillado <input type="checkbox"/>	Agua potable <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	
18. ¿De los siguientes electrodomésticos con cuál cuenta usted?				
Televisión <input type="checkbox"/>	Refrigerador <input type="checkbox"/>	Radio <input type="checkbox"/>	PC (computador) <input type="checkbox"/>	Estufa/ eléctrica <input type="checkbox"/> Gas <input type="checkbox"/>
19. El piso de su casa es de				
Tierra <input type="checkbox"/>	Concreto y/o Mortero <input type="checkbox"/>	Baldosa <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	
20. ¿Tiene baño completo (con escusado y regadera)?				
Sí <input type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>		Tan sólo medio baño <input type="checkbox"/>
21. ¿Con cuántos cuartos cuenta su vivienda?				
Uno <input type="checkbox"/>	Dos <input type="checkbox"/>	Tres <input type="checkbox"/>	Más de tres <input type="checkbox"/>	
22. ¿Cuántas personas habitan por cada cuarto?				
Entre 0 y 3 <input type="checkbox"/>		Entre 4 y 7 <input type="checkbox"/>		más de 7 <input type="checkbox"/>

Sección VI. Preguntas cerradas Percepción y cultura ambiental		
23. En su opinión ¿Cuáles son actualmente los principales problemas ambientales que tiene su territorio?		
Contaminación del agua <input type="checkbox"/>	Contaminación del aire <input type="checkbox"/>	Ruido <input type="checkbox"/>
Residuos sólidos <input type="checkbox"/>	Malos olores <input type="checkbox"/>	Falta de espacios recreativos <input type="checkbox"/>
Caza y tráfico de especies <input type="checkbox"/>	Ganadería extensiva <input type="checkbox"/>	Tala de bosques <input type="checkbox"/>
Malas prácticas agrícolas <input type="checkbox"/>	Taponamiento de caños <input type="checkbox"/>	Sedimentación <input type="checkbox"/>
Poca cultura ambiental <input type="checkbox"/>	Conflictos de usos del suelo <input type="checkbox"/>	Desecación de humedales <input type="checkbox"/>
Manejo irracional del recurso pesquero <input type="checkbox"/>		Deficientes condiciones sanitarias <input type="checkbox"/>