

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**USOS DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO MADRE VIEJA Y SU IMPACTO  
SOBRE LOS DERECHOS HUMANOS Y EL AMBIENTE; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS  
PRESENTADOS EN EL MUNICIPIO DE NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA,  
GUATEMALA C.A**

**RAISA ALEXANDRA MARROQUÍN CASTRO**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**INFORME DE DIAGNÓSTICO, PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECTO DE  
SERVICIOS REALIZADOS EN LA ASOCIACIÓN DE AGROFORESTERÍA  
COMUNITARIA UTZ CHE´ EN EL MUNICIPIO DE NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA,  
GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**EN**

**GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADA**

**POR**

**RAISA ALEXANDRA MARROQUÍN CASTRO**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



RECTOR EN FUNCIONES  
M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	Br. Carmen Aracely García Pirique
VOCAL V	Pr. Agr. Mynor Fernando Almengor Orenos
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Aroldo Reyes Sanabria

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021



Guatemala, noviembre de 2021

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

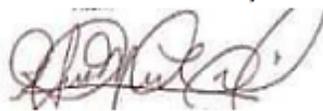
De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado:

**USOS DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO MADRE VIEJA Y SU IMPACTO SOBRE LOS DERECHOS HUMANOS Y EL AMBIENTE, EN EL MUNICIPIO DE NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

Como requisito previo a optar el título de Ingeniera en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación me es grato suscribirme.

Atentamente,  
ID Y ENSEÑAR A TODOS



RAISA ALEXANDRA MARROQUÍN CASTRO



## **ACTO QUE DEDICO**

### **A DIOS:**

Por guiarme en el camino de la vida y llevarme hasta este momento lleno de orgullo y felicidad.

### **A MIS PADRES:**

Olga Argentina Castro Albanés, las palabras se quedan cortas para agradecerte todo el amor, apoyo, confianza y paciencia que me has brindado a lo largo de mi vida y en especial en lo profesional, por siempre estar a mi lado y guiarme por el camino de la lucha y dedicación. este triunfo es totalmente tuyo te amo mami.

Benedicto Marroquín Salguero, por ser mi guía en este camino de la vida, por siempre aconsejarme para que defendiera mi forma de pensar y ayudarme a convertirme en la mujer que soy el día de hoy, gracias por tu amor papa este título lo celebramos juntos te amo.

### **A MI GEMELA:**

Olga Alexandra Marroquín Castro, por siempre estar a mi lado, literalmente desde el vientre de mi mami, por ser parte de mis motivaciones en la vida, por estar incondicionalmente en los buenos y malos momentos, por cuidarme y estar pendiente de mí, te amo hermanita te dedico este triunfo. También quiero aprovechar este espacio para agradecerle a Fernando Alexander Castro Olmos por ser uno de mis motores para salir adelante, espero que este triunfo te sirva de ejemplo para que sigas luchando por tus metas papito te quiero muchísimo.

## **A MIS HERMANOS Y HERMANAS**

Con mucho cariño a Estrella Marroquín gracias por cada momento y tu disponibilidad a apoyarme en lo que necesitara, Te quiero.

A Juan José Fernández, por compartir conmigo momentos especiales, te abrazo fuertemente.

## **A MIS TÍOS Y TÍAS**

Con mucho amor y respeto, Esmeralda Albanés, Estela Albanés, Arturo Marroquín, Gracias por los momentos, apoyo y consejos que me han brindado, los quiero.

Un agradecimiento especial a mi tía Melva Castro, le agradezco en el alma todo su amor, cariño y cuidados usted es como mi segunda mamá la quiero mucho. También con mucho cariño a mi tía Oralía Marroquín, quien representa un espacio importante y especial en mi vida, gracias tía por todo, risas, convivencias y charlas la quiero mucho.

A Mardoqueo, Domingo, Elmer y Helena Marroquín, Dios los tenga en su santa gloria, le agradezco cada momento.

## **A MIS PRIMOS Y PRIMAS**

Anabella, Ligia, Pepe Batres, Beatriz Betzabé, Elmer Marroquín, Sandra y Hemner Colón, Nataly Marroquín por cada momento y apoyo que me han brindado en este camino, son demasiado especiales para mí los quiero mucho.

Con cariño a Luis Castro, Yolanda, Ana, aunque estemos lejos, siempre están presentes en mi corazón, les abrazo fuerte a la distancia.

## **A MIS SOBRINITOS Y SOBRINITAS**

Mateo, Sarita, Mayarita, José Daniel, Ana ligia, Carlos Daniel, Jimenita, Ana Sofía, María Paula, Danielita, Beberly, Maquito, todos ustedes son luz en mi vida los amo.

## **A MIS PRIMITOS Y PRIMITAS**

Eleany, Dianita, José Carlos, jaimito, Ricardo, Bryan, Carlitos, Karlita, Andrea, Cinthya, Pelón, Lucía, Jorge Mario y Rodrigo, gracias por cada momento, convivencia, palabra de aliento que me han brindado, son muy especiales para mí los quiero.

Con mucho cariño a las familias, Hernández Marroquín, Fino Marroquín, Reyes Contreras, Ara Marroquín, Marroquín Mayen, Marroquín Lemus, Ruíz Marroquín. Gracias por los momentos compartidos.

Un especial agradecimiento Juan Antonio Villeda, José García, Robín Ibarra, Chepe Martínez y Angie de Fernández, por su apoyo y cariño.

## **A MIS AMIGOS Y AMIGAS DE INFANCIA**

Gustavo Estrada y Kelly Toledo mis mejores amigos de toda la vida, gracias por su amistad y estar en los buenos y malos momentos los quiero mucho.

## **A MIS AMIGAS**

Shirley Escobar, Nancy Solares, Alba Quiñonez, Arlette Lecar, Jessica Castro, Aleida Solares, Sucely Solares, Laura Navarrete, gracias por todo el cariño, apoyo, conversaciones y convivencias, son demasiado indispensables, las amo.

## **AMIGOS Y AMIGAS**

Luis Ventura, Milton Caná, Rut Curruchich, Ana Fión, Estephany Paiz, agradezco la amistad, guardaré en mi mente los recuerdos de cada trabajo y lucha que abanderamos en el movimiento estudiantil, esperando que sigamos organizándonos para seguir el camino de una Guatemala mejor, los amo.

Daniel Arroyo, Stanley Pennant, Pedro Ramírez, Alejandro Majano, Luis Menéndez, Pablo Montealegre, Diego Aguilar, Agradezco infinitamente cada momento, cada charla cada parranda, son recuerdos que permanecerán en mi memoria. Los quiero mucho.

Diego Alarcón, nos dejaste tan pronto, pero, agradezco haber tenido tu amistad y compartir momentos invaluable, un abrazo hasta el cielo amigo.

### **A MI NOVIO**

Edy Francisco Roca Godoy, por aparecer en el momento que lo necesitaba y permanecer en mi vida dándole un giro inesperado pero necesario, aunque estemos lejos en este momento lo siento cerca todo el tiempo, lo amo mi amor.

### **A MI FAMILIA**

Por todo su cariño y apoyo gracias

## **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO**

### **A DIOS:**

Por la sabiduría que me brinda cada día.

### **A GUATEMALA:**

Mi patria que a pesar de todos sus tintes de desigualdad me ha dado la motivación para trabajar por el bien común y hacer de ella un lugar mejor para las futuras generaciones.

### **A UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

A mi alma mater por cada enseñanza por abrirme las puertas de la maravillosa herramienta que es el aprendizaje y la educación.

### **FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Por ser el espacio donde me formé como profesional y conocí personas invaluable que llevaré en mi corazón por el resto de mis días.



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A: MI CASA DE ESTUDIOS**

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, por brindarme los conocimientos necesarios para superarme y contribuir al desarrollo del país.

### **MI ASESOR**

Doctor José Pablo Prado, por sus atenciones, finesa, profesionalismo y valiosa colaboración en la elaboración del presente documento.

### **MI SUPERVISOR**

Ing. Agr. David Juárez, por su supervisión profesional y ejecución del presente trabajo de investigación

**ASOCIACIÓN DE AGROFORESTERÍA COMUNITARIA UTZ CHE´.** Gracias por apoyarme en todo momento y permitirme crecer y desarrollarme en el ámbito profesional, en especial a Jorge Ramírez y Feliza Juan Mateo por ser mi equipo y mi apoyo en esta etapa, no saben lo que aprendí de ustedes gracias.

**ACURMAVIC (Asociación Cuencas río Madre Vieja y Coyolate).** Gracias por la oportunidad que me dieron de trabajar hombro a hombro con ustedes, un especial agradecimiento a Don Fredy y a Don Juanito por siempre cuidarme y apoyarme en mi trabajo, ustedes son personas de lucha que vale la pena reconocer, gracias por defender con tanta convicción los derechos humanos y los recursos naturales.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>PÁGINA</b>
CAPÍTULO I .....	1
1.1. PRESENTACIÓN.....	3
1.2. Marco Referencial .....	4
1.2.1 Ubicación.....	4
1.2.2 B. Antecedentes .....	4
1.3. Objetivos .....	6
1.3.1. Objetivo general .....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. METODOLOGÍA.....	6
1.4.1. RESULTADOS .....	7
1.4.2. Identificación de actores.....	9
1.4.3. Análisis de la Mesa Técnica del Agua.....	10
1.5 CONCLUSIONES.....	11
1.6 RECOMENDACIONES .....	11
1.7 BIBLIOGRAFÍA .....	12
CAPÍTULO II .....	13
2.1. INTRODUCCIÓN .....	15
2.2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.2.1. Marco conceptual .....	17
2.2.2 Monocultivos en Guatemala.....	17
2.2.3 Cultivo de caña de azúcar .....	18
2.2.4 Cultivo de palma africana.....	19
2.2.5 Cultivo de banano .....	20
2.2.6 Economía y justicia ambiental.....	20
2.2.7 Problemas forestales.....	21
2.2.8. Mangle.....	22
2.2.9. ¿Por qué son importantes los manglares?.....	22
2.2.10 Gobernanza del recurso hídrico .....	23
2.2.11 El cambio climático.....	23

	<b>PÁGINA</b>
2.2.12. Cambio climático y derechos humanos.....	24
2.2.13. Derechos humanos .....	25
2.2.14. Derecho al agua.....	26
2.2.15. El derecho humano al agua en Guatemala.....	28
2.2.16. Derecho a un medio ambiente sano .....	30
2.2.17. Derecho a la alimentación.....	31
2.2.18. Derecho a la salud .....	32
2.2.19. Caudal ecológico.....	33
2.2.20. Coeficiente de Kc y evapotranspiración de referencia (Eto) .....	34
2.3 . MARCO REFERENCIAL .....	35
2.3.1. Ubicación .....	35
2.3.2. Geografía física.....	35
2.3.3. Ubicación geográfica.....	36
2.3.4. Producción agropecuaria .....	36
2.3.5. Servicios públicos .....	36
2.3.6 El parcelamiento .....	37
2.4. OBJETIVOS.....	38
2.4.1. Objetivo general.....	38
2.4.2. Objetivos Específicos.....	38
2.5. HIPÓTESIS.....	38
2.6. METODOLOGÍA .....	39
2.6.1. Uso actual del suelo de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja .....	39
2.6.2. Generación de información cartográfica básica .....	39
2.6.3. Generación del mapa del uso actual de la tierra de la cuenca baja del río Madre Vieja 2012.....	40
2.6.4. Medición de caudal de la cuenca baja del río Madre Vieja .....	41
2.6.5. Cálculo de consumo de agua de cultivos basados en el mapa de uso actual de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.....	42
2.6.6. Pérdida de mangle en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja .....	43
2.6.7. Identificación de impactos ambientales y vulneración de derechos humanos .....	44

	<b>PÁGINA</b>
2.7.RESULTADOS.....	45
2.7.1. Delimitación de la cuenca y el área de estudio .....	45
2.7.2. Morfometría de la cuenca.....	46
2.7.3. Determinación del uso actual del suelo en la cuenca baja del río Madre Vieja .....	48
2.7.4. Agricultura Anual .....	49
2.7.5 Monocultivos.....	50
2.7.6. Estimación del caudal del río Madre Vieja.....	50
2.7.8. Estimación de consumo de agua para riego de los principales monocultivos del área de estudio .....	54
2.7.9. Estimación de cambio de cobertura de Mangle entre los años 2003 a 2017 .....	58
2.7.10. Identificación de impactos ambientales y vulneración de derechos humanos.....	61
2.8 CONCLUSIONES.....	65
2.9 RECOMENDACIONES .....	66
2.10 BIBLIOGRAFÍA .....	67
2.11 ANEXOS .....	71
CAPÍTULO III .....	73
3.1. PRESENTACIÓN .....	75
3.2. SERVICIO 1. ASISTENCIA TÉCNICA EN LA IMPARTICIÓN DE TALLERES DE GESTIÓN AMBIENTAL, EN EL MUNICIPIO DE NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA, SAN ANDRÉS VILLA SECA Y CHAMPERICO, RETALHULEU. ....	76
3.2.1. OBJETIVOS .....	76
3.2.2. METODOLOGÍA.....	76
3.2.4. EVALUACIÓN .....	82
3.3.3 RESULTADOS .....	84
3.3.4. EVALUACIÓN .....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
Figura 1: Río Madre Vieja sin caudal visible, 27 de enero 2016, 14°7'36.11" N y 91°22'29" O .....	8
Figura 2. Mapa de actores .....	9
Figura 3. Esquema de derechos humanos evaluados .....	25
Figura 4. Aforo del río Madre Vieja. ....	42
Figura 5. Delimitación de cuenca, ubicación de puntos de aforo y estación meteorológica Irlanda de la cuenca del río Madre Vieja. ....	45
Figura 6. Mapa de uso actual de la tierra de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja 2012. ....	48
Figura 7. Derivaciones localizadas a lo largo de la parte baja de la cuenca a través de Google Earth (Google Earth 2017). ....	52
Figura 8. Derivación del río Madre Vieja hacia una plantación de palma africana. ....	54
Figura 9. Franja costera del río Madre Vieja año 2003. ....	59
Figura 10. Franja costera del río Madre Vieja año 2017 .....	60
Figura 11. Taller en Nueva Concepción, .....	80
Figura 12. Taller en la comunidad de las trochas, Nueva Concepción, Escuintla. ....	81
Figura 13. Taller en San Andrés Villa Seca, Retalhuleu .....	81
Figura 14. Taller en Champerico, Retalhuleu. ....	81
Figura 15. Plano de delimitación de área de arrendamiento. ....	84

## ÍNDICE DE CUADROS

### PÁGINA

Cuadro 1. Descripción de la metodología de diagnóstico .....	6
Cuadro 2. Resumen Mesa Técnica del Agua .....	10
Cuadro 3. Puntos de aforo del río Madre Vieja. ....	41
Cuadro 4. Parámetros morfométricos del río Madre Vieja. ....	46
Cuadro 5. Área y porcentaje de área de los distintos usos de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja. ....	49
Cuadro 6. Caudal del río Madre Vieja en el tiempo. ....	51
Cuadro 7. Datos de evapotranspiración (Eto) y precipitación de la estación meteorológica Irlanda. ....	54
Cuadro 8. Datos generados por la estación meteorológica IRLANDA, administrada por el Instituto de Cambio Climático (ICC). ....	55
Cuadro 9. Datos de kc de los cultivos predominantes en el área de estudio. ....	56
Cuadro 10. Resultados de caudal de riego de los monocultivos ubicados en el área de estudio. ....	57
Cuadro 11. Impactos de identificación de impactos ambientales de la cuenca baja del río Madre Vieja. ....	63
Cuadro 12. Comunidades donde se realizaron los talleres de gestión ambiental participativa .....	76
Cuadro 13. Módulos y temas que se trataron en cada taller impartido .....	79
Cuadro 14. Equipo de facilitadores en los talleres. ....	80



## RESUMEN

El diagnóstico que se realizó durante el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- de la Facultad de Agronomía, se hizo en los primeros 30 días y consistió en la obtención de información de la Asociación de Forestería Comunitaria Utz Che´ y sus organizaciones de base, principalmente ACURMAVIC (Asociación Cuencas río Madre Vieja y Coyolate) radicadas en las cercanías del río Madre Vieja, en el Municipio de Nueva Concepción, Departamento de Escuintla. Dentro de los resultados relevantes, se menciona la identificación de uno de los principales problemas en el área; que es, la escasez de agua, que, basado en los testimonios de los comunitarios, esto les afecta principalmente en mantener en condiciones adecuadas sus medios de vida tales como, ganadería, agricultura y pesca.

La Asociación de Forestería Comunitaria Utz Che´, permitió que se realizara una investigación en función de apoyar a los comunitarios que radican en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja en la resolución de uno de sus principales problemas. El trabajo consistió principalmente medir y evaluar de manera técnica los usos del río Madre Vieja en la parte baja de su cuenca. Como uno de los productos finales se presentó un mapa de uso actual del suelo para identificar cultivos predominantes del área dentro de los cuales se encuentran banano, caña de azúcar y palma africana que al cuantificarlos arrojó un área total de 11,095 ha, al realizar los cálculos de consumo de datos se puede observar que existe una demanda de agua la cual va de, 950,400 m<sup>3</sup>/día hasta 114,048,000 m<sup>3</sup> durante los 4 meses de riego para estos cultivos; al dimensionar estas cantidades de agua para riego se estima que gran parte de la disminución del caudal del río es debido al riego las cifras son alarmantes ya que este consumo es únicamente de monocultivos y en toda la costa sur existen grandes cantidades de hectáreas de estos mismos cultivos. y así estimar sus requerimientos hídricos, y de esta manera concatenar los resultados y poder identificar la vulnerabilidad de los derechos humanos mediante la estructuración de una matriz de identificación de impactos ambientales. Con este propósito se utilizaron distintas metodologías, entre las cuales se pueden mencionar aforos por el método del flotador, el que se enfocó en el caudal de la desembocadura el que resultó en 0.36 m<sup>3</sup>/s, lo que

representa un 1.24 % del total del caudal del río, que según literatura consultada en su parte alta ha contado con 29 m<sup>3</sup>/s.

Además, durante el EPS también se realizaron algunos servicios, los cuales consistieron principalmente en impartir talleres sistemáticos sobre la gestión ambiental participativa en varias comunidades tales cómo, San Andrés Villa Seca, Champerico y Las Trochas, con el objetivo de instruir a las personas para forjar habilidades y capacidades que los ayuden a mantener un entorno autosostenible para ellos y el medio ambiente.



**CAPÍTULO I**

DIAGNÓSTICO DE LA PARTE BAJA DE LA CUENCA DEL RÍO MADRE VIEJA,  
MUNICIPIO DE NUEVA CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA



## **1.1. PRESENTACIÓN**

El diagnóstico es una parte fundamentales del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- de la Facultad de Agronomía ya que, a través de éste se logra identificar los problemas principales del área de estudio. Esta actividad se llevó a cabo durante el mes de febrero de 2017, tuvo una duración de 30 días; consistió en obtener información de la Asociación de Forestería Comunitaria Utz Che´ y sus organizaciones de base, principalmente ACURMAVIC, (Asociación cuencas ríos Madre Vieja y Coyolate), radicados en las cercanías del río Madre Vieja, en el Municipio de Nueva Concepción, Departamento de Escuintla que es la organización principal de este estudio.

Utz Che´, es una asociación comunitaria de segundo nivel, quiere decir que está conformada por organizaciones de base consistentes en 41 comunidades, su labor principal es velar que sus bases sean fortalecidas de manera integral para que de esta manera mejoren su calidad de vida.

Los resultados relevantes, se menciona la identificación de uno de los principales problemas en el área que es la escasez de agua, que, basado en los testimonios de los comunitarios, les afecta principalmente en mantener sus medios de vida tales como, ganadería, agricultura y pesca, pues dependen directamente del recurso hídrico.

## 1.2. Marco Referencial

### 1.2.1 Ubicación

Según Vásquez, (2008), Nueva Concepción es un municipio del departamento Escuintla de la región sur-central de Guatemala. Originalmente esta región fue un parcelamiento agrario, que por Acuerdo Gubernativo fue elevado a la categoría de municipio, cuyo territorio de 554 km<sup>2</sup> se desmembró de los 892 km<sup>2</sup> que entonces integraba el municipio vecino de Tiquisate celebra su fiesta titular el 8 de diciembre de cada año en honor a su patrona la Virgen de la Concepción (Vásquez, 2008).

### 1.2.2 B. Antecedentes

El Municipio de Nueva Concepción se creó durante en el gobierno del Gnral. Carlos Manuel Arana Osorio, gracias a la dinámica lucha y esfuerzo de un grupo de agricultores y comerciantes que formaron una organización llamada “Asociación de Nueva Concepción”.

En el año 1956 fecha de la creación del parcelamiento, éste tenía una extensión de 396 km<sup>2</sup> ósea un área de 773 caballerías y 38 manzanas, se trazaron 1206 parcelas. Al trazarse el parcelamiento se asignaron terrenos para los cementerios de Mogollón, el Centro Dos, Laguna de Tecojate, Trocha cuatro y un terreno de ocho manzanas para el cementerio urbano. También se asignó un terreno de 16 manzanas destinado para la construcción del Centro Cívico, pero éste ya no se trazó allí.

El parcelamiento tomó el nombre de Nueva Concepción en honor a la inmaculada Virgen de la Concepción y fue el señor Isaac Rolando Paiz Suezco quien tomó la iniciativa. En el año 1956 se empezó a abrir las calles principales, tales como la carretera de Nueva Concepción a Cocales, calle vieja hoy en día calle cinco o asfaltada. Las calles principales corren de Norte a Sur hasta el Pacífico y las trochas de Oriente a Occidente del río Madre Vieja.

La palma africana llegó hace más de 30 años a los municipios costeros de Tiquisate y Nueva Concepción, ambos tienen como límite territorial el río Madre Vieja, que nace en la parte alta de las montañas de Quiché y Chimaltenango. Según testimonios locales con la llegada de la palma también llegaron otros problemas a la región. “La palma africana comenzó a desviar el río hacia las plantaciones”, cuenta Don Juan, uno de los líderes de mayor edad de la Asociación Cuencas ríos Madre Vieja y Coyolate. Es común escuchar a las y los pobladores decir que hace más de 15 años que en la época seca el río no llega al mar. “El río era un río de arena, podíamos caminar de un lado a otro, el río, dijo Fredy A., agricultor y comunitario del área.

El 7 de febrero de 2016, se reunieron en el Salón Municipal de Nueva Concepción representantes de las agroindustrias bananeras, ingenieros azucareros y palma africana, representantes de las comunidades, la iglesia católica, autoridades del municipio -el alcalde y miembros de su Consejo- y organizaciones ecologistas y de derechos humanos. Las comunidades denuncian el robo del agua por parte de las agroindustrias, exigen que abran y quiten los desvíos para que el río llegue hasta su desembocadura y a los manglares. El malestar se enfoca hacia el Grupo Hame, productor de palma africana (Prensa Libre, 2016).

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

- Identificar los problemas ambientales y sociales entorno al recurso hídrico en las comunidades aledañas a la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja, Municipio de Nueva Concepción, Departamento de Escuintla.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

1. Identificar cuáles son los usos que se le da al río madre Vieja y cómo estos afectan las disponibilidades del agua a las personas de las comunidades de la parte baja de cuenca.
2. Realizar un reconocimiento de los actores que se benefician directamente de río Madre Vieja en la parte baja de su cuenca.

### 1.4. METODOLOGÍA

En el diagnóstico fue necesario crear una serie de acciones que permitieran la recopilación de información referente a los principales problemas ambientales en relación a su disponibilidad de agua, que afectan principalmente, a las comunidades de las trochas 8 a las 14 aledañas a la parte baja del río Madre vieja. El cuadro 1 describe los pasos que se siguieron para obtener la información correspondiente.

Cuadro 1. Descripción de la metodología de diagnóstico

Metodología	Recursos
Visita de reconocimiento del área de estudio; consistió en realizar caminamientos en la aldea de la Trochas, principalmente en las orillas del río Madre Vieja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículo de Utz Che´</li> <li>• viáticos</li> <li>• libreta de campo</li> </ul>
Reunión con líderes comunitarios para recopilación de información primaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículo de Utz che´</li> <li>• viáticos</li> <li>• guía de preguntas</li> </ul>

<p>Reunión con la mesa técnica del agua (conformada por representantes de, MARN, INAB, gobernación de Escuintla, ingenios del área, comunitarios, ICC) para realizar un análisis de actores</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículo de Utz Che´</li> <li>• Agenda para tomar notas</li> <li>• Viáticos</li> </ul>
---	---

#### 1.4.1. RESULTADOS

El área de estudio en el cual se realizó el diagnóstico fue la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.

Guatemala es un país con alta vocación forestal y agrícola que lo hace un ente de producción importante, es por eso que el avance de la frontera agrícola ha provocado un deterioro sistematizado de los recursos y la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja no es la excepción. A continuación, se presentan una serie de descripciones de problemas encontrados.

- En cuanto al recurso hídrico. Los alrededores de la parte bajan´ de la cuenca del río Madre Vieja están rodeados de cultivos los cuales para estar en óptimas condiciones necesitan del agua del río. Se ha dado un uso tan desmedido del recurso que el cauce principal de éste se ha secado durante varios años en época de verano, tal como lo muestra una investigación realizada por el medio de comunicación Código 502 en la imagen siguiente. La línea blanca es el cauce principal del río Madre Vieja que inicia con el área seca entre la Trocha 1 y 2 ubicada más o menos a 15km de su desembocadura.

La escasez de agua a nivel general trae muchos problemas, pero en el área de estudio específicamente repercute directamente en la sostenibilidad óptima de los medios de vida de las personas tales como; ganadería, agricultura, pesca etc.



Fuente código 502,2017

Figura 1: Río Madre Vieja sin caudal visible, 27 de enero 2016,  $14^{\circ}7'36.11''$  N y  $91^{\circ}22'29''$  O

- Degradación de Mangle y pérdida del ecosistema. A lo largo del cauce principal del río Madre Vieja se hacen derivaciones del mismo para abastecer de agua a las plantaciones que se encuentran alrededor, de cierto modo estas acciones alteran los ecosistemas los cuales son fundamentales para el curso natural de la cuenca. Cuando el río es desviado de su cauce natural su caudal baja y en algunos casos hasta se seca, esto en el ámbito ambiental provoca impactos ambientales altos, ya que cuando baja el caudal la temperatura aumenta y esto restringe la vida perjudicando el mangle de manera directa, ya que, esta especie necesita el intercambio de agua dulce con agua salada para sobrevivir; el mangle también funge como hospedero de muchas especies lo que hace que sea una de las especies forestales importantes en el país.

- Vulneración de los derechos Humanos. En lo descrito se encuentra implícito la vulneración de algunos derechos humanos, tales como, agua, medio ambiente sano, alimentación y salud, pues las personas al estar expuestas a la pérdida del ecosistema natural, sus medios de vida se ven afectados enormemente.

#### 1.4.2. Identificación de actores

Durante la duración del EPS existió una mesa de diálogo conformada por distintos actores USUARIOS directos del río Madre Vieja; la mesa fue establecida debido que, en el año 2016, surgió un levantamiento de los vecinos porque el río careció de caudal alguno en su parte baja durante varios veranos. La mesa técnica de diálogo funge como ente rector de los conflictos entorno a los usos del río madre Vieja; en este espacio los involucrados llegan a acuerdos y se presentan avances en cada sesión realizan una vez cada mes.

Se tuvo la oportunidad de asistir a varias de estas reuniones las cuales permitieron la identificación de actores los cuales se logran visualizar en la figura 2.

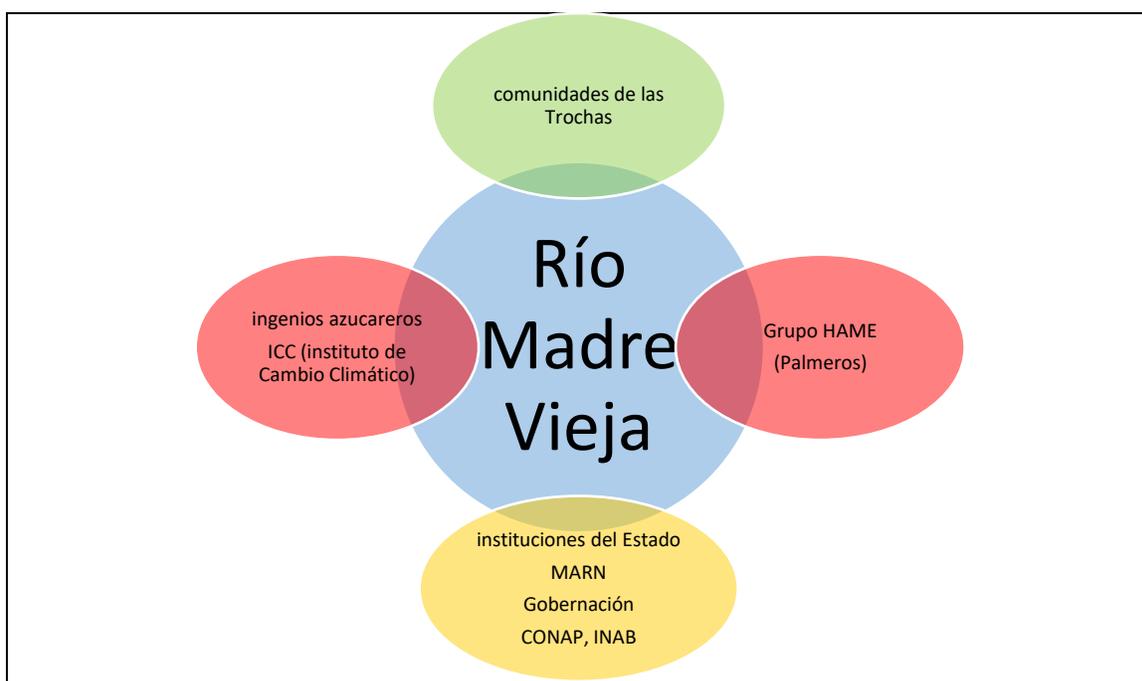


Figura 2. Mapa de actores

Elaboración Propia

La figura muestra, los actores de la mesa técnica y su relación directa con el río Madre Vieja; el color verde identifica a las comunidades que viven en la parte baja de la cuenca

del río y que utilizan el agua del río para sus medios de vida. También están los círculos rojos que identifican a las agroindustrias de monocultivo que utilizan el agua del río para riego de sus cultivos; también se encuentran los mediadores de la mesa en color amarillo que son las entidades del estado que tienen que ver con recursos naturales y quien preside la mesa técnica es la gobernación del departamento de Escuintla.

### 1.4.3. Análisis de la Mesa Técnica del Agua.

Dentro del diagnóstico es importante realizar una síntesis de los logros y desaciertos que tuvo la mesa técnica por ser un ente importante dentro de las negociaciones para la resolución de Los conflictos del área.

El cuadro 2 siguiente resume fechas y acciones concretas que se siguieron a lo largo de las reuniones de esta mesa

Cuadro 2. Resumen Mesa Técnica del Agua

<b>REUNIONES MESA TÉCNICA</b>	<b>LOGROS</b>	<b>DESACIERTOS</b>
REUNIÓN 1. MARZO 2017	se acordó que independientemente de cualquier uso que se le diera a las aguas del río éste debía llegar con cierto caudal a su desembocadura en el mar.	Desafortunadamente el caudal que comenzó a llegar al mar fue tan pequeño que Es imposible que cualquier vida fluvial fuera viable.
REUNIÓN 2 MAYO 2017	Se implementó un plan de reforestación, y el MARN presentó un acuerdo gubernativo que obligaba a todos los usuarios del río a registrarse como tal.	El acuerdo Gubernativo carece de legalidad en el momento que Guatemala no cuenta con una ley de aguas que respalde este tipo de acciones.
REUNIÓN AGOSTO 2017	Se dictaminó que se disminuiría la quema de la caña y que el caudal del río aumentaría para mantener el ecosistema activo	En esta oportunidad los comunitarios decidieron romper el diálogo, ya que a su parecer los acuerdos no se estaban cumpliendo a cabalidad.

## **1.5 CONCLUSIONES**

1. En la costa sur existe un común denominador, el avance de la frontera de las agroindustrias de monocultivos de palma africana, caña de azúcar y banano los que demandan grandes caudales del río Madre Vieja. Los principales problemas que presentan estas comunidades es no contar con agua para sus usos domésticos, riego de sus cultivos, ganadería y pesca.
2. A raíz de la problemática entorno al recurso hídrico se identificaron los actores involucrados específicamente en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja, los cuales destacan las agroindustrias de monocultivo de palma africana y caña de azúcar, las comunidades de las trochas que utilizan el agua para mantener sus medios de vida y las instituciones del estado como rectores y mediadores encargados de que el recurso sea equitativo.

## **1.6 RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar campañas de concientización sobre la importancia de los recursos naturales principalmente del hídrico, en las comunidades y también con los colaboradores de los ingenios del área.
2. Reestablecer los diálogos con los actores correspondientes para que poco a poco
3. se vayan consensuando medidas y formas de darle un manejo sostenible al recurso para su uso y cuidado.

## **1.7 BIBLIOGRAFÍA**

1. López, J. 2017. Problemática entorno al río Madre Vieja, Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala 2p.
2. Vásquez, L. 2008. Reseña histórica de Nueva Concepción, Escuintla. Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala, s.e. 92 p. (Sin publicar).



**CAPÍTULO II**

**USOS DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO MADRE VIEJA Y SU IMPACTO SOBRE LOS DERECHOS HUMANOS Y EL AMBIENTE, EN EL MUNICIPIO DE NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA, C.A.**



## 2.1. INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento de la naturaleza integrante de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta ya que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible. Sin embargo, este vital líquido está escaseando de una manera desmedida a nivel mundial.

La crisis del medio ambiente en Guatemala engloba cuestiones ligadas al cambio climático, la pérdida de los bosques tropicales, la extinción de la flora y fauna, la contaminación del agua, etc. Lo anterior está estrechamente vinculado al modelo de desarrollo a gran escala, ciego a las necesidades básicas de la población local. Este modelo acentúa la desigualdad y alimenta nuevos conflictos para el uso de los recursos naturales.

La Asociación de agroforestería comunitaria de Guatemala Utz Che´, su unidad jurídica y el apoyo técnico de la Universidad de San Carlos de Guatemala ve el problema de la falta de agua como una prioridad, así que planificaron que se realizaran acciones para mitigar esta condición en las comunidades de las Trochas, Nueva Concepción, Escuintla, ya que, existía denuncias de vulneración de derechos humanos en el área por este problema.

El problema de la escasez de agua a nivel mundial es grave y Guatemala por supuesto no está exento. A pesar de que el país es rico en recursos naturales, estos, y principalmente el agua se están agotando y es por eso que surge la necesidad de entender qué está ocurriendo para mitigar de la mejor forma posible la problemática buscando siempre el bien común.

El presente documento contiene la culminación de la investigación desarrollada durante el Ejercicio Profesional de Agronomía de la USAC, la cual consistió en evaluar de manera técnica los usos del caudal del río Madre Vieja en la parte baja de su cuenca. Con este propósito se utilizaron distintas metodologías, dentro de las cuales se puede mencionar aforos por medio de flotador, el que se enfocó en el caudal de su desembocadura, el cual

resultó ser de  $0.36 \text{ m}^3/\text{s}$ , lo que represento un 1.24 % del total del caudal del río en su parte alta ( $29 \text{ m}^3/\text{s}$ ) (Gil, 2017)

Herramientas como Argis® y Google Earth también fueron utilizadas para generar un mapa de uso actual del suelo con la metodología de GIMBOT 2012. El producto sirvió para determinar las áreas ocupadas por los distintos cultivos y de esta manera se pudo hacer un estimado del consumo de agua de las plantaciones con mayor extensión territorial. El uso general que se le da al suelo en el área de estudio es agrícola y para ser más específico dentro de los cultivos que ocupan los primeros cuatro puestos por su porcentaje de ocupación fueron, la agricultura anual con un 38.63% (principalmente arroz y frijol), banano – plátano con un 17.80%, caña de azúcar con un 14.06% y palma africana con un 6.01%.

El área total cultivada se estima en 31439 has de cultivos, predominando los cultivos de exportación. Estos demandan grandes cantidades de agua durante la época seca, estimándose un caudal de demanda crítica de alrededor de  $11 \text{ m}^3/\text{seg}$  solo para los cultivos de exportación. Esta demanda de agua está afectando la disponibilidad de agua para varios fines de los habitantes de la cuenca, principalmente los de la parte baja, afectando seguramente su calidad de vida.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Marco conceptual**

A continuación, se presentan las bases conceptuales que darán los fundamentos para el análisis sobre los impactos ambientales y vulneración de los derechos humanos. Además, se establecen principios conceptuales que permiten fundamentar los resultados técnicos obtenidos.

### **2.2.2 Monocultivos en Guatemala**

Un monocultivo, es una plantación de organismos vegetales de la misma especie en una gran extensión de tierra, entre cuyos casos más frecuentes para Guatemala se encuentran el eucalipto, el pino y la palma africana (en caso de árboles) la caña de azúcar, el banano, algodón (Hurtado, 2012).

En este caso es importante resaltar que, de los casos de monocultivo mencionados, tres se encuentran establecidos en la costa sur (palma africana, banano y caña de azúcar). En el año 2003, estas plantaciones se esparcieron por los departamentos de Petén, Quiché, Alta Verapaz e Izabal. Según el Instituto Nacional de Estadística en Guatemala (INE), al 2003 la palma africana abarcaba un total de 31,185 ha. Sin embargo, según la Encuesta Agropecuaria 2007, la superficie cultivada se extendió a 65,340 ha. Lo que significa que en tan solo cuatro años la producción creció 2.5 veces. De acuerdo a las últimas investigaciones de organizaciones que trabajan en este tema, se estima que para el año 2015 se tenían más de 164,000 ha plantadas (INE, 2015).

Por su parte, la producción de caña de azúcar, también observó una expansión considerable. Abarcando en el 2003 una extensión total de 188,775 ha. Para el 2007, la producción se incrementó en un 1.55%, aumentando la superficie a 260,896 ha y para finales del 2015 ésta ya se había expandido a 424,896. (INE, 2015).

Además, dentro de este apartado es importante definir qué es la huella hídrica la cuál en términos generales se refiere a, un indicador medioambiental que mide el volumen de agua dulce (litros o metros cúbicos) utilizado a lo largo de toda la cadena de producción de un bien de consumo o servicio.

### **2.2.3 Cultivo de caña de azúcar**

La agroindustria azucarera en Guatemala se ha desarrollado en la planicie costera del océano Pacífico, donde se produce el 99.50 % del total del azúcar del país. En esta zona, que comprende la mayoría de las tierras planas de los departamentos DE Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu y Santa Rosa.

Los ingenios azucareros ocupan el territorio de la Nueva Concepción, Departamento de Escuintla desde el año 1849 para producción de miel y alcohol (AZASGUA, 2010).

Según la plataforma Water Foot Print la huella hídrica del cultivo de caña considerando el uso de agua a nivel nacional. Es decir que los cultivos de caña necesitan aproximadamente  $2.6 \times 10^9 \text{m}^3$  de agua cada año en la superficie total del mismo, es decir que este dato representa el 19% de la huella hídrica de todos los cultivos en Guatemala. (plataforma Water Foot Print, 2016).

La agroindustria de azúcar de Guatemala está constituida por 17 ingenios activos, ubicados en la costa del océano Pacífico, al sur del país. Hoy en día, la producción de azúcar ha tomado más importancia, debido a que en las cosechas recientes han alcanzado los niveles de producción récord, y han ocupado el tercer lugar como exportador más grande de América Latina y el sexto en importancia a nivel mundial. Este hecho representa beneficios económicos significativos para el país, especialmente por la generación de divisas y por la cantidad de empleos que esta industria provee (AZASGUA, 2010).

#### 2.2.4 Cultivo de palma africana

La palma africana (palma aceitera africana, coroto de Guinea, palmera aabora, palmera de Guinea) es una planta tropical propia de climas cálidos cuyo origen se ubica en la región occidental y central del continente africano, concretamente en el golfo de Guinea, de ahí su nombre científico *Elaeisguineensis* Jacq., donde ya se obtenía desde hace 5 milenios. A pesar de ello, fue a partir del siglo XV cuando su cultivo se extendió a otras regiones de África.

Su propagación a mínima escala se inició en el siglo XVI a través del tráfico de esclavos en navíos portugueses, siendo entonces cuando llegó a América, después de los viajes de Cristóbal Colón, concretamente a Brasil. En esta misma época pasa a Asia Oriental (Indonesia, Malasia, etc.)

A nivel mundial, Guatemala ocupa el cuarto lugar en exportaciones de palma africana produciendo el 2.70 % de la producción total, los primeros 3 lugares son ocupados por Indonesia, Malasia y Nueva Guinea. Los mayores importadores de aceite de palma para el 2015 fueron India (41.90 %), Países bajos (14%), Alemania (5.70 %) y España (5.50 %) (Infoagro, 2010).

El uso de agua en el cultivo de palma es considerable, aunque en menor cantidad que la caña de azúcar. Según los datos de plataforma Water Foot Print la huella hídrica del cultivo de palma africana en Guatemala es igual a  $260 \times 10^6$  m<sup>3</sup> al año de agua de la superficie total del mismo, que corresponde al 2% de la huella hídrica de todos los cultivos en el país. (plataforma Water Foot Print, 2016).

### **2.2.5 Cultivo de banano**

El banano es la fruta fresca más exportada en el mundo tanto por volumen como por valor económico. Los 10 países que exportan más bananos en el mundo producen el 81% de la producción global, lo cual los hace dueños de un mercado de \$14 mil millones de dólares para el año 2014, lo que tuvo un crecimiento del 8.10 % en relación al año anterior.

Para el 2016, el banano representó el 1.05 % del PIB según datos del Banco de Guatemala (BANGUAT). La distribución de su producción está definida de esta manera: Escuintla 46 %, Izabal 33 % y el resto de departamentos suman el 21 % y la superficie cosechada se encuentra concentrada en 6 departamentos: Izabal 34.30 %, Escuintla 27.60 %, San Marcos 8.10 %, Suchitepéquez 6.50 %, Sololá 5.50 % y Quetzaltenango 2.50 % (HAME, 2016).

Aunque este cultivo no ocupa tanta área como a la caña de azúcar o la palma africana, sí supone una clara incidencia sobre el territorio. En general la huella hídrica del banano en Guatemala es igual a  $300 \times 10^6$  m<sup>3</sup> cada año, o sea alrededor del 2 % de la huella hídrica de todos los cultivos a nivel nacional (Water Foot Print, 2016).

### **2.2.6 Economía y justicia ambiental**

A medida que la economía y la población humana crecen, usamos más recursos naturales y producimos más residuos. Hay impactos sobre otras especies y sobre las generaciones humanas futuras, pero también sobre la generación actual. Ahora bien, no todos los humanos son igualmente afectados por el uso que la economía hace del ambiente natural. Unos se benefician más que otros, unos sufren mayores costos que otros, de ahí los conflictos ecológico-distributivos o conflictos de "justicia ambiental" (Martínez, 2006).

En el enfoque de economía ecológica según Martínez, 2006 hace referencia a la justicia ambiental que básicamente se refiere al necesario equilibrio entre ambiente y humanidad, sin embargo, cuando se habla de monocultivos éste se rompe provocando así, una serie de impactos ambientales negativos que repercuten obviamente en la población creando graves

problemas sociales, que por el momento van en aumento provocando una conflictividad social en donde la población es un actor que se enfrenta directamente a las agroindustrias de monocultivo para defender los pocos recursos naturales que les quedan, ya que literalmente las comunidades aledañas al río Madre Vieja dependen de éstos para sobrevivir.

### **2.2.7 Problemas forestales**

Al 2015 los bosques en Guatemala, según datos de la FAO (2015) presentan la siguiente situación; el 57% de territorio está naturalmente regenerado con especies locales; el 38 % está constituido por bosques primarios y sólo un 5 % está siendo reforestado.

La superficie total de bosque quemado según datos de ForestResourceAssessment disminuyó de 30,000 ha en 2005 a 7,000 en 2010 (FAO, 2015).

El valor económico de los bosques es muy elevado; sólo en el año 2011, en Guatemala los bosques aportaron a la economía del país 465.4 millones de dólares que corresponden al 1 % del PIB, considerando además que 11,000 personas trabajaron en el sector en este mismo año. Solamente una pequeña parte de estos bosques, 0.5 millones de ha están bajo uso de comunidades indígenas y solo 0.29 millones de ha son propiedad de las comunidades. Al 2010, la tasa de deforestación era 10,000 ha por año (Pérez, 2010).

Los bosques de Guatemala son muy importantes para la lucha contra el cambio climático, ya que poseen 271 millones de mg de carbono almacenado, esto representa un dato elevado de carbono que no se libera al medio ambiente, de esta manera se mitigan un poco las emisiones de efecto invernadero; sin embargo el 40.90 % de las emisiones de efecto invernadero (al 2011) de Guatemala son originadas por el uso del suelo y la deforestación, con una pérdida anual de 3.50% de la cobertura forestal; el país tiene una de las tasas de deforestación más altas de América Latina (FAO, 2015).

### **2.2.8. Mangle**

Según Uribe, “Los manglares son asociaciones vegetales de plantas leñosas que se desarrollan en lagunas, riberas y en costas tropicales protegidas del oleaje. Debido a su ubicación costera siempre están en contacto con cuerpos de agua de origen marino, o en combinación con el agua que llega a través de escorrentías o por la desembocadura de los ríos. Esta agrupación de árboles posee adaptaciones que les permite sobrevivir en terrenos anegados con intrusiones de agua salobre o salada. Entre las adaptaciones se encuentran, la tolerancia a altos niveles de salinidad, raíces aéreas en forma de zancos que les permite anclarse en suelos inestables, semillas flotantes para mayor dispersión y estructuras especializadas que propician el intercambio de gases en el suelo anaeróbico del mangle”. (Uribe, pág 277, 2010)

A nivel mundial los manglares ocupan aproximadamente 16,530,000 ha de los cuales 5,831,000 se encuentran en América Latina y el Caribe, o sea 35.30 % del área total. Las mayores extensiones las posee Brasil y México.

### **2.2.9. ¿Por qué son importantes los manglares?**

Básicamente la importancia de la conservación de los manglares radica en su vitalidad, ya que son ecosistemas que proveen servicios, tales como alimentos y pesca artesanal. Además, son territorios con una diversidad biológica propia de las zonas marino costeras, sirven como defensa ante fenómenos hidrometeorológicos extremos de erosión eólica y del oleaje, y fundamentalmente, son territorios históricos que dotan de un sentido de pertenencia cultural a los pueblos indígenas que habitan en estos biomas y biotopos.

Entonces cuando se observa el avance de la frontera agrícola hacia el área de mangle se constata lo desconsiderado que son los seres humanos con uno de los ecosistemas más importantes del mundo. Esto solamente es un reflejo de lo que ocurre a nivel nacional incluso a nivel mundial en cuanto a que los seres humanos son incapaces de mantener un

equilibrio entre lo lucrativo y el medio ambiente haciendo énfasis en lo importante que son los manglares para el planeta (SIFGUA, 2010).

#### **2.2.10 Gobernanza del recurso hídrico**

Los principales conflictos por el agua son favorecidos por la dispersión y la falta de coordinación de los altos niveles institucionales, además por los vacíos legales y la débil gobernanza de los organismos del Estado respecto a la gestión integral del agua. Esta situación genera conflictos como la competencia entre los distintos usos, como por ejemplo derivaciones para riego de cultivos, elaboración de pozos mecánicos y artesanales, generación de aguas residuales sin tratamiento etc. El conflicto se genera a partir de la distribución inequitativa del recurso y de la explotación del mismo (Domínguez, 2011).

#### **2.2.11 El cambio climático**

El cambio climático representa una serie amenaza para las sociedades centroamericanas por sus múltiples impactos previstos en la población y en los sectores productivos.

En términos fiscales constituye un pasivo público contingente que se refiere específicamente a una obligación que surge como consecuencia de actividades pasadas, en este caso el pasivo público contingente es el cambio climático, que afectará las finanzas públicas de los gobiernos por varias generaciones y que surge por el deterioro ambiental ocasionado por todas las actividades antropogénicas del mundo.

La CEPAL, estima que para el 2030, Centroamérica aún producirá menos de 0.50 % de las emisiones de los gases de efecto invernadero del planeta, pero al mismo tiempo, ya es una de las regiones más vulnerables ante los embates del cambio climático. El calentamiento global está teniendo ya efectos negativos sobre el sector agropecuario (CEPAL, 2017).

El cambio climático ocasiona reducciones en los niveles de producción, en los rendimientos y los ingresos de agricultores guatemaltecos. Los impactos del calentamiento global sobre las fuentes de agua son graves; en los últimos años las inundaciones y devastaciones por tormentas y huracanes, en zonas costeras han sido más frecuentes y cada vez más, la seguridad alimentaria está en riesgo, socavando el derecho mismo a la alimentación.

### **2.2.12. Cambio climático y derechos humanos**

En la región centroamericana, entre las manifestaciones del cambio climático, están la mayor frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos. Guatemala ha sufrido en los últimos años impactos de exceso de precipitaciones pluviales y episodios de sequía. Estos eventos han dado como resultados la pérdida de ecosistemas, la reducción de la calidad y disponibilidad de recursos hídricos, a la par de enfermedades respiratorias e intestinales. Particularmente, la población de áreas rurales ha padecido los efectos de catástrofes naturales y la pérdida de cosechas y viviendas, lo cual ha atentado contra sus derechos humanos (INDEG, 2008).

El informe de Estado de Guatemala del Consejo de Derechos humanos (INDEG) ha señalado que diversos sectores nacionales, tanto como el INSIVUMEH y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA) declararon que las lluvias torrenciales, las inundaciones, la sequía han vulnerado de manera directa el derecho a la alimentación. En el país no es difícil identificar que la seguridad alimentaria está en riesgo por causas estructurales históricas y a esto se suma el agravante de los impactos climáticos.

El Estado de Guatemala ha impulsado y realizado diversos estudios en los que se reconoce la situación actual DEL medio ambiente. Entre los diagnósticos están los desarrollados por los ministerios de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Además, tener certeza sobre la situación ambiental en el país, es parte de esfuerzos regionales e internacionales encaminados a resolver la problemática (INDEG, 2008).

### 2.2.13. Derechos humanos

Los derechos humanos hacen referencia a las libertades, reivindicaciones y facultades propias de cada individuo por el sólo hecho de pertenecer a la raza humana. Esto significa que son derechos de carácter inalienable (ya que nadie, de ninguna manera, puede quitarle estos derechos a otro sujeto más allá del orden jurídico que esté establecido) y de perfil independiente frente a cualquier factor particular (raza, nacionalidad, religión, sexo, etc.) (PIDESC, 2008).

En la figura 1 se observan los derechos humanos que serán evaluados en la investigación para verificar su vulneración.

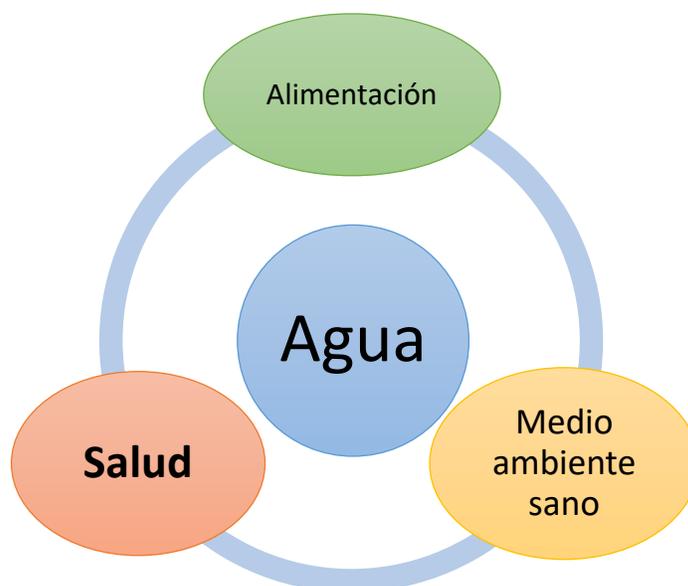


Figura 3. Esquema de derechos humanos evaluados

Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuando se habla sobre derechos humanos es importante mencionar a las Naciones Unidas y saber cómo promueve y protege los derechos humanos, por ejemplo, si se menciona Al Alto Comisionado para los Derechos Humanos se hace referencia al organismo encargado directamente de su promoción y protección. El Alto Comisionado a menudo hace declaraciones acerca de la situación de estas garantías básicas en el mundo y tiene autoridad para investigar situaciones irregulares para elaborar informes sobre ellas (INDEG, 2008).

#### **2.2.14. Derecho al agua**

El 28 de julio de 2010, a través de la Resolución 64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU, 2010) reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos. La resolución exhorta a los Estados y organizaciones internacionales a proporcionar recursos financieros, a propiciar la capacitación y la transferencia de tecnología para ayudar a los países, en particular a los países en vías de desarrollo, a proporcionar un suministro de agua potable y saneamiento saludable, limpio, accesible y asequible para todos.

En noviembre de 2002, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales adoptó la Observación General n° 15 sobre el derecho al agua. El artículo I.1 establece que *"El derecho humano al agua es indispensable para una vida humana digna"*. La Observación n° 15 también define el derecho al agua como el derecho de cada uno a disponer de agua suficiente, saludable, aceptable, físicamente accesible y asequible para su uso personal y doméstico (PIDESC, 2008).

En Guatemala y en el mundo existen leyes, convenios y normas que velan porque el derecho al agua no sea vulnerado por mencionar algunos:

El artículo 127 de la Constitución Política de la República de Guatemala afirma que, todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles, su

aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la ley específica que regulará esta materia. Una observación importante es que ya han pasado más de treinta años y en Guatemala aún no se cuenta con una ley de aguas a pesar de años de esfuerzo por aprobar alguna de tantas que se han propuesto (CPRG, 1986).

A nivel internacional en el 2002 el comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales adoptó la Observación General n°. 15 sobre el Derecho al agua cuyo artículo 1 establece que, el derecho humano al agua es indispensable para una vida humana digna. Este fragmento define el derecho al agua como un derecho que cada persona debe poseer en cantidad y en calidad.

El derecho humano al agua está estrechamente ligado a los derechos humanos de la alimentación, vida y salud. El párrafo 2 artículo 2 de Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC), que Guatemala ratificó en 1988, reconoce que el derecho a la salud abarca una amplia gama de factores socioeconómicos que promueven las condiciones adecuadas en que las personas pueden llevar una vida sana y hace referencia a que para que esto se cumpla es necesario contar con salud, alimentación, nutrición, vivienda, acceso al agua potable, condiciones sanitarias óptimas y trabajo en un medio ambiente sano (PIDESC, 2008)

A nivel regional en el artículo 11 párrafo 1 del protocolo de San Salvador suscrito en el 2000 por Guatemala, los Estados reconocieron que, *“cada ser humano tiene derecho de vivir en un medio ambiente sano y tener acceso a los servicios públicos base.”* (Convención Americana de Derechos Humanos, Protocolo de San Salvador, 2000).

En ese sentido dado que el agua potable es uno de los servicios esenciales para la subsistencia de las personas, el derecho a su suministro estaría implícito en este artículo.

### 2.2.15. El derecho humano al agua en Guatemala

El reconocimiento del derecho al agua como un derecho humano no ha sido fácil pues si bien es cierto actualmente existe un consenso a nivel internacional, respecto a reconocerle tal categoría, aunque la verdad es que no existe unanimidad para reconocer este derecho vital, pues ha habido resistencia de algunos países en aceptarlo apelando a aspectos eminentemente formales, por ejemplo, el representante de los Estados Unidos ante las Naciones Unidas sostuvo que, *“no existe Derecho Humano al agua y saneamiento.*

*En términos generales el eje de la polémica en torno al reconocimiento de este derecho pasa por la ausencia de una consagración explícita del derecho en el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC), aspecto que sus detractores estiman como un impedimento para la proclamación de obligaciones internacionales en cabeza de los Estados”,* la cita anterior deja en evidencia que Estados Unidos no comparte la percepción de que todos los seres humanos tenemos derecho al agua y su saneamiento y es por eso que en algunos países como Guatemala no cuentan con una ley de aguas (ONU, 2010, pág. 9).

En Guatemala, el artículo 97 de la Constitución Política de la República, regula que deben emitirse las normas necesarias para garantizar la utilización y el aprovechamiento de fauna, flora, tierra y agua, con el propósito de evitar su depredación. La Corte de Constitucionalidad en ese aspecto, en sentencia del uno de abril de mil novecientos ochenta y ocho, expediente 1491-2207, consideró; *“Cabe destacar que el enunciado que dispone la primacía del interés colectivo sobre el individual, se fundamenta en la protección de derechos tales como el de un medio ambiente sano, adecuado y equilibrado, por ser prioridad para la vida y la salud de la sociedad, por lo que, la obligación del Estado no se limita a prevenir el daño al medio ambiente, sino que es ineludible el ejercicio positivo en tomar acciones para preservarlo y así evitar que otros lo destruyan.*

*En atención a lo anterior y, previo a hacer el análisis de constitucionalidad de las normas impugnadas, es importante resaltar que en concordancia con lo establecido en el Texto Supremo, la observancia de las obligaciones internacionales adquiridas y lo señalado en la normativa ordinaria, la protección y mejoramiento del medio ambiente y los recursos naturales y culturales, es fundamental para el desarrollo social y económico del país, en aras de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer a las generaciones venideras” (Ruano, 2012).*

Por su parte, el artículo 127 constitucional prescribe: *“Régimen de aguas, todas las aguas son bienes del dominio público, inalienable e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia.”* Respecto del contenido de este artículo, la Corte de Constitucionalidad en sentencia del diez de junio de dos mil tres expedientes 326-2003, resolvió que:

*“Dentro de estos recursos, uno de los más importantes resulta ser el agua, cuyo aprovechamiento, por tratarse de un bien de dominio público inalterable e imprescriptible, debe realizarse de manera eficiente, observando en su utilización ante todo el interés social (artículo 127 de la constitución).”*

En concordancia con la Constitución política, como norma suprema del país, ha surgido la normativa legal de carácter ordinario que regula el marco legal en materia ambiental. Entre las más importantes se encuentran;

1. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86 del Congreso de la República).
2. Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89 del Congreso de la República).
3. Ley Forestal (Decreto 101-96 del Congreso de la República).

En Guatemala no existe una ley de carácter ordinario que regule de manera expresa todo lo que concierne al tema del agua y del saneamiento. La Corte de Constitucionalidad ha

desempeñado un papel muy importante en la interpretación y aplicación de la Constitución Política, por lo que existen diversas sentencias por las que ha tenido que aplicar normativa internacional de derechos para sustentar de mejor manera sus fallos.

### **2.2.16. Derecho a un medio ambiente sano**

Al igual que otros derechos, el derecho a gozar de un ambiente sano surge con la Declaración Universal de los Derechos Humanos en 1948; la Declaración tuvo como finalidad sugerir a los países del mundo que adoptaran estos derechos en sus respectivas constituciones, ello con el único propósito de consolidar a la persona humana como el fin supremo de las naciones (DUDH, 1948).

La Declaración de Lisboa de 1988 emitida dentro del marco de la "Conferencia Internacional sobre garantías del Derecho Humano al Ambiente", exhortó a reconocer el derecho que tiene una persona a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, y a la vez sugirió a los estados crear mecanismos jurídicos que hagan posible que cada individuo pueda ejercer y exigir sin impedimentos, el derecho a habitar en un medio ambiente saludable para el desarrollo de su vida.

La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo elaboró un conjunto de principios jurídicos para la protección del medio ambiente y el desarrollo duradero, considerando en la parte que corresponde a "Principios, Derechos y Deberes Generales" a uno de ellos, como un derecho humano fundamental; *"Todos los seres humanos tienen el derecho fundamental a un medio ambiente adecuado para su salud y su bienestar"*.

Por su parte, El Protocolo Facultativo del Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos, La Declaración Americana de los Derechos y Deberes del Hombre, La Declaración Americana sobre Derechos Humanos o más conocida como "Pacto de San José de Costa Rica" entre otras, son declaraciones que también promueven a que se respete el derecho que tiene toda persona a vivir en un medio ambiente sano (DIPLA, 2005).

A nivel nacional en el artículo 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala afirma que, el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, flora, tierra y el agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación. (CPRG, 1986).

En el marco de lo legal a nivel internacional hay varios convenios relevantes. Como primera mención sería la Conferencia Internacional sobre el Medio Ambiente Humano (Estocolmo 1972) proclama; el hombre tiene el derecho fundamental a la libertad, la igualdad y las condiciones de vida adecuadas en un medio de calidad tal que permita llevar una vida de dignidad y bienestar. En cuanto a sus obligaciones él debe de proteger y mejorar el medio ambiente para las generaciones presentes y futuras (DIPLA, 2005).

En la Declaración de Río el Medio Ambiente y el Desarrollo (Primera conferencia a nivel mundial sobre el tema del medio ambiente en 1992) en su principio II afirma que, los Estados tienen el derecho soberano de aprovechar sus propios recursos según sus políticas ambientales y de desarrollo, y la responsabilidad de velar que las actividades no causen daños al medio ambiente de otros estados o de zonas que estén fuera de los límites de jurisdicción nacional (DIPLA, 2005).

### **2.2.17. Derecho a la alimentación**

El derecho a la alimentación es un derecho humano, reconocido por la legislación internacional, por ejemplo, en la Declaración Universal de Derechos Humanos (1948) como parte del derecho a un nivel de vida adecuado y está incluido en el artículo 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Este afirma que, el derecho a la alimentación adecuada se ejerce cuando todo hombre, mujer o niño ya sea solo o en común con otros, tiene acceso físico y económico, en todo momento a la alimentación adecuada o a medios para obtenerla (PIDESC, 2008).

El alimento debe estar disponible y ser accesible y adecuado; la disponibilidad requiere que la alimentación se pueda obtener de recursos naturales ya sea mediante la producción de alimentos, el cultivo de la tierra y la ganadería, o mediante otra forma de obtener alimento, como la pesca, la caza o la recolección.

Por otra parte, significa que los alimentos deben estar disponibles para su venta en mercados y comercios. La accesibilidad requiere que esté garantizado el acceso económico y físico a la alimentación.

Los alimentos deben ser adecuados en el sentido que sean seguros para el consumo humano y estar libres de sustancias nocivas como los contaminantes de los procesos industriales o agrícolas incluidos los residuos de los plaguicidas, las hormonas y agroquímicos. La alimentación adecuada debe ser además culturalmente aceptable (PIDESC, 2008).

#### **2.2.18. Derecho a la salud**

El derecho a la salud obliga a los Estados a generar condiciones en las que todas las personas puedan vivir lo más saludablemente posible.

Por ejemplo, la contaminación de un cuerpo de agua superficial priva a la población del derecho a la disponibilidad de agua limpia y esto constituye una vulneración del derecho a la salud y a la vida.

A nivel internacional la Declaración Universal de los Derechos Humanos en su artículo 25 establece, que toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure la salud y el bienestar.

Se resalta el carácter indivisible de los derechos humanos y esta declaración tiene una mención especial el trato sobre el cuidado la protección de las mujeres embarazadas, la

maternidad y la niñez porque son considerados grupos con mayor vulnerabilidad (DUDH, 2005).

El comité de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales, en su observación General n°.14 del 2000, ha establecido que el derecho a la salud comprende los siguientes elementos esenciales e interrelacionados; disponibilidad, accesibilidad (física y económica), aceptabilidad (de un punto de vista cultural, ético y de género) y calidad (parámetros científicamente apropiados).

También comprende obligaciones básicas referidas al nivel mínimo esencial del derecho;

- Atención primaria de salud esencial.
- Alimentación esencial mínima nutritiva.
- Saneamiento.
- Agua potable.
- Medicamentos esenciales (CDESC, 2008).

### **2.2.19. Caudal ecológico**

Los derechos humanos anteriormente descritos responden a las evaluaciones que se harán en el estudio que se realizará en la cuenca baja del río Madre Vieja, todos estos derechos giran alrededor del agua y es por eso que existe una relación estrecha entre los derechos humanos y el caudal ecológico, pero, ¿qué es un caudal ecológico?

El caudal ecológico (CE) en ríos y humedales es un instrumento de gestión que permite acordar un manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos que establece la calidad, cantidad y régimen del flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones, procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a la sociedad. El CE concilia la demanda económica, social y ambiental del agua, reconoce que los bienes y servicios de las cuencas hidrológicas dependen de procesos físicos, biológicos y sociales, y que únicamente conservando el agua que éstos necesitan, se puede garantizar su provisión futura.

En síntesis, el caudal ecológico es la cantidad correcta de agua que debe existir para que todos los componentes de un ecosistema se mantengan en óptimas condiciones, esto incluye los distintos factores abióticos y bióticos, como lo son la temperatura, el ph, luz, humedad y peces y microorganismos, respectivamente. Todo esto se debe de tomar en cuenta a la hora de realizar el cálculo de un caudal ecológico como tal (Ortiz, 2004).

### **2.2.20. Coeficiente de Kc y evapotranspiración de referencia (Eto)**

El consumo de agua o evapotranspiración que ocurre en una superficie cultivada puede ser estimada a partir de datos meteorológicos (temperatura humedad relativa radiación solar, velocidad de viento) empleando el modelo de Penman-Monteith sugerido por la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La falta de información confiable respecto al modo en que estas afectan al cultivo, cómo varían durante el crecimiento y comportamiento de éste, determina que el modelo se emplee para determinar la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>). Esta es la evapotranspiración que se presenta en un cultivo hipotético, cuyas características son conocidas y que corresponde a un cultivo de pasto de altura uniforme, bien regado y en óptimas condiciones de crecimiento.

El objetivo del uso del K<sub>c</sub> es la determinación de la evapotranspiración de crecimiento en particular, basados en la información meteorológica medida a nivel local, es decir, en el área cercana y representativa de la zona del cultivo. La evapotranspiración de crecimiento (E<sub>c</sub>) obtenida representa el límite máximo de evapotranspiración del cultivo cuando no existen obstáculos EN los crecimientos de éste debido a limitaciones de agua.

## **2.3. MARCO REFERENCIAL**

### **2.3.1. Ubicación**

Según Vásquez, (2008), la Nueva Concepción es un municipio del departamento Escuintla de la región sur-central de Guatemala. Originalmente esta región fue un parcelamiento agrario, que por Acuerdo Gubernativo del 15 de febrero de 1974 fue elevado a la categoría de municipio, cuyo territorio de 554 km<sup>2</sup> se desmembró de los 892 km<sup>2</sup> que entonces integraba el municipio vecino de Tiquisate. Celebra su fiesta titular el 8 de diciembre de cada año en honor a su patrona la Virgen de la Concepción..(Vásquez, 2008)

El parcelamiento se formó gracias a la reforma agraria del presidente Jacobo Arbenz ya que las tierras habían sido dadas a la compañía frutera estadounidense "*United Fruit Company en usufructo por inversiones que esta había realizado en el país durante el gobierno de Jorge Ubico Castañeda, y con la reforma agraria, se despojó a dicha compañía una parte de esa tierra en propiedad, hoy conocida como "La Faja"*. El parcelamiento fue planeado y sus calles fueron trazadas en una especie de cuadrícula, (lo cual no ocurre con otros territorios) quedando las parcelas de 250 m<sup>2</sup> a 1,000 m<sup>2</sup>. De igual forma puede observarse este trabajo en el diseño de la cabecera municipal, pues a diferencia de muchos pueblos vecinos, la carretera principal queda fuera del pueblo.

Era el municipio más joven que tenía el departamento de Escuintla ya que se fundó el 21 de mayo de 1974 hasta que fue fundado el municipio de Sipacate el 14 de octubre de 2015.. (Vásquez, 2008)

### **2.3.2. Geografía física**

Nueva Concepción tiene un clima cálido tropical. Lo drenan nueve ríos, siendo los principales el Coyolate y Madre Vieja. Así mismo, existen veintidós zanjones, cuatro quebradas, cuatro lagunetas, un estero y la barra del Coyolate. Se encuentra la montaña Laguna Negra. (Vásquez, 2008)

### **2.3.3. Ubicación geográfica**

Se encuentra a una distancia de 90 km de la cabecera departamental de Escuintla. Colinda al norte con el municipio de Patulul (Suchitepéquez), al este con los municipios de Santa Lucía Cotzumalguapa y La Gomera (Escuintla), al sur con el océano pacífico, al oeste con Tiquisate (Escuintla). El municipio de Nueva Concepción está localizado en el departamento de Escuintla, el cual forma parte de la Región Centro o Región V del país. Tiene una extensión total de 554.52 km<sup>2</sup>, lo que constituye el 6.27 % del territorio nacional. (Vásquez, 2008)

Según el diccionario geográfico, la cabecera municipal del departamento de Nueva Concepción se localiza a 147 km de la ciudad capital de Guatemala por la Carretera RN-11, la cual es una carretera pavimentada y en buen estado que de la ciudad de Guatemala rumbo al Sureste tiene 147 km al enlace con la carretera que va directo al municipio, la cual tiene 34 km asfaltados hasta la cabecera municipal. De conformidad con el Diccionario Geográfico Nacional, la cabecera municipal de Nueva Concepción está ubicada en una altitud de 55.30 m s.n.m.(Vásquez, 2008)

### **2.3.4. Producción agropecuaria**

Los productos que se cosechan en Nueva Concepción son maíz, cacao, achiote, caña de azúcar, legumbres, café, tabaco, frutas de toda clase propias de clima las cuales se pueden mencionar yuca, plátano, mango, naranja, etc. (Vásquez, 2008)

### **2.3.5. Servicios públicos**

Agua potable, iglesia parroquial, escuelas, correos y telégrafos, servicio de buses extraurbanos, internet y mercados. (Vásquez, 2008).

### **2.3.6 El parcelamiento**

El Parcelamiento de Nueva Concepción fue planificado por el gobierno de Jacobo Arbenz Guzmán, pero no fue sino hasta después del derrocamiento de este en 1954 que se empezó a constituir el parcelamiento en 1956. Los administradores del parcelamiento, llamados Administradores de Zona, no tenían la experiencia adecuada para el efecto por ser nombrados en atención a su labor en las actividades del partido político en el gobierno de turno.

En 1956 se empezaron a trazar las calles principales, que corren de norte a sur hasta el Océano Pacífico mientras que las trochas fueron orientadas de oriente a occidente desde el río Coyolate hasta el río Madre Vieja. Mientras que las calles principales fueron construidas utilizando maquinaria pesada, las trochas fueron construidas a base de fuerza humana. (Vásquez, 2008).

## **2.4. OBJETIVOS**

### **2.4.1. Objetivo general**

Estimar los impactos ambientales y sobre los derechos humanos, a la salud, al agua, al medio ambiente sano y a la alimentación, derivados de los usos del río Madre Vieja en la parte baja de su cuenca.

### **2.4.2. Objetivos Específicos**

1. Establecer el uso actual del suelo en la cuenca baja del río Madre Vieja durante el año 2012.
2. Estimar el caudal del río Madre Vieja en distintos puntos de la parte baja de su cuenca, durante la época seca del 2017.
3. Estimar el consumo de agua para riego que tienen los monocultivos del área de estudio.
4. Estimar el cambio de la cobertura de mangle en la cuenca baja del río Madre Vieja, entre los años 2003 y 2017.
5. Identificar los impactos ambientales por los usos que se dan al cauce del río Madre Vieja y su repercusión en los derechos humanos de los habitantes locales.

## **2.5. HIPÓTESIS**

Debido a las múltiples derivaciones que tienen lugar en el cauce del río Madre Vieja su caudal disminuye considerablemente, vulnerando de esta manera los derechos humanos de las comunidades aledañas de la parte baja de su cuenca, provocando pérdida del ecosistema.

## **2.6. METODOLOGÍA**

La estimación de los impactos ambientales y sobre los derechos humanos en relación a los usos del río Madre Vieja se realizó, a través de distintos estudios que se describen a continuación:

### **2.6.1. Uso actual del suelo de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja**

Para poder realizar el análisis de uso del suelo fue necesario desglosar la metodología en dos partes una de cartografía básica y generar el mapa de uso actual del suelo como tal

### **2.6.2. Generación de información cartográfica básica**

Contar con una información geográfica básica era necesario para poder obtener una visión más amplia de localización donde se llevó a cabo la investigación y basado en los objetivos se principió realizando un mapa de la cuenca del río Madre vieja. La información y generación del mapa se realizó de la siguiente manera:

- Se obtuvo el shapefile de la cuenca del río Madre Vieja, a través del mapa temático de cuencas hidrográficas de Guatemala generado por el MAGA.
- Dentro del mapa de la cuenca del río Madre Vieja fue necesario delimitar el área de estudio específica ya que, la investigación se enfocó en la parte baja de la cuenca, la cual abarca desde la parte norte del municipio de la Nueva Concepción hasta la desembocadura del río. El área de estudio se acordó basado en los requerimientos de la Asociación de Agroforestería Comunitaria Utz Che´ (figura 3)
- Luego al obtener el mapa de la cuenca total éste sirvió de base para ubicar puntos de aforo y estaciones meteorológicas que se usaron para los análisis de los demás resultados de esta investigación (figura 3).

### **2.6.3. Generación del mapa del uso actual de la tierra de la cuenca baja del río Madre Vieja 2012**

Dentro de la investigación fue necesario obtener un mapa de uso del suelo del área de estudio para determinar qué tipo de utilización se le da a la parte baja de la cuenca y de esta forma ir cumpliendo los objetivos de este documento, para lo cual fue necesario auxiliarse de la metodología GIMBOT (Grupo Interinstitucional de Cobertura y Bosque de Guatemala).

- Como primer paso se realizó el corte correspondiente al área de estudio.
- Luego se obtuvo el shapefile del uso actual del suelo de Guatemala de año 2012 generado por el Grupo Interinstitucional de Cobertura y Bosque (GIMBOT, 2012).
- En el programa de Argis 10.3 se traslaparon los Shapefile del uso actual del suelo y el del área de estudio.
- Del paso anterior se generó un nuevo shapefile el cual consistió en la delimitación del área de estudio para proceder a la clasificación de los usos del suelo.
- Se categorizaron los distintos usos del suelo según el GIMBOT en la tabla de atributos del mapa del área de estudio, que dio como resultado la figura 6 del presente documento, mapa de uso actual del suelo, año 2012, cuenca baja del río Madre Vieja.
- Se cuantificaron las áreas de los diferentes usos de la tierra, tales como, caña de azúcar, palma africana, y banano, los cuales son definidos en el presente trabajo como monocultivos; con esto, se definió la importancia de los cultivos según el área que ocupa.

#### 2.6.4. Medición de caudal de la cuenca baja del río Madre Vieja

La medición del caudal se dio mediante la identificación previa de los puntos de interés, tomando en cuenta que fuesen puntos seguros, de fácil acceso, derivaciones del río y uso de agua por monocultivos. Se realizó únicamente un aforo durante la época seca del año 2017. En el cuadro 3 se presentan los puntos de aforo realizados en la cuenca del río Madre Vieja, un listado del lugar, uso, coordenadas y fecha de los puntos donde se aforó el río. También se realizó la ubicación en el mapa de los mismos puntos (figura 3).

Cuadro 3. Puntos de aforo del río Madre Vieja.

Lugar / uso	Coordenadas	Fecha
Trocha 2/ palma africana	14°7'36.11" N y 91°22'29" O	4 de marzo 2017
Trocha 4/ Plátano	14°7'36.11" N y 91°22'26.46" O	4 de marzo 2017
Trocha 14/ caña de azúcar y desembocadura	14°1'1.6" N y 91°25'48.62" O	5 de marzo 2017

El método utilizado para la realización del aforo en el río Madre Vieja en la parte baja de su cuenca fue el del flotador (figura 4). Los pasos que se llevaron a cabo se describen a continuación:

- Se midió el ancho del río con una cinta métrica.
- Se realizó la sección del ancho del río (1 m cada sección).
- Se midió la profundidad de cada sección del río con un 1 m con una vara señalizada a cada metro.
- Se midió la velocidad colocando el flotador a una distancia de 3 m y tomar el tiempo que tarda el flotador en recorrer esos 3 m para así determinar la velocidad.
- Se anotaron los datos
- Se realizaron los cálculos correspondientes para determinar el caudal del río.



Fuente: Feliza Juan, 2017.

Figura 4. Aforo del río Madre Vieja.

#### **2.6.5. Cálculo de consumo de agua de cultivos basados en el mapa de uso actual de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja**

- Para poder realizar la estimación del consumo de agua por cultivo, como primer paso se debió identificar las estaciones meteorológicas que estuviesen cerca del área de estudio las cuales brindaron principalmente datos de precipitación y del clima (figura 3).
- La estación identificada fue Irlanda, que es una estación que es administrada por el Instituto de Cambio Climático (ICC), y además es la única que se encuentra en las cercanías del área de estudio.
- Para poder calcular los caudales de consumo es importante obtener datos de Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>), la cual se obtuvo de la información generada por la estación meteorológica Irlanda durante los años 2003 a 2016 (López, 2019).
- Luego para la utilización del modelo matemático que sirvió para estimar el consumo de agua de riego fue necesario determinar el coeficiente de K<sub>c</sub> definidos por la FAO según la etapa fenológica de los cultivos.

El modelo matemático para estimar los caudales de consumo es el siguiente;

$$q = \frac{10,000 \frac{m^2}{ha} * \frac{Etmáx}{eficiencia}}{86400 \text{ seg/día}}$$

Donde:

$Etmáx = Kc \times Eto$  = evapotranspiración máxima.

Eficiencia= eficiencia de riego por aspersión considerando un 60%.

q = caudal unitario.

- El cálculo de caudales de riego se realizó para la época de verano debido a que es en ese momento donde se presenta mayor demanda de agua por los diferentes cultivos.

#### **2.6.6. Pérdida de mangle en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja**

- Del shapefile del área de estudio, se procedió a cortar la “franja costera”, de la trocha 14 hacia el mar, dado que aquí están concentrados los bosques de mangle.
- En Google Earth (abril 2003 y 2017), se colocó el polígono de la “franja costera” para poder identificar los distintos usos del suelo en el área, dado que información con mayor detalle representaban altos costos, por lo cual no fue posible obtenerlos.
- Se procedió a descargar los polígonos en el programa de Argis 10.3, para luego generar los mapas enfatizando las áreas de mangle existentes.
- Se obtuvieron las áreas de mangle en los años del 2003 y 2017.
- Se procedió a calcular las áreas de mangles correspondientes para poder realizar una comparación de su pérdida a través de los años.

### **2.6.7. Identificación de impactos ambientales y vulneración de derechos humanos**

Para poder cumplir con el objetivo de esta parte de la investigación fue necesario realizar un ajuste de la metodología de Leopold la cual consiste en la identificación de los principales impactos ambientales que se derivan por los usos que se dan en la parte baja del río Madre Vieja, los cuales se ven en el cuadro 9, el que presenta una breve descripción del impacto y cómo repercute en el funcionamiento correcto de la cuenca (cuadro 9).

Luego para identificar los impactos ambientales se realizó un recorrido por el área de estudio Y observar las actividades productivas que se llevan a cabo y de esta manera determinar qué tipos de impactos ambientales provocan éstas.

Se requirió considerar todos aquellos factores ambientales asociados a las actividades realizando una correlación entre actividades e impactos.

La metodología de Leopold requiere que se escale de forma cuantitativa o cualitativa, en este caso se utilizó una cualitativa que consistió en la clasificación los impactos ambientales previamente identificados. La escala se desglosó de la siguiente manera;

- Positivos: si generan algún tipo de beneficio a las personas o al medio ambiente.
- Negativos: si perjudican de alguna manera el medio ambiente y a las personas.

La evaluación de los impactos se realizó con un escalonaje de:

- Bajo: si el impacto es positivo o genera muy poca repercusión en el ambiente y las personas.
- Moderado: cuando el impacto perjudica a una comunidad del área de estudio.
- Alto: cuando el impacto perjudica a dos o más comunidades del área de estudio.

El cuadro obtenido copila todos los impactos y los clasifica cualitativamente para poder visualizar qué actividades son las que presentan un mayor impacto en el área de estudio. (cuadro 9).

## 2.7. RESULTADOS

### 2.7.1. Delimitación de la cuenca y el área de estudio

La generación del mapa de la cuenca sirvió para definir puntos de aforo y de estaciones meteorológicas que se usaron en esta investigación



Figura 5. Delimitación de cuenca, ubicación de puntos de aforo y estación meteorológica Irlanda de la cuenca del río Madre Vieja.

Definir el área de la cuenca fue necesario para tener un panorama amplio el cual abarca la cuenca total del río Madre Vieja, la cual es de 607 km<sup>2</sup>. Posteriormente, se limitó el área de estudio que en su totalidad abarca un área de 31,439 ha, luego definir localizaciones de interés tales como puntos donde se realizaron los aforos y más adelante se realizó un

cálculo de caudales. También se tomaron datos de la estación meteorológica más cercana, en este caso Irlanda.

### 2.7.2. Morfometría de la cuenca

Los datos morfométricos aportan criterios para determinar las características hidrológicas de la cuenca del río Madre Vieja tal como lo muestra el cuadro 4. Se han calculado los principales parámetros morfométricos de la cuenca del río Madre Vieja.

Cuadro 4. Parámetros morfométricos del río Madre Vieja.

Cuenca	A (km <sup>2</sup> )	P (km)	L (km)	D (km/km <sup>2</sup> )	Emáx	EI min	EI máx.	Sg (%)
Madre Vieja	607	359	116	0.43	3,070	0	1,110	33

Fuente: Gil, 2016.

Los parámetros determinados son:

A: área total de la cuenca (kilómetros cuadrados).

P: perímetro de la cuenca (kilómetros).

L: longitud del cauce principal (kilómetros).

D: densidad de drenaje de la cuenca (kilómetros de cauces por kilómetros cuadrados de superficie).

Emáx: elevación máxima de la cuenca (metros sobre el nivel del mar).

Emin: elevación mínima de la cuenca (metros sobre el nivel del mar).

E: elevación promedio de la cuenca (metros sobre el nivel del mar).

Sg: pendiente media del terreno (porcentaje).

La longitud de las corrientes representa un índice de evacuación de escorrentía. Generalmente son mejor drenadas las cuencas con un mayor número de afluentes y esto se puede determinar a partir de la densidad de drenaje. El río que tiene mayor densidad de drenaje tiende a presentar picos de caudal mayores (CIV, 2009). No obstante, este parámetro es muy uniforme en la cuenca del río Madre Vieja presentado en el cuadro 4.

La pendiente media de la cuenca de 33 % permite comprender las diferencias en las distribuciones de temperaturas y lluvia en diversas cuencas, especialmente en regiones donde los patrones de precipitación están relacionados con la elevación del terreno. El perfil longitudinal del cauce determina en gran medida la velocidad de evacuación de caudal, así como el arrastre y la deposición de sedimentos.

A lo largo del cauce del río Madre Vieja se observan inclinaciones moderadas en los 40 kilómetros iniciales del río, correspondientes al descenso del río de la cadena volcánica. Entre los 40 km y 80 km la inclinación se reduce paulatinamente para finalizar con un relieve suave en el tramo final del río.

La cuenca Madre Vieja se caracteriza por la ausencia de afluentes importantes. Se puede dividir la cuenca en parte alta y baja, en función de la elevación, la inclinación y los usos de la tierra. La parte alta presenta fuertes inclinaciones debido a la presencia de volcanes en ésta. La parte baja, en cambio, transcurre por un terreno mucho más suave como lo muestran los datos del cuadro 4.

### 2.7.3. Determinación del uso actual del suelo en la cuenca baja del río Madre Vieja

Se verificó el uso de la tierra en esta cuenca pues fue necesario para los fines últimos de esta investigación, los cuales radican en identificar cuanta área ocupan los cultivos predominantes del área. La figura 3, muestra la ubicación de los distintos usos del suelo del área de la investigación.

**Mapa de Bosques y Uso de la Tierra**  
**Parte baja del río Madre Vieja -Vertiente del Pacífico-**

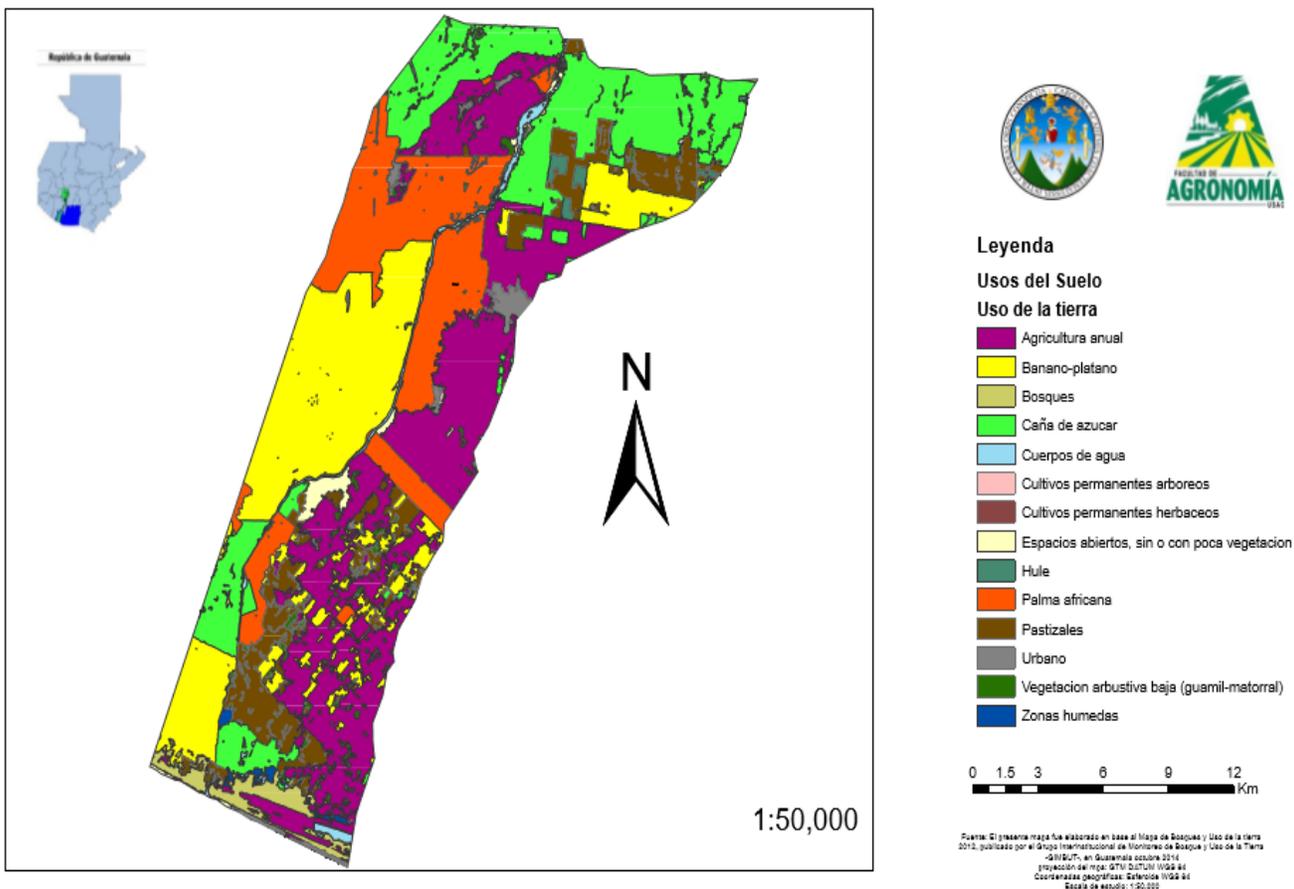


Figura 6. Mapa de uso actual de la tierra de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja 2012.

Después de obtener el mapa de uso actual del suelo el cuadro 5, se muestra el área de cada clasificación de uso del suelo del área de estudio y sus respectivos porcentajes.

Cuadro 5. Área y porcentaje de área de los distintos usos de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.

<b>Categoría</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Agricultura anual	12,144	38.63
Banano – plátano	5,596	17.80
Caña de azúcar	4,420	14.06
Pastizales	3,294	10.48
Palma africana	1,889	6.01
Vegetación arbustiva baja	1,638	5.21
Bosques / mangle	924	2.94
Cuerpos de agua	704	2.24
Urbano	371	1.18
Espacio abierto	295	0.94
Zonas húmedas	123	0.39
Cultivos permanentes arbóreos	38	0.12
Cultivos permanentes herbáceos	3	0.01
Área total	31,439	100

El cuadro anterior, arroja resultados de área y porcentajes de los distintos usos del suelo del área de estudio; la importancia de esta información radica en que para los fines de esta investigación fue necesario calcular caudales de consumo de cultivos predominantes.

#### **2.7.4. Agricultura Anual**

Dentro de los principales cultivos según la clasificación del GIMBOT, se menciona en primer lugar la agricultura anual LA que posee un total de 12,144 ha, equivalente al 38.63 % del total del área de estudio. Dentro de esta clasificación se encuentran principalmente cultivos de maíz, frijol y arroz que básicamente son sembrados para la ingesta diaria de las personas de las comunidades que viven dentro del área de estudio.

### **2.7.5 Monocultivos**

Posteriormente, se encuentran los monocultivos identificados como banano – plátano que ocupan el primer lugar dentro de los monocultivos con 5,596 ha que representan un 17.80 %, le sigue la caña de azúcar con 4,420 ha con un 14.06 % y la palma africana con 1,889 ha, un 6.01 %, según se observa en el cuadro 3. Al realizar las sumatorias correspondientes se determinó que los monocultivos representan un 37.87 % del total del área de estudio representando un porcentaje un poco menor al de la agricultura anual. La diferencia entre la agricultura anual y los monocultivos es que estos últimos no presentan ser ningún tipo de alimentación para las personas en general, y la agricultura anual es lo que las personas del área cosechan para su consumo diario. Al final lo que estas industrias aportan es un impacto relativamente positivo en la generación de fuentes de empleo.

### **2.7.6. Estimación del caudal del río Madre Vieja**

El río Madre Vieja se ubica en la vertiente del Océano Pacífico, en el suroeste de Guatemala. Los volcanes Atitlán y Tolimán se sitúan en la parte alta de esta cuenca, ejerciendo de parteaguas con la cuenca endorreica del lago de Atitlán. Su cauce principal tiene una longitud de 116 km, salvando un desnivel de 3,070 m. La cuenca hidrológica abarca una extensión de 607 Km<sup>2</sup>, y forma parte de los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez, Sololá y Chimaltenango (MAGA, 2003 y IARNA, 2015).

Durante la presente investigación se realizaron 3 aforos en campo de distintos puntos del área de estudio (figura 5), y en el cuadro 6 que se presenta aparecen los resultados obtenidos en campo y 2 referencias consultadas al INSIVUMEH y al ICC de las partes alta y media, las que no pertenecen directamente al área de estudio, pero sirven de comparativo para evaluar cuánto baja el caudal del río al momento de desembocar en el mar.

Cuadro 6. Caudal del río Madre Vieja en el tiempo.

<b>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Lugar</b>	<b>Fecha</b>	<b>Fuente</b>
0.36	Tercio alto del área de estudio, 14° 7'36.11"N y 91°22'29.00"O	Marzo 2017	Aforo de campo
0.54	Tercio Medio del área de estudio, 14° 7' 36.11" N y 91° 22'26.46" O	Marzo 2017	Aforo de campo
0.22	Tercio bajo del área de estudio, 14° 1' 1.6" N y 91° 25' 48.62" O	Marzo 2017	Aforo de campo
8.00	Patulul, Suchitepéquez (parte media de la cuenca total)	Mayo 2015	INSIVUMEH punto de control Palmira.
9.00	Panimaché, Chichicastenango, Quiché. (parte alta de la cuenca total)	Marzo 2011	Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático (ICC)

En el cuadro anterior se colocaron los datos obtenidos de los aforos del área de estudio y se agregaron datos de referencia de partes más altas, para hacer una comparación de caudales de agua. La cuenca en su parte baja muestra un caudal de 0.36 m<sup>3</sup>/s, mientras que en la parte media con 8 m<sup>3</sup>/s y en la parte alta 9 m<sup>3</sup>/s disponibles.

El uso más importante de las aguas del río Madre Vieja es el riego de los cultivos de la zona, donde predominan cultivos de caña de azúcar, plátano, banano, palma África, maíz, frijol, pastizales, ganadería y otros.

### 2.7.7 DERIVACIONES DEL RIO MADRE VIEJA

Las derivaciones del río Madre Vieja en áreas de cultivo son frecuentes de observar y en este caso, se identificaron a través de las imágenes que arroja la plataforma de Google Earth en donde claramente se logran ver las 39 derivaciones del río Madre Vieja que aparecen en la figura 7.



Figura 7. Derivaciones localizadas a lo largo de la parte baja de la cuenca a través de Google Earth (Google Earth 2017).

El crecimiento de las actividades humanas, de la mano con el crecimiento desmedido de la población y la necesidad de producción de bienes ha generado una contaminación de todos los recursos naturales con los que cuenta el planeta, entre los cuales se ha comprometido en gran medida la disponibilidad del recurso hídrico.

Al ir realizando los distintos análisis de la investigación estos tienen una concatenación importante; a través de los aforos realizados en el área de estudio y que arrojaron como resultado principal que el caudal mínimo promedio del río en su desembocadura fue de 0.36 m<sup>3</sup>/s, dato bastante alarmante, pues existe documentación que años atrás el río en partes más altas llegó a tener 9 m<sup>3</sup>/s según el cuadro 6 anterior.

Es importante comprender que a lo largo de la cuenca se realizan distintos usos del suelo, principalmente actividades agrícolas, las cuales, para mantenerlas en sus condiciones óptimas, es necesario abastecerse de agua la cual en su mayoría es proporcionada por el río Madre Vieja. Sin embargo, el uso de este recurso no puede ser desmedido ya que al afectar la parte alta por consecuencia se perjudica la parte baja, pero el impacto en esta área es acumulativo. Lo descrito anteriormente sería una de las principales causas del bajo caudal obtenido.

Más de un 30 % del área de estudio es agricultura anual la que en su mayoría es realizada por los comunitarios del área. Al realizar los caminamientos se observó que lo que ellos utilizan en su mayoría para abastecerse de agua son pozos artesanales.

Además, un 37.87 % del total del área de estudio es ocupado por agroindustrias de monocultivo, estas se encuentran altamente tecnificadas y esto les permite abastecerse de los recursos necesarios para optimizar su producción. Como es de conocimiento general el agua es la principal fuente para que un cultivo produzca a su potencial, En estos casos las empresas se abastecen utilizando distintas técnicas importantes de mencionar;

- Bombas extractoras de agua. Estas bombas periódicamente son colocadas directamente en el río para extraer agua para llevarla a sus cultivos.
- Norias. Se refieren específicamente a excavaciones del tipo de piscina, las cuales, al romper las venas freáticas, se llenan automáticamente y es entonces cuando se crea la llamada Noria, la cual funge como una nueva fuente de agua.
- Pozos mecánicos: estos pozos se realizan a más de 500 pies de profundidad y su función también es abastecer los cultivos extensivos del área.
- Derivaciones. Son estructuras construidas de concreto o simplemente de arena que atraviesan el ancho del río a modo de que una parte de este se desvíe directamente a las plantaciones.

La figura 8 muestra un ejemplo de cómo son las derivaciones del río hacia los cultivos.



Figura 8. Derivación del río Madre Vieja hacia una plantación de palma africana.

### 2.7.8. Estimación de consumo de agua para riego de los principales monocultivos del área de estudio

En el cuadro 7 se presentan los datos de evapotranspiración de referencia media anual estimados a través del método Penman Montheit, determinados por López, 2019, usando datos climáticos medios mensuales de temperatura, radiación solar, viento y humedad relativa del 2003 al 2016. Estos datos corresponden a la estación Irlanda por ser la única que se encontró en el área de estudio.

Cuadro 7. Datos de evapotranspiración (Eto) y precipitación de la estación meteorológica Irlanda.

SECTOR	ESTACIÓN	Eto (mm/día)	Eto anual (mm)	Precipitación anual (mm)
MEDIO	IRLANDA	4.08	1,579.20	1,527.20

Se estima que la evapotranspiración de referencia del lugar alcanza alrededor de 4.08 mm/día, esta Eto, equivale a una evapotranspiración de referencia de 1,579 mm/año, así mismo se estima una precipitación promedio anual de 1,527.20 mm/año.

El cuadro 8, contiene información sobre el promedio de evapotranspiración de referencia mensual durante los años del 2003 al 2016; es importante enfocarse en la época de verano que comprende del mes de noviembre al mes de abril. Los datos completos generados por la estación se encuentran en el anexo 1.

Cuadro 8. Datos generados por la estación meteorológica IRLANDA, administrada por el Instituto de Cambio Climático (ICC).

Datos (mm)	Ene	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
precipitación media (mm)	2.3	1.9	8.7	32.4	142.6	198.4	189.5	333.2	265.6	275.4	67.3	9.9	127.3
Eto mm/día													
Penman	3.6	3.9	4.3	4.6	4.5	4.3	4.7	4.8	4.7	4.4	4.1	4	<b>4.08</b>

En el cuadro anterior se encuentra información de precipitaciones y evapotranspiraciones de referencia medias mensuales de los años 2003 al 2016. Se puede concluir que los aportes de precipitación durante los meses de verano son prácticamente despreciables pues oscilan entre 67 mm a 1.90 mm dando lugar a la necesidad de riego en los cultivos (banano, caña de azúcar y palma africana).

Además, para determinar las necesidades de agua de los cultivos de banano, caña de azúcar y palma africana fue necesario definir los valores de coeficientes de cultivo (kc), según etapa fenológica, definidos según FAO (FAO, 2015). El resumen los valores de kc de los cultivos principales del área de estudio se encuentra en el cuadro 9.

Cuadro 9. Datos de kc de los cultivos predominantes en el área de estudio.

Tipo de cultivo	Kc inicial	Kc floración y fructificación	Kc final maduración	Eficiencia de riego (%)
Caña de azúcar	0.40	1.00	0.75	60
Banano – plátano	0.50	1.10	1.00	60
Palma africana	0.95	1.00	1.00	60

Los datos anteriores muestran valores de kc que básicamente representan los requerimientos hídricos en las distintas etapas de desarrollo del cultivo, donde el kc inicial arroja un promedio de 0.61; en cuanto a la etapa de floración representa un promedio de 1.03, este dato representa la mayor necesidad hídrica para los cultivos que aparecen en el cuadro 9. Además, aparecen las eficiencias de riego consideradas para los tres cultivos, que corresponden a riego por aspersión.

Sobre la estimación de la demanda de agua por los cultivos principales de la zona de estudio, el cálculo de la demanda de agua se determinó en base a un caudal unitario continuo en litros/segundo-ha, definido según la fórmula siguiente;

$$q = \frac{10,000 \frac{m^2}{ha} * \frac{E_{m\acute{a}x}}{eficiencia}}{86400 \text{ seg/día}}$$

$$Q = q \text{ (lts/seg-ha)} \times A \text{ (ha)}$$

Donde;

$E_{m\acute{a}x} = Kc \times E_{to}$ .

Eficiencia= eficiencia de riego por aspersión (60%).

A = área del cultivo en ha.

Q = caudal l/seg.

El cuadro 10, presenta la estimación de los caudales consumidos por el riego de los cultivos durante su etapa de máxima demanda de agua.

Cuadro 10. Resultados de caudal de riego de los monocultivos ubicados en el área de estudio.

Cultivo	Área de cultivo (ha)	Kc	Et máx. (mm/día)	Caudal continuo (lts/seg-ha)	Caudal total (lts/seg)
Banano Plátano	5,596	1.00	4.60	0.89	4,980.44
Caña de azúcar	4,420	1.10	5.06	0.98	4,331.6
Palma africana	1,889	1.00	4.6	0.89	1,681.21
TOTAL	11,095	--	--	2.76	10,993.25

Del cuadro anterior se observa que del área total de 11,095 ha que corresponden a monocultivos de banano, plátano, caña de azúcar y palma africana, el caudal continuo de consumo estimado consiste de 2.76 lts/seg-ha y para el área total se estiman 11 m<sup>3</sup>/seg.

Con el caudal de requerimiento de los monocultivos presentado en el cuadro anterior se estimaron volúmenes de consumo hídrico en días, meses y temporada total de riego, estimándose de la siguiente manera;

$$V = 11 \text{ m}^3/\text{s} \times 86400 \text{ seg} = \mathbf{950,400 \text{ m}^3/\text{día.}}$$

El volumen mensual se estima en la siguiente cifra;

$$V = 950400 \text{ m}^3/\text{día} \times 30 \text{ días} = \mathbf{28,512,000 \text{ m}^3/\text{mes.}}$$

En una temporada de riego de 4 meses se estima un consumo **114,048,000 m<sup>3</sup>**.

Es importante mencionar que la demanda estimada anteriormente es abastecida, no solo por las aguas del río Madre Vieja, sino también por otras fuentes, tales como las aguadas o norias, pozos artesanales y pozos profundos.

Al cuantificar los datos se puede observar que existe una demanda de agua la cual va de, 950,400 m<sup>3</sup>/día hasta 114,048,000 m<sup>3</sup> durante los 4 meses de riego para estos cultivos; al dimensionar estas cantidades de agua para riego se estima que gran parte de la disminución del caudal del río es debido al riego. Las cifras son alarmantes ya que este consumo es únicamente de 11,095 ha de monocultivos y en toda la costa sur existen grandes cantidades de hectáreas de estos mismos cultivos. Sin embargo, es importante mencionar que existen otros cultivos y actividades dentro de la parte baja de la cuenca que necesitan agua, por ejemplo, la ganadería y agricultura anual como frijol, maíz, frutales, etc, que también se abastecen en parte del río Madre Vieja.

### **2.7.9. Estimación de cambio de cobertura de Mangle entre los años 2003 a 2017**

Uno de los principales impactos ambientales que ocurre con los bajos caudales del río llegando al mar es la degradación del mangle debido a la falta de intercambio de agua dulce y agua salada.

La figura 9 muestra la estimación de los diferentes usos principales de la tierra en el área litoral de la microcuenca de estudio, para el año 2003, según imágenes de Google Earth del año en mención.

Para el año 2003 el área de mangle se estimó en alrededor de 650 ha, según mapeos de Google Earth.

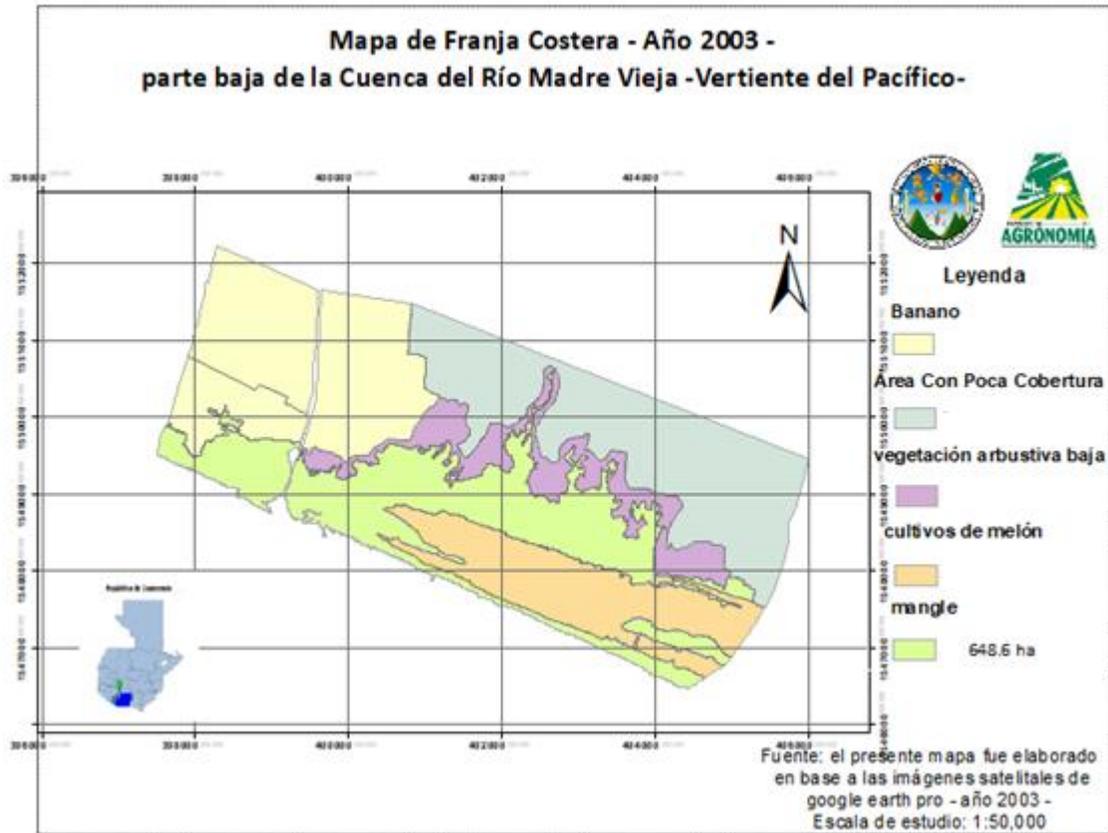


Figura 9. Franja costera del río Madre Vieja año 2003.

Según el mapeo realizado para el 2003, se estima un área de 648.60 ha de mangle, el 2003 fue un año crucial ya que dentro de este periodo se incrementaron las derivaciones y el río se secaba en su desembocadura así lo indican las personas que radican en el área de estudio.

A efecto de estimar la variación en área de mangle en la parte litoral de la microcuenca, se realizó el mismo mapeo usando imágenes de Google Earth del año 2017. (figura 10).

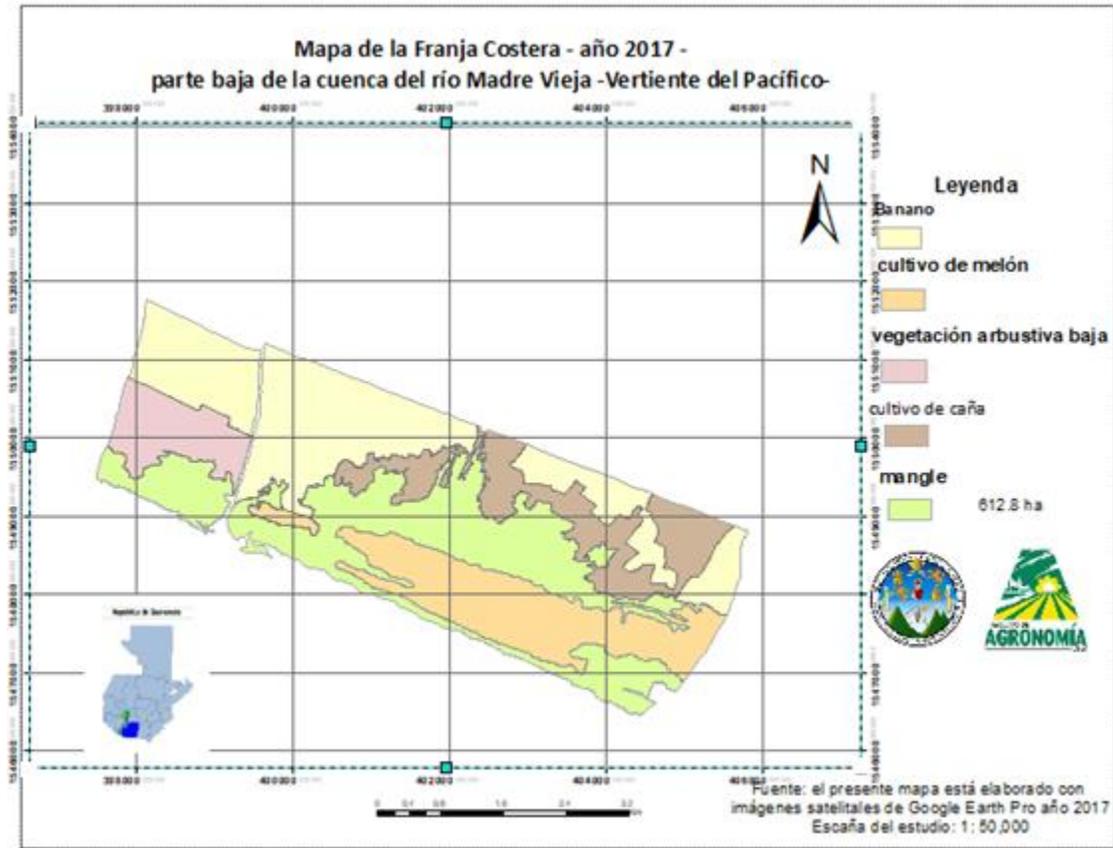


Figura 10. Franja costera del río Madre Vieja año 2017

Según el mapeo realizado para el 2017, se estimó un área alrededor de 612.80 ha de mangle, equivaliendo a una disminución en área de mangle en 37 ha en 14 años que corresponden al 5.50 % de pérdida de mangle con una tasa de 2.64 ha/año. Al disminuir las áreas de mangle también se reduce la biodiversidad marina, tales como, camarones, cangrejos, culebras, tortugas, peces y otros.

Las causas de la disminución de las áreas de mangle, podrán ser, la escasez de agua dulce del río Madre Vieja, la tala de los comunitarios y el avance de la frontera agrícola, principalmente.

### **2.7.10. Identificación de impactos ambientales y vulneración de derechos humanos**

Al realizar el análisis de impactos ambientales es evidente que existen varios derechos humanos vulnerados por el bajo caudal que existe en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja, provocando de esta manera que la accesibilidad al agua de las personas que viven en las cercanías del río (Las Trochas Nueva Concepción, Escuintla) sea cada vez más difíciles.

Según el Protocolo Facultativo del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (DUDH,2005, Pág. 4.), *“Recordando que la Declaración Universal de Derechos Humanos y los pactos internacionales de derechos humanos reconocen que no puede realizarse el ideal del ser humano libre y liberado del temor y de la miseria a menos que se creen condiciones que permitan a cada persona disfrutar de sus derechos civiles, culturales, económicos, políticos y sociales”*.

Basados en esto es importante conocer cuáles son los Derechos Económicos, Sociales y Culturales (DESC) y su relación con los impactos ambientales que existen en la parte baja del río Madre Vieja. Los DESC son los derechos humanos relativos a las condiciones sociales y económicas básicas necesarias para una vida en dignidad y libertad, y se hablan de cuestiones básicas como el trabajo, la seguridad social, la salud, la educación, la alimentación, el agua, la vivienda, un medio ambiente adecuado y la cultura.

Ya se habló sobre el derecho humano al agua el cual se conoce como primordial para todos los seres humanos; sin embargo, para conocer cuáles son los principales DESC (Derechos Económicos, Sociales y Culturales) se hace necesario realizar una vinculación de los impactos ambientales y cómo estos repercuten en los derechos humanos de las personas aledañas al río Madre Vieja.

El uso primordial identificado de las aguas del río Madre Vieja es fundamentalmente para la irrigación de los cultivos y para abastecimiento de agua de la ganadería, no así para consumo doméstico dado que esta provisión es abastecida por pozos artesanales. Por

consiguiente, el impacto negativo de no disponibilidad en el cauce del río Madre Vieja es la baja producción de los cultivos de subsistencia dada la escasez de agua para riego, lo que afecta el derecho humano a la alimentación y otros.

Dado que existen diversas actividades relacionadas con el uso de las aguas del río Madre Vieja se trató de identificar y categorizar los impactos positivos y negativos de las mismas, a manera de evaluar si existe alguna vulneración de los derechos ambientales (cuadro 11).

Cuadro 11. Impactos de identificación de impactos ambientales de la cuenca baja del río Madre Vieja.

Matriz de impactos ambientales de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja						
Actividades	Positivo	Negativo	Leve	Moderado	Fuerte	Descripción del impacto
Excavación de piscinas de extracción de agua subterránea (norias)		X			x	Para la realización de estas piscinas debe de utilizarse una excavadora, que se considera una maquinaria pesada, lo cual repercute en el tema de ruido, debido a los decibeles. Otro de los impactos es que a causa del área y volumen de agua con el que cuentan estas piscinas el manto freático disminuye, la alteración es evidente cuando los pozos artesanales se secan o bajan su volumen considerablemente.
Extracción de agua superficial mediante bombas de más de 6 PULG de diámetro		X			x	Se estima una disminución de caudal del río Madre Vieja provocando. Además, falta de intercambio de agua dulce y salda para que el mangle se mantenga en las condiciones óptimas.
Construcción de diques para la creación de derivaciones de agua superficial		X			x	Alteración del cauce del río y disminución de los caudales del Madre Vieja.
Excavación de pozos mecánicos de más de 50 ft de profundidad		X			x	La excavación profunda de pozos provoca una alteración negativa sobre la cuenca ya que, si se realiza un uso desmedido de estos, los mantos freáticos bajan su nivel, haciendo que el agua se encuentre cada vez más profunda e incluso alterar de sobremana las aguas subterráneas de la cuenca. Esto repercute en todos los seres vivos que la conforman provocando incluso la muerte de algunos como por ejemplo los peces.
Excavación de pozos de menos de 50 ft de profundidad		X		x		El impacto, aunque sea negativo es moderado sin embargo si se hace desmedido puede llegar afectar de igual forma el manto freático.
Aplicación de químicos en forma aérea y superficial		X			x	Las aplicaciones áreas son realizadas a lo largo de las grandes extensiones de cultivos siendo aplicado sin restricción y seguramente provocando contaminación de las aguas y otros cuerpos.
Quema de caña		X			x	Las emisiones de efecto invernadero que la quema de la caña produce repercuten en el calentamiento global. La diseminación de las partículas que produce la quema de caña provoca también contaminación cuerpos, tales como: agua, ropa, contaminación de la atmósfera en general.
Reforestación	x				x	Se creó un plan de reforestación y se realizó con las personas de la comunidad, sin embargo, es importante mencionar que los efectos positivos de esta actividad se ven reflejados a largo plazo.
Construcción y uso de pozos ciegos para deposición de aguas negras		X			x	Probablemente estas prácticas provocan contaminación de los mantos freáticos libres utilizados para el abastecimiento doméstico de las personas a través de los pozos artesanales.

Dentro de los resultados obtenidos en el cuadro 11, en su mayoría tienden a categorizarse en impactos negativos fuertes, lo cual quiere decir que las actividades realizadas en el área de estudio alteran de una manera no apropiada los elementos ambientales (suelo, aire, agua etc.)

La principal actividad que se realiza en la parte baja de la cuenca es la agricultura extensiva lo cual tiene varias implicaciones ambientales empezando por la utilización del recurso hídrico, que básicamente consiste en la excavación de pozos, extracción y construcción de derivaciones de aguas superficiales. Lo anterior afecta los principios de derecho humano al agua que son accesibilidad y calidad.

Estas actividades repercuten en cadena, es decir, las personas cuyo derecho al agua es vulnerado empiezan a verse vulnerados también los demás derechos. El derecho a la alimentación resulta vulnerado al no tener agua para regar sus cultivos, en este caso maíz, frijol, maicillo, árboles frutales, los que sirven para su ingesta diaria. Además, con las aplicaciones aéreas de químicas hacen, por ejemplo, que las frutas de los árboles caigan de ellos antes de su tiempo de maduración, haciendo imposible su consumo.

Existe una práctica evidente en el área que consiste en la quema sistemática de la caña para el tiempo de zafra, lo cual vulnera principalmente los derechos humanos a la salud y al medio ambiente sano; la contaminación en el aire es visible para cualquiera que llega a esa área durante esta temporada, los cielos se tornan grises debido al humo negro que fluye EN la atmósfera y sus cercanías, es decir las personas que viven y respiran este aire pueden contraer enfermedades de índole respiratoria.

Además, uno de los principios del Derecho Humano al Agua es el acceso y la disponibilidad, los cuales son afectados cuando el cauce del río Madre Vieja disminuye considerablemente su caudal, vulnerando de esta manera el derecho humano al agua de las comunidades aledañas a la parte baja de su cuenca y provocando una inminente pérdida del ecosistema.

## 2.8 CONCLUSIONES

1. El uso de la tierra en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja para el año 2012, la conforman la agricultura anual (maíz y frijol, principalmente), que poseen la mayor cobertura con un área de 12,144 ha, que representan un 38.63 % del área. Los monocultivos de caña, banano, plátano, palma africana ocupan un área de 11,905 ha. representando un 37.87 % del área total.
2. A lo largo del río Madre Vieja desde la parte media de la cuenca (proximidad de Cocales, Suchitepéquez) hasta su desembocadura, se contabilizaron a través de Google Earth 39 derivaciones directas de caudales de agua; el caudal del río en su desembocadura es de 0.36m<sup>3</sup>/s, en la parte media y alta de la cuenca se cuenta con 8 y 9 m<sup>3</sup>/s, respectivamente
3. Dentro del área de estudio existen aproximadamente 11,095 ha de monocultivos; banano, plátano, caña de azúcar y palma africana, este dato sirvió para realizar un estimado de consumo de agua para riego de 4 meses, el que se estimó para la temporada de verano en alrededor de 114,048,000 m<sup>3</sup>.
4. En el año 2003 se estimaron a través de imágenes de Google Earth 648.6 ha de mangle; mientras que en el año 2017 siempre a través de imágenes de Google Earth se estimaron alrededor de 612.8 ha, se estima una reducción en el área de mangle de 35.80 ha en un periodo de 14 años.
5. Basado en la identificación de los impactos ambientales se determinó principalmente que el derecho humano al agua en la parte de accesibilidad es el más vulnerado y esto genera una reacción en cadena en el derecho a la alimentación, medio ambiente sano y salud.

## 2.9 RECOMENDACIONES

1. A nivel nacional se recomienda con carácter de urgente la aprobación de una ley de aguas, la cual permita preservar y hacer un uso sostenible de este recurso tan vital como lo es el agua.
2. Realizar una actualización del mapeo del uso actual del suelo para ir estudiando el avance de la frontera agrícola, y así de esta manera presentar alguna propuesta con el fin de conservación de los recursos.
3. Es importante obtener el cálculo adecuado de un caudal ecológico en función de conservar las especies que dentro de él viven incluyendo la preservación del manglar.
4. Realizar aforos periódicos para contar con datos más exactos sobre el caudal del río Madre Vieja para tener datos más exactos sobre la cantidad de agua que corre en ese cauce.
5. Que las agroindustrias de monocultivo inviertan en nuevas tecnologías para que el riego sea más eficiente y así poder reducir el consumo de agua.

## 2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. ANC (Asamblea Nacional Constituyente, Guatemala). 1985. Constitución política de la república de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 54p.
2. AZASGUA (Asociación de Azucareros de Guatemala). 2010. Historia – Azúcar de Guatemala. Guatemala. Consultado. 26 Jun2018.  
<https://www.azucar.com.gt/historia>
3. CEPAL (Comisión Económica para América Latina, Panamá). 2017. Efectos del cambio climático sobre la agricultura. Panamá. Consultado 2 mayo 2018.  
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/25926-panama-efectos-cambio-climatico-la-agricultura>
4. COPREDEH (Comisión Presidencial Coordinadora de la Política del Ejecutivo en materia de Derechos Humanos, Guatemala). 2008. Los derechos humanos y el cambio climático. Guatemala. 21 p.Consultado19ene. 2019.  
<https://www.ohchr.org/Documents/Issues/ClimateChange/Submissions/Guatemala.pdf>
5. Domínguez, J. 2011. Hacia una buena gobernanza para la gestión integral del recurso hídrico. México, El Colegio de México. Consultado 2 oct- 2018.  
<http://www.oas.org/en/sedi/dsd/IWRM/Past%20Events/D7/6%20WWF-GOBERNANZA%20Final.pdf>
6. Esquit Donis, VE. 2004. Análisis técnico-económico de un sistema de riego por pivote central y un módulo de riego por aspersión móvil en el cultivo de caña de azúcar (*SaccharumofficinarunL.*), en Ingenio La Unión, S.A., Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 124 p. Disponible en[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2057.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2057.pdf)
7. FAO, Italia. 2015. Evaluación de los recursos forestales mundiales. Roma, Italia. Consultado 2 oct. 2018. <http://www.fao.org/3/a-az228s.pdf>
8. Gil Villalba, S 2017. Estudio hidrológico de la cuenca del río Madre Vieja. Guatemala, Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. Consultado 21 ago. 2018. <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2017/07/Estudio-Hidrologico-Madre-Vieja.pdf>.
9. GIMBOT (Grupo Interinstitucional de Bosques y Ordenamiento Territorial, Guatemala). 2012. Documento informativo GIMBOT: Mapa de bosques y uso de la tierra. Guatemala. Consultado 25 ago.2018.  
[http://www.sia.marn.gob.gt/publicaciones/otros/Documento%20informativo\\_GIM](http://www.sia.marn.gob.gt/publicaciones/otros/Documento%20informativo_GIM)
10. Grupo HAME, Guatemala. 2016. Banano. Guatemala. Consultado 15 abr. 2008.  
<http://grupohame.com/banano/>

11. Hurtado, L. 2012. Palma africana y caña de azúcar en Guatemala. USA, ActionAid. Consultado 14 ago. 2017.  
<http://www.actionaid.org/es/guatemala/2012/05/palma-africana-y-ca%C3%B1a-de-az%C3%BAcar-en-guatemala>
12. INE (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala). 2008. Encuesta nacional agropecuaria. Guatemala. Consultado 24 Jun. 2018.  
<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/10/16/iQH6CPCSZUC1uOPe8fRZPen2qvS5DWsO.pdf>
13. Infoagro.com. 2010. El cultivo de la palma africana. España. Consultado 20 jul. 2018.  
[https://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma\\_africana\\_aceitera\\_coro\\_to\\_de\\_guinea\\_aabora.htm](https://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera_coro_to_de_guinea_aabora.htm)
14. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala). 2013. Ríos de Guatemala. Guatemala. Consultado 22 oct. 2017.  
[http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/rios\\_de\\_guatemala.htm](http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/rios_de_guatemala.htm)
15. Martínez-Alier, J. 2006. Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad. Guatemala. Consultado 12 oct. 2018.  
<https://journals.openedition.org/polis/5359>
16. Mejía, J. 2000. Consumo de agua por la palma de aceite y efectos del riego sobre la producción de racimos. Palmas 21(1):51-58.  
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/726/726>
17. Naciones Unidas, Asamblea General. 2010. Resolución aprobada por la Asamblea General el 28 de julio de 2010 [sin remisión previa a una Comisión Principal (A/64/L.63/Rev.1 y Add.1)] 64/292. El derecho humano al agua y el saneamiento. USA.  
[https://www.un.org/en/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=](https://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=)
18. Naciones Unidas, Guatemala. 2008. Pacto internacional de derechos económicos, sociales y culturales. Guatemala, ODADH. 20 p.  
<http://copredeh.gob.gt/wp-content/uploads/Pacto-Internacional-de-Derechos-Economicos-Sociales-y-Culturales.pdf>
19. OEA, USA. 2000 protocolo de reformas al tratado interamericano de asistencia recíproca (TIAR). Costa Rica. Consultado 3 oct. 2018.  
[http://www.oas.org/juridico/spanish/tratados/b-29\(1\).html](http://www.oas.org/juridico/spanish/tratados/b-29(1).html)

20. Ortiz Loyo, MD. 2004. Manejo del trips de la flor (*Frankliniella* sp.) en el cultivo de banano (*Musa sapientum* L.) en Entre Ríos, Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2088.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2088.pdf)
21. Pérez, G. 2010. Estado actual de la información sobre recursos forestales y cambio en el uso de la tierra. *In* Estado de la información forestal en Guatemala. Roma
22. Romero, ER; Scandaliaris, J; Olea, I; Sotillo, S. 2017. Maduración química de la caña de azúcar. Revista Producción Agroindustrial del NOA no. 3. Consultado 14 ago. 2017. [https://www.produccion.com.ar/1997/97may\\_13.htm](https://www.produccion.com.ar/1997/97may_13.htm)
23. Ruano Godoy, EA. 2012. El derecho humano al agua y al saneamiento en Guatemala. Presentado en: Panel: Derecho, globalización; Teoría de las ideas políticas y derecho ambiental (2012, Guatemala). Guatemala, Universidad Rafael Landívar. Consultado 6 nov. 2018. <https://www.ehu.eus/documents/3012743/4522505/Ruano-Godoy-Edgar-Rolando.pdf>
24. SIFGUA (Sistema de Información Forestal, Guatemala). 2010. Cobertura forestal. Guatemala. Consultado 7 dic. 2017. <http://www.sifgua.org.gt/Cobertura.aspx>
25. UN Human Rights Council, Guatemala. 2019. Informe de la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos sobre las actividades de la Oficina del Alto Comisionado en Guatemala (A/HRC/40/3/Add.1). Guatemala. Consultado 2 oct. 2017. <https://reliefweb.int/report/guatemala/informe-de-la-oficina-del-alto-comisionado-de-las-naciones-unidas-para-los-derechos>
26. UN Water. 2015. El derecho humano al agua y al saneamiento. USA. Consultado 12 ago. 2018. [https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human\\_right\\_to\\_water.shtml](https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml)
27. UNPA (Sistema de Naciones Unidas en Panamá, Panamá); Grupo Temático de Género, Panamá; UNICEF, Panamá. 2010. Convención sobre la eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer (CEDAW). Panamá. 56 p. [https://www.unicef.org/panama/spanish/MujeresCo\\_web.pdf](https://www.unicef.org/panama/spanish/MujeresCo_web.pdf)
28. Uribe, J 2008. Ecosistemas manglar. Sobreexplotación y cambios en el uso del suelo. Colombia, Universidad Nacional de Colombia. Consultado 12 sep. 2017. <http://conservacionmanglares.blogspot.com/2008/11/causas-de-la->

degradacin\_24.html

29. Vásquez, L. 2008. Reseña histórica de Nueva Concepción, Escuintla. Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala, s.e. 92 p. (Sinpublicar).
30. WaterFootPrint, USA. 2016. Huella hídrica. Estados Unidos. Consultado 1 oct. 2018. <https://waterfootprint.org/en/>



## 2.11 ANEXOS

Estación	LAT	LONG	ALT (msnm)	Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOBT	SEPT	OCT	NOV	DIC	Promedio	Registro de años		
Irlanda	140900	912548	20	T. Media (°C)	25.7	26.3	27.2	28.2	28.1	27.3	27.4	27.3	26.9	26.6	26.3	25.6	26.9	2003-2016		
				T. Mdx. Promedio (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
				T. Min. Promedio (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
				T. Mdx. Absoluta (°C)	35.5	35.4	36.1	36.5	36.7	35.6	36.0	35.7	35.6	35.2	35.1	35.1	35.1		35.1	35.7
				T. Min. Absoluta (°C)	16.0	17.0	17.7	19.6	20.6	20.8	20.3	20.4	20.6	19.0	17.6	16.5	16.5		16.5	18.8
				H. Relativa (%)	77.4	76.2	76.1	75.7	79.8	83.2	82.0	83.4	84.6	85.3	82.4	80.1	80.5		80.5	
				HRMdx (%)	99.6	99.7	99.5	99.6	99.8	99.9	100.0	99.8	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9		99.9	
				HRMin (%)	33.8	32.7	36.2	35.5	41.5	47.7	48.2	49.4	50.0	48.2	44.8	38.3	42.2		42.2	
				V. Viento (km/hr)	3.6	3.4	3.5	3.8	4.2	6.1	6.1	7.6	8.2	7.0	5.7	6.0	5.4		5.4	
				V. Viento (m/s)	1.0	0.9	1.0	1.1	1.2	1.7	1.7	2.1	2.3	2.0	1.6	1.7	1.5		1.5	
				w/m2	18445.1	19933.1	21328.2	21218.4	20110.6	17760.1	20705.0	20452.4	19430.2	18572.1	18650.7	17686.5	19524.4		19524.4	
				Precipitación (mm)	2.3	1.9	8.7	32.4	142.6	198.4	189.5	333.2	265.6	275.4	67.3	9.9	1527.1		1527.1	
				Lluvia (Días)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				Nubosidad (Octas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				Evapo. Piche (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				Evapo. Tanque (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				Pres. Med (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				Pres. Mdx (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				Pres. Mh (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				Pres. Mdx Abs. (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				Pres. Mh Abs. (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				Insolación (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				Rad (MJ/m2/día)	21.8	23.6	26.0	28.1	28.8	28.7	28.6	28.6	28.1	26.5	23.9	22.0	26.2		26.2	
				Radiación (W*hr/m2)	6053.7	6548.6	7215.9	7795.7	8001.3	7972.9	7937.5	7943.5	7804.9	7351.8	6651.4	6112.3	7282.4		7282.4	
				Radiación (cal/cm2)	520.4	563.0	620.3	670.2	687.9	685.4	682.4	682.9	671.0	632.0	571.8	526.5	626.1		626.1	
				Prec. Efect. (mm)	2.3	1.9	8.6	30.7	110.1	135.4	132.0	158.3	151.6	152.5	60.1	9.7	953.2		953.2	
				Eto. Tanque (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				Eto. Prom (mm/día)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				Eto. Abs (mm/día)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
				Eto. Media (mm/día)	3.6	3.9	4.3	4.6	4.5	4.3	4.7	4.8	4.7	4.4	4.1	4.0	4.3		4.3	
				ETo (mm/día)	4.2	4.5	5.0	5.5	5.3	4.6	4.7	4.8	4.7	4.6	4.6	4.2	4.7		4.7	
				ETo (mm/día)	5.4	5.3	5.0	4.4	3.4	2.8	3.0	3.4	3.7	4.1	4.8	5.1	4.2		4.2	
Eto. Abs. (mm/mes)	112.8	109.1	133.4	136.5	138.7	128.2	145.8	149.5	141.9	135.7	123.0	124.7	1579.2	1579.2						
Eto (mm/mes)	167.3	149.6	154.1	131.7	106.0	85.0	94.1	105.0	110.8	128.0	143.6	157.2	1532.4	1532.4						
																		Penman		
																		Thornthwaite		
																		Hagrees		
																		Penman		
																		Hagrees		

Fuente Bryan, 2019

Anexo 1. Datos meteorológicos de la estación Irlanda.







### **3.1. PRESENTACIÓN**

Como parte del ejercicio profesional supervisado se realizaron 2 servicios en el municipio de La Nueva Concepción, Escuintla y otro en San Andrés Villa Seca, Champerico, Retalhuleu, con el apoyo económico de La Asociación de Agroforestería Comunitaria Utz Che´.

El primer servicio consistió en impartir talleres sobre temas de gestión ambiental a los habitantes de las aldeas de Las Trochas, San Antonio los Encuentros y San Juan la Noria, con el fin de contribuir a elevar el nivel de conocimientos sobre la protección, cuidado del ambiente y su relación directa con los derechos humanos.

El segundo servicio fue la realización de un plano de limitación de un área que se propone alquilar a OCRET, para impulsar el ecoturismo en el área de San Andrés Villa Seca.

**3.2. SERVICIO 1.** Asistencia técnica en la impartición de talleres de gestión Ambiental, en el municipio de Nueva Concepción, Escuintla, San Andrés Villa Seca y Champerico, Retalhuleu.

### 3.2.1. OBJETIVOS

Contribuir a elevar el conocimiento de la gestión ambiental y cuidado de los recursos naturales.

Concientizar a las personas sobre la importancia y brindar herramientas de cuidado de los recursos naturales.

### 3.2.2. METODOLOGÍA

Para la ejecución de los talleres de gestión ambiental participativa fueron necesarios identificar comunidades en la costa sur que fueran parte de la organización de Utz Che´ y tuvieran problemas similares en torno a los recursos naturales, estos se muestran en el cuadro 12.

Cuadro 12. Comunidades donde se realizaron los talleres de gestión ambiental participativa

No	Comunidades	Municipio	Departamento
1	<i>Las Trochas</i>	Nueva Concepción	Escuintla
2	<i>San Juan La Noria</i>		Retalhuleu
3	<i>San Antonio Los Encuentros</i>	San Andrés Villa Seca	Retalhuleu
4	<i>San Antonio Los Encuentros</i>	Champerico	

Fuente: elaboración propia, 2017

A continuación, se mostrarán los detalles del desarrollo de cómo se llevaron a cabo los talleres de gestión ambiental participativa.

- Los talleres duraron un día de 9:00 horas a 15:00 horas.
- En promedio a cada taller asistieron 20 personas entre hombres y mujeres, de esta manera se respetó el proceso educativo.
- En cada taller se realizó una recapitulación de los talleres anteriores
- Se dejaron tareas para que las realizaran, de tal manera que hubiese algunas actividades que se realizaran entre taller y taller. Estas actividades fueron sencillas, para que no se rompiera la dinámica propia de la comunidad.

Las capacitaciones se facilitaron utilizando la metodología participativa con base a la educación popular, con lo cual se pretendió fomentar el pensamiento crítico, proactivo, capaz de analizar las complejas relaciones entre procesos naturales y sociales, identificar problemas concretos y cercanos a la realidad, recoger propuestas de solución a los mismos, formular soluciones de problemas que afrontan diariamente.

Esta metodología se basó en técnicas participativas y dinámicas de grupo que permitieron lograr una buena participación activa, elevando la autoestima y el empoderamiento de las compañeras desde la reflexión individual-colectiva de los temas que se trataron, enfatizando la importancia de los recursos naturales y el papel de las comunidades en la gestión de los recursos naturales.

Desde la concepción pedagógica del aprendizaje los talleres tienen la lógica del Sentir, pensar, y actuar finalizando con una estrategia del pensamiento. De esta forma se logró la triangulación del aprendizaje, que facilita la auto comprensión y elevar las capacidades de desarrollar una visión más crítica de nuestra realidad.

- a. **Preparación y aspectos logísticos y administrativos de cada uno de los talleres.** Se prepararon las condiciones objetivas de cada uno de los talleres, se aprovechó para crear las condiciones subjetivas con la intención de mejorar el desarrollo de los talleres, a partir de crear espacios adecuados que faciliten el aprendizaje, (música, videos, etc.).
- b. **Percepción inicial de los contenidos:** Pequeña encuesta individual de forma escrita y/o mediada de los conceptos básicos que se trabajaron en cada uno de los talleres, con el objetivo de conocer los conocimientos y que sea como punto de comparación del aprendizaje en el momento que se evalúen los contenidos al finalizar cada taller.
- c. **Presentación y objetivos del taller:** Compartir y/o construir los objetivos de cada uno de los talleres y presentación personal entre las presentes.
- d. **Contextualización:** se identificó de forma individual la relación que existe entre nuestra práctica en el contexto en que vivimos, con los conceptos que se trabajaron. Con el objetivo de compartir entre las presentes los saberes y relaciones que se dan en la comunidad.
- e. **Conceptualización:** Compartir con los presentes los conceptos teóricos de los temas propuestas. Se presentaron, no como dogmas, sino como propuestas, procurando dar más de una definición de cada uno de los conceptos, para que puedan tener puntos de comparación y facilitar el pensamiento crítico y la construcción de sus propias definiciones.
- f. **Profundización de los contenidos:** Relacionar la contextualización y la conceptualización para que puedan enriquecer su pensamiento y el cambio de actitudes y prácticas en la comunidad, que contribuyan a desarrollar y mejorar las relaciones en la comunidad y la mejor utilización de los recursos naturales.

- g. **Vuelta a la práctica.** Desde un pensamiento crítico asuman un compromiso con los conocimientos adquiridos y traducirlos en acciones concretas, que den cuenta de los aprendizajes desarrollados (¿qué hacer? / hacia lo externo, hacia la comunidad).

Los talleres contaron con una estructura de temas y objetivos los cuales se describen y desglosan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Módulos y temas que se trataron en cada taller impartido

No	TALLER	Objetivo del Taller	Temas
1	<b>DDHH / DESC y Organización Comunitaria</b>	Conocer los Derechos Humanos fundamentales, así como algunos de sus instrumentos legales y contrastarlos con el nivel organizativo que hay en la comunidad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>1. Derechos Humanos</b></li> <li>2. <b>Organización Comunitaria</b></li> </ol>
2	<b>DDHH, RRNN y Territorio</b>	Profundizar sobre el tema de los Derechos Humanos, reflejarlos con los recursos naturales en nuestro territorio y los procesos que defensa que hay.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Derechos Humanos</b></li> <li>2. <b>Recursos Naturales y ambiente</b></li> <li>3. <b>Territorio</b></li> </ol>
3	<b>Participación e incidencia Política</b>	Hacer una reflexión para la acción sobre la participación comunitario y conocer algunos elementos a tomar en cuenta en los procesos de incidencia política	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Participación</b></li> <li>2. <b>Incidencia Política</b></li> </ol>

### **Equipo de Facilitadores**

Para los talleres fue necesario contar con un equipo de facilitadores los cuales manejaban los temas correspondientes.

Cuadro 14. Equipo de facilitadores en los talleres.

No	Nombre
1	Jorge Ramírez
2	Raisa Marroquín
3	Feliza Juan

### **3.2.3. RESULTADOS**

**Taller 1. DDHH / DESC y Organización Comunitaria.** El primer taller se enfocó principalmente en conocer los Derechos Humanos fundamentales, así como algunos de sus instrumentos legales para que se fortalecieran las organizaciones en Nueva Concepción, Escuintla, Champerico y San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.



Figura 11. Taller en Nueva Concepción,  
Escuintla

**Taller 2. DDHH, RRNN y Territorio**, el segundo taller consistió en Profundizar sobre el tema de los Derechos Humanos contrastados con los recursos naturales en el territorio e implementación de metodologías de gestión ambiental participativa.



Figura 12. Taller en la comunidad de las trochas, Nueva Concepción, Escuintla.



Figura 13. Taller en San Andrés Villa Seca, Retalhuleu

**Taller 3. Participación e incidencia Política**, este último taller se trató principalmente de Hacer una reflexión para la acción sobre la participación comunitario y conocer algunos elementos a tomar en cuenta en los procesos de incidencia política,



Figura 14. Taller en Champerico, Retalhuleu

### **3.2.4. EVALUACIÓN**

Finalmente, se realizaron 12 talleres en total en las 3 comunidades, a los cuales asistieron aproximadamente 20 personas en cada uno. Se condensaron 3 módulos temáticos, en los cuales se enfatizó la relación directa que tiene la gestión ambiental comunitaria y los derechos humanos.

Dentro de los territorios abarcados existen problemas que giran entorno a los recursos naturales y su explotación, por lo que en estos talleres se trató de incentivar el cuidado y conservación de los mismos, todo esto a través de metodologías participativas que permitieran el aprendizaje de distintas definiciones y técnicas para que en conjunto las aplicaran con el pasar del tiempo.

**3.3. Servicio 2:** Elaboración de plano de área de arrendamiento para presentar a OCRET en beneficio de la comunidad de San Andrés Villa Seca.

#### **3.3.1. OBJETIVO:**

- Elaborar un polígono de delimitación del área que se desea arrendar para actividades de ecoturismo en la comunidad de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.

### **3.3.2. METODOLOGÍA**

Durante el EPS se presentó la inquietud por parte de una de las comunidades de base de San Andrés Villa Seca, de convertir un área cercana a la franja costera en un área de ecoturismo para generar ingresos y preservar los recursos naturales.

Basados en la legislación de Guatemala, todas las franjas costeras son consideradas como áreas de reservas del Estado y OCRET (Oficina de Control de Áreas de Reserva Territorial del Estado) es la entidad que se encarga de gestionarlas, por lo que para este caso se consideró un arrendamiento solicitado a OCRET. Para dicha solicitud fue necesario realizar un plano de delimitación del área que se pretende arrendar.

Por lo anterior el plano se realizó de la siguiente manera:

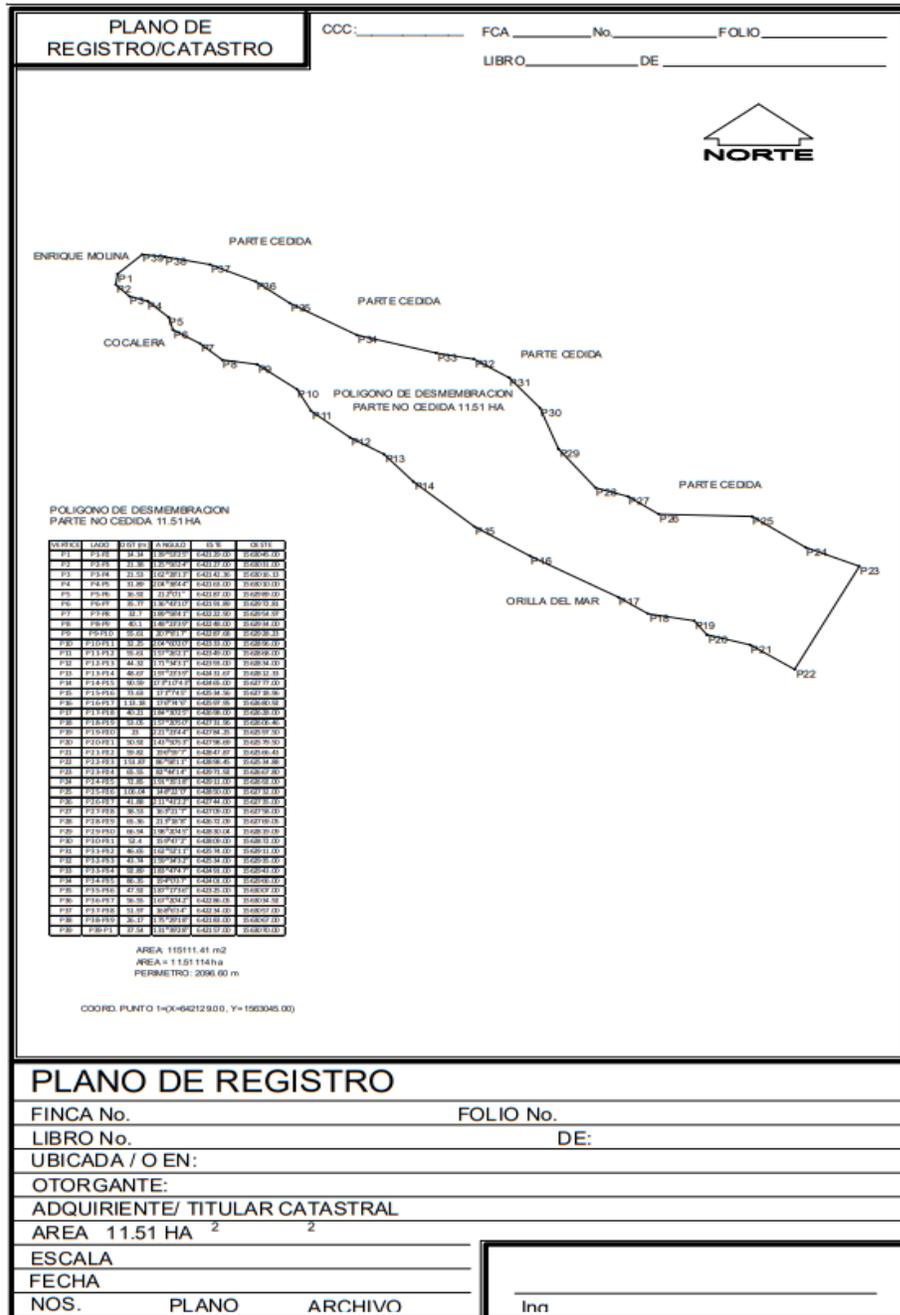
En un primer paso, se realizó una reunión en donde se definió el área requerida para poder establecer un proyecto de ecoturismo.

Con el programa de AutoCad se delimitó el polígono para proceder a graficarlo

Posteriormente, se adjuntó el documento al expediente requerido por OCRET para proceder a la aprobación del alquiler.

### 3.3.3 RESULTADOS

El plano muestra el área que se desea arrendar, la idea es crear un espacio que se designe al ecoturismo que tenga como objetivo principal la conservación y preservación de la fauna y los recursos naturales del área.



Fuente: elaboración propia, 2017

Figura 15. Plano de delimitación de área de arrendamiento.

### **3.3.4. EVALUACIÓN**

Dentro de la reunión realizada con los líderes de la comunidad de San Andrés Villa Seca se estableció el deseo de realizar un proyecto de ecoturismo en un área cerca de la franja costera.

Fue necesario hacer una solicitud a OCRET (Oficina de Control de Áreas de Reserva del Estado). Este plano se adjuntó a un expediente el cual ingresó a OCRET para proceder a su aprobación.

El plano proporciona la información sobre área y delimitación del terreno la cual es de 11.51 ha. correspondiente a los requerimientos de la comunidad y de OCRET.

Al ingresar el expediente éste quedó pendiente de evaluación, el proceso es bastante tardío por lo que el EPS finalizó y aún no se tuvo respuesta.



REF. Sem. 78/2019

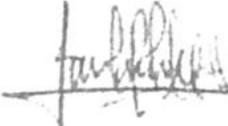
EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "USOS DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RIO MADRE VIEJA Y SU IMPACTO SOBRE LOS DERECHOS HUMANOS Y EL AMBIENTE, EN EL MUNICIPIO DE NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR LA ESTUDIANTE: RAISA ALEXANDRA MARROQUÍN CASTRO

CARNE: 201111984

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Pedro Peláez  
 Dr. José Pablo Prado  
 Ing. Agr. David Juárez

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.




Dr. José Pablo Prado  
 ASESOR ESPECIFICO



Ing. Agr. David Juárez  
 DOCENTE-ASESOR EPS





Ing. Agr. Carlos Fernando López Búcaro  
 DIRECTOR DEL IIA

WNR/nm  
 c.c. Archivo

Ref. SAIEPSA.31.Seg-2021

Guatemala, 4 de noviembre de 2021

TRABAJO DE GRADUACIÓN: USOS DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RIO MADRE VIEJA Y SU IMPACTO SOBRE LOS DERECHOS HUMANOS Y EL AMBIENTE; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESENTADOS EN EL MUNICIPIO DE NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE: RAISA ALEXANDRA MARROQUÍN CASTRO

No. CARNÉ 201111984

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

“USOS DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RIO MADRE VIEJA Y SU IMPACTO SOBRE LOS DERECHOS HUMANOS Y EL AMBIENTE EN EL MUNICIPIO DE NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Dr. José Pablo Prado

Ing. Agr. David Juárez

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

**“Id y enseñad a Todos”**



Vo. Bo. Ing. Agr. M.A. Pedro Peláez Reyes  
**Coordinador Area Integrada – EPS**



cc.archivo  
PPR/azud



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

*Acreditada Internacionalmente*



No. 81.2021

Trabajo de Graduación:	"USOS DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO MADRE VIEJA Y SU IMPACTO SOBRE LOS DERECHOS HUMANOS Y EL AMBIENTE; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESENTADOS EN EL MUNICIPIO DE NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA, C.A."
Estudiante:	Raisa Alexandra Marroquín Castro
Carné:	201111984

"IMPRÍMASE"

  
Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes  
DECANO

