



**FACULTAD DE POSTGRADO
TESIS DE POSTGRADO**

**IMPACTO DEL MANEJO DE LAS CUENCAS
HIDROGRÁFICAS EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA EN PLANTAS HIDROELÉCTRICAS A FILO DE
AGUA**

SUSTENTADO POR:

**DANIELA SARAÍ REYES PEREIRA
RAÚL ANTONIO POSADAS OYUELA**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN**

GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

TEGUCIGALPA, M.D.C., F.M., HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE 2017

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

JOSÉ ARNOLDO SERMEÑO LIMA

**IMPACTO DEL MANEJO DE LAS CUENCAS
HIDROGRÁFICAS EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA EN PLANTAS HIDROELÉCTRICAS A FILO DE
AGUA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MÁSTER EN**

GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

ASESOR

JORGE NÚÑEZ PAGOAGA



FACULTAD DE POSTGRADO

**IMPACTO DEL MANEJO DE LAS CUENCAS
HIDROGRÁFICAS EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA EN PLANTAS HIDROELÉCTRICAS A FILO DE
AGUA**

RAÚL ANTONIO POSADAS
DANIELA SARAÍ REYES

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue conocer el impacto que genera el manejo de las cuencas hidrográficas en las plantas hidroeléctricas para la generación de energía eléctrica, con el objetivo de ver su afectación en la producción de energía, en forma cualitativa y cuantitativa, donde los resultados analizados como ser la energía producida desde inicio de operaciones a la actualidad reflejan una consecuencia del manejo de las cuencas, sumados al cambio climático, en donde la deforestación es uno de los principales actores y la falta de mecanismos que contribuyan a motivar a los pobladores de las zonas afectadas a que protejan estos recursos naturales, de una manera sostenible. En esta investigación se lograron identificar, los programas que han implementado las empresas que operan las centrales hidroeléctricas analizadas, así como los esfuerzos que realizan por enfrentar la barrera de la deforestación, como un tema de carácter social, invirtiendo en la siembra de árboles como el cacao para volver sostenible el cuidado de la zona y que los pobladores se vean involucrados directamente, generando así, ingreso a sus familias. Estos programas son llevados a cabo en conjunto con organizaciones como la FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA) y la empresa privada. Se utilizó como base para

la investigación sobre los programas de reforestación, la planta hidroeléctrica La Gloria, debido a su proyecto piloto para manejo de la cuenca de manera sostenible. Actualidad, Base, Cuantitativa, Deforestación, Energía.



POSTGRADUATE FACULTY

IMPACT OF THE MANAGEMENT OF HYDROGRAPHIC BASINS IN THE PRODUCTION OF ELECTRICITY RUN OF THE RIVER IN HYDROELECTRIC PLANTS

RAÚL ANTONIO POSADAS

DANIELA SARAÍ REYES

ABSTRACT

The purpose of this research was to know the impact generated by the management of hydrographic basins in hydroelectric plants for the generation of electric energy, with the objective of seeing their impact on energy production, in a qualitative and quantitative way, where the results Analyzed as being the energy produced from the beginning of operations to the present day reflect a consequence of the management of watersheds, added to the climatic change, where deforestation is one of the main actors and the lack of mechanisms that contribute to motivate the inhabitants of Affected areas to protect these natural resources in a sustainable way. In this research, it was possible to identify, the programs implemented by the companies that operate the hydroelectric plants studied, as well as their efforts to address the deforestation barrier, as a social issue, investing in the planting of trees such as cacao to make the area care sustainable and that the villagers are directly involved, thus generating income for their families. These programs are carried out with organizations such

as the FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA) and private enterprise. The La Gloria hydroelectric plant was used as the basis for the research, due to its pilot project to manage the basin in a sustainable way. Current, Basis, Quantitative, Deforestation Energy.

DEDICATORIA

A nuestras familias por ser base fundamental en nuestras vidas

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que colaboraron con la investigación, especialmente a nuestro asesor de tesis y a los colaboradores de Grupo Terra, Mi Ambiente y al Instituto de Conservación Forestal y Vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido

ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes del problema.....	2
1.3 Definición del problema	4
1.4 Objetivo del proyecto	4
1.5 Justificación	5
CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO	6
2.1 Análisis de la situación actual	6
2.2 Teoría de sustento.....	9
2.2.1 Análisis de las metodologías.....	9
2.2.2 Antecedentes de metodologías.....	10
2.2.3 Análisis crítico de las metodologías	10
2.3 Conceptualización	10
2.4 Marco legal.....	25
CAPÍTULO III – METODOLOGÍA	28
3.1. Selección de método.....	28

3.2. Selección de la muestra	35
CAPÍTULO IV – RESULTADOS Y ANÁLISIS	37
4.1 Análisis cuantitativo	37
4.1.1 Análisis de los datos de precipitación en el litoral atlántico de Honduras	37
4.1.2 Análisis de los datos de producción, factor de planta y disponibilidad de la planta hidroeléctrica La Gloria	38
4.1.3 Análisis de los datos de producción, factor de planta y disponibilidad de la planta hidroeléctrica San Juan.....	42
4.1.4 Análisis de la cobertura de las microcuencas hidrográficas en la planta de La Gloria	45
4.1.5 Análisis de la cobertura de las microcuencas hidrográficas en la planta San Juan	47
4.2 Análisis cualitativo	48
4.2.1 Entrevista al jefe de planta de La Gloria y San Juan	49
4.2.2 Entrevista a poblador de la cuenca del río Bejucales – planta hidroeléctrica La Gloria	57
4.2.3 Entrevista a experto de Mi Ambiente – Dirección de Evaluación y Control Ambiental (DECA)	57
4.2.4 Entrevista a experto de ICF - Jefe del departamento de cuencas.....	59
4.2.5 Análisis de las entrevistas a los expertos	61
4.2.6 Entrevista a Experto de ICF – Departamento de áreas protegidas y vida silvestre.	62
4.2.7 Entrevista a experto de la industria eléctrica - Exgerente de la ENEE	66
CAPITULO V - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69

5.1 Conclusiones.....	69
5.2 Recomendaciones	73
5.3 Referencias Bibliográficas.....	75
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Potencia instalada de generación en Honduras abril 2017	6
Tabla 2. Datos de generación de energía por año – Hidroeléctrica La Gloria y San Juan	7
Tabla 3. Comparación de una investigación con enfoque cuantitativo y cualitativo.....	30
Tabla 4. Cumplimiento de etapa cuantitativa y etapa cualitativa de la investigación.	35
Tabla 5. Datos de precipitación (mm) - Litoral Atlántico, Honduras	37
Tabla 6. Datos de la Planta Hidroeléctrica La Gloria	39
Tabla 7. Datos Generales Hidroeléctrica San Juan	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de un aprovechamiento a filo de agua	25
Figura 2. Planificación para desarrollar entrevistas	33
Figura 3. Casa de Máquinas Planta La Gloria	39
Figura 4. Ubicación hidroeléctrica La Gloria	40
Figura 5. Gráfico de Factor de Planta por año - La Gloria	41
Figura 6. Gráfico de producción - La Gloria	42
Figura 8. Ubicación Hidroeléctrica San Juan	43
Figura 8. Gráfico de producción anual - San Juan.....	44
Figura 9. Gráfico del Factor de Potencia - San Juan.....	45
Figura 10. Datos de Cobertura del año 2012 de la Microcuenca La Gloria.	46
Figura 11. Datos de Cobertura del año 2016 de la Microcuenca La Gloria	46

Figura 12. Datos de Cobertura de la microcuenca San Juan.....	48
Figura 13. Cacao producido en la Subcuenca del Río Bejucales.....	57
Figura 14. Río Bejucal, aguas arriba de la planta hidroeléctrica La Gloria.....	79
Figura 15. Salida de agua de casa de máquinas – La Gloria.....	79
Figura 16. Casa de Máquinas Hidroeléctrica La Gloria	80
Figura 17. Casa de Máquinas Hidroeléctrica San Juan.....	80
Figura 18. PH San Juan.....	81
Figura 19. Capacitación para productores de Cacao.....	81
Figura 20. Producto de Cacao	82

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.1 Introducción

El agua es uno de los principales insumos de los bienes y servicios de la mayoría de las actividades que realiza la humanidad, y es un recurso vital para el consumo humano y en el desarrollo de actividades industriales, comerciales, productivas, entre otras; dentro de las cuales se encuentra la producción de energía eléctrica. Honduras es un país con un fuerte potencial hídrico, lo que ha permitido que estas fuentes de generación lideren el cambio en el porcentaje de energía renovable en la matriz energética del país.

Esta investigación evalúa el impacto del manejo de la cuenca en la planta hidroeléctrica a filo de agua La Gloria con una capacidad instalada de 5.3 MW, ubicada en el pueblo de Balfate, departamento de Colón, y la planta hidroeléctrica San Juan, con una capacidad instalada de 6.4 MW, ubicada en el municipio de Esparta, en el departamento de Atlántida. El análisis de los resultados se realiza por medio de estudios de casos con un enfoque cualitativo, mediante la recolección de datos cuantitativos de bases de datos de producción de energía, precipitación y cobertura forestal, y datos cualitativos con la aplicación de entrevistas semi estructuradas a especialistas de diversas instituciones relacionadas a la investigación.

Según los resultados obtenidos, se establece que existe un resultado positivo a la generación de energía hidroeléctrica cuando se realiza el manejo adecuado de cuencas. Las centrales hidroeléctricas La Gloria y San Juan no han tenido disminución significativa en la producción de energía y por las características climáticas de la zona litoral, siendo estas las áreas más

lluviosas del país, sin embargo, ha sido afectada por el cambio climático como el fenómeno del niño en 2014 y 2015, esto ha provocado una reducción en la cobertura forestal, lo que ha generado un cambio en el uso del suelo, aumentando la frontera agrícola, debido al incremento de prácticas agrícolas, debido a que la producción en las áreas ya existentes, ya no son muy productivas. Ambas centrales hidroeléctricas desarrollan programas dentro del manejo de las cuencas, principalmente proyectos de reforestación y plantaciones agroforestales, y presentan anualmente un informe a las instituciones encargadas de realizar evaluaciones y controles ambientales, de donde se realizan recomendaciones que permiten realizar un mejor manejo de las cuencas de estas centrales hidroeléctricas.

1.2 Antecedentes del problema

La tendencia a incrementar la generación de energía eléctrica por medio de plantas hidroeléctricas se ha dado a nivel nacional y de Centroamérica, a partir de los años 80, debido a la alta dependencia de los hidrocarburos, su incremento en los precios y que no se ha demostrado que haya reservas de petróleo en el país. Adicionalmente, las características naturales de clima y topografía que favorecen el uso de esta tecnología, como método de generación prioritario a pesar de que representan altos costos de inversión inicial.

La matriz energética de Honduras con generación renovable, según la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), es del 60 %, que incluye, solar, hidroeléctrico, eólico y biomasa. En el subsector eléctrico de Honduras, la aprobación de la Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Fuentes Renovables en el año 2007 ha incentivado el incremento de la instalación de plantas hidroeléctricas de diversas tecnologías. Para el año 2007 se

encontraban instaladas y en operación comercial, 18 plantas hidroeléctricas entre estatales y privadas (con embalse y a filo de agua), mientras que en un período de 9 años se instalaron 24 nuevas plantas hidroeléctricas, por lo que para el año 2016 se encontraban 42 plantas hidroeléctricas (Boletín Estadístico de la ENEE, 2017)

Las plantas hidroeléctricas están ubicadas dentro de cuencas hidrográficas, las cuales deben estar bajo declaratoria, que es un reconocimiento legal y técnico de una zona productora de agua como zona de protección forestal, otorgada por el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), que es el ente del estado al que se le ha conferido la potestad de declarar, restaurar y manejar las cuencas, subcuencas y microcuencas abastecedoras de agua (Instituto de Conservación Forestal, 2010).

Dichas cuencas deben tener un plan de manejo para poder realizar su aprovechamiento y conservación proyectada a 40 años cumpliendo con planes operativos anuales. Sin embargo, en Honduras no todas las cuencas hidrográficas cuentan con declaratorias y planes de manejo por lo que se encuentran más vulnerables ante cualquier fenómeno climático, afectando la disponibilidad y uso de agua, así como deforestación y uso de la tierra (Instituto de Conservación Forestal, 2010)

El trabajo de investigación se realizará en la planta hidroeléctrica a filo de agua La Gloria y la planta hidroeléctrica San Juan, con el desarrollo de estudio de caso, con enfoque cualitativo en el que se realiza investigación de campo, además de comparación y análisis de datos de producción histórica anual, en base a los datos registrados en los boletines estadísticos generados ENEE, La disponibilidad del recurso agua se ha visto alterada por la degradación de las cuencas hidrográficas y su manejo, así como por el Fenómeno del Niño, prolongándose la época seca y la presencia más frecuente de lluvias torrenciales que ocasionan inundaciones (Secretaría de Energía, 2014).

1.3 Definición del problema

Actualmente se observa una variación en la producción de energía hidroeléctrica en las plantas de generación a filo de agua de La Gloria y San Juan, por lo que, se pretende investigar el impacto que ha ocasionado el manejo de las cuencas hidrográficas asociadas y si este impacto ha sido negativo o positivo para mantener el recurso, las posibles causas en la variación de la producción e identificar alternativas para mejorar el manejo de las cuencas bajo estudio.

Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles son los efectos del manejo de las cuencas hidrográficas sobre la producción hidroeléctrica de las Centrales La Gloria y San Juan?
- ¿Cuáles son las principales causas que podrían generar la reducción en la producción de las plantas hidroeléctricas analizadas?
- ¿Qué implicaciones técnicas representan para la ENEE la disminución de energía hidroeléctrica por plantas a filo de agua?
- ¿Qué alternativas de solución se pueden aplicar en el manejo de cuencas hidrográficas para mantener o recuperar el nivel de producción de las plantas hidroeléctricas?

1.4 Objetivo del proyecto

Objetivo General:

Evaluar el impacto del manejo de las cuencas hidrográficas sobre la producción de energía eléctrica en los proyectos a filo de agua de las plantas hidroeléctricas de La Gloria y San Juan.

Objetivos específicos:

- Identificar los efectos del manejo de las cuencas hidrográficas en las plantas hidroeléctricas La Gloria y San Juan.
- Identificar las principales causas de la variación en la producción de energía eléctrica, debido al manejo de las cuencas.
- Identificar las implicaciones técnicas que representa para la ENEE, la falta de disponibilidad de la energía hidroeléctrica de las plantas La Gloria y San Juan.
- Proponer alternativas de solución para el manejo de las cuencas hidrográficas que permitan mantener o recuperar el nivel de producción de energía hidroeléctrica.

1.5 Justificación

La dependencia de hidrocarburos en el país y su alto costo demanda la creación de nuevas fuentes de energía. Honduras cuenta con muchos recursos naturales, entre ellos el agua, los cuales deben ser manejados de manera sostenible. En la actualidad la matriz energética ha tenido importantes avances, y la participación de la producción hidroeléctrica dentro de la generación por fuentes renovables es significativa. La planta hidroeléctrica La Gloria tiene una capacidad instalada de 5.3 MW y para el mes de abril de 2017 estaba operando a 2.5 MW, por lo que se debe investigar la causa de esta reducción en la

producción. Se intenta demostrar si el impacto del manejo de las cuencas hidrográficas es una de las causas y además identificar como afecta esta pérdida de energía a la ENEE. La investigación también incluye la planta hidroeléctrica San Juan.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

2.1 Análisis de la situación actual

En Honduras, se cuenta con generación de energía eléctrica por medio de plantas hidroeléctricas de diferentes capacidades, siendo la más grande la planta hidroeléctrica Francisco Morazán, más conocida como El Cajón. Actualmente existen otras plantas hidroeléctricas de menor capacidad, tanto estatal como privada, con una capacidad instalada de 670.4 MW, equivalente a un 27.5 % del total de la matriz de generación del país, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Potencia instalada de generación en Honduras abril 2017

Tipo de Planta	Abril 2017	
	Potencia Instalada	
	MW	%
Total del Sistema	2,438.9	100
Hidráulica	670.4	27.5
Térmica	974.9	40.0
Biomasa	209.7	8.6
Eólico	175.0	7.2
Fotovoltaica	409.0	16.8

Fuente: (ENEE, 2017)

En Honduras existe una alta dependencia de hidrocarburos, representando el 40 % de su potencia instalada, como se muestra en la Tabla 1. Esta dependencia ha promovido cambios en el marco legal del subsector eléctrico para incentivar el crecimiento de las energías renovables, siendo el agua, el mayor recurso renovable utilizado actualmente. Por lo tanto, el impacto en el manejo de las cuencas hidrográficas es muy importante para la

producción nacional, que incluye plantas hidroeléctricas, volviéndose necesario, desarrollar programas que promuevan su cuidado e incentiven a la población local a protegerlas, lo que representa un tema social y ambiental de alto interés. Este trabajo, tiene como base, la investigación de estudio de caso con enfoque cualitativo enfocado a analizar el impacto del manejo de las cuencas hidrográficas en las plantas hidroeléctricas La Gloria y San Juan, ambos proyectos desarrollados por Grupo Terra, por medio de la empresa Electrotecnia S.A. de C.V, y la empresa Industrias Contempo respectivamente. La planta hidroeléctrica La Gloria, se encuentra ubicado sobre el río Bejucal en una cuenca de más de 78 km² en el municipio de Balfate, en el departamento de Colón, con una capacidad instalada de 5.3 MW (Grupo Terra, 2017). Su operación comercial inició en el año 2006, beneficiando a 79 mil usuarios de energía eléctrica (Grupo Terra, 2017). Según los boletines estadísticos de la ENEE, los valores de capacidad instalada y producción acumulada de cada año, tomada en los meses de diciembre de cada año desde inicio de operaciones para cada central, se muestra en la tabla 2:

Tabla 2. Datos de generación de energía por año – Hidroeléctrica La Gloria y San Juan

Año	La Gloria			San Juan		
	Potencia (MW)		Generación (GWh)	Potencia (MW)		Generación (GWh)
	Instalada	Disponible		Instalada	Disponible	
2007	5.3	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0
2008	5.3	0.0	20.6	0.0	0.0	0.0
2009	5.3	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0
2010	5.3	3.0	30.4	0.0	0.0	0.0
2011	5.3	3.0	17.8	0.0	0.0	0.0
2012	5.3	5.7	22.6	6.4	3.9	40.3
2013	5.3	2.0	28.7	6.4	5.1	37.6
2014	5.3	4.5	23.8	6.4	5	37.2
2015	5.3	1.3	22.7	6.4	6.2	42.5
2016	5.3	5.5	26.6	6.4	6.2	41.4

Fuente: (Empresa Nacional de Energía Eléctrica, 2017)

Para mantener la generación de la planta hidroeléctrica, la empresa Electrotecnia S.A. ha tomado medidas como la implementación de programas socioambientales. Estos programas se desarrollan en coordinación con organizaciones como la Fundación Hondureña de

Investigación Agrícola (FHIA) y la empresa privada, como una iniciativa de protección y manejo de la cuenca, por medio de un proyecto piloto que incluyen la implementación de sistemas agroforestales en las comunidades que se encuentran en la cuenca con la intención de recuperar cobertura forestal y generar un ingreso económico a las familias, beneficiando a 80 productores (Grupo Terra, 2017).

En la planta hidroeléctrica San Juan, se han implementado los programas que exige la normativa hondureña, como ser: reforestación con especies forestales y frutales, teniendo la visión de implementar el programa piloto de La Gloria (fuente: Ing. Patricia Velásquez, 2017).

En Honduras y principalmente a nivel rural, la principal fuente productora de agua para consumo humano la constituyen las áreas de vocación forestal, en las que se ubican sistemas de abastecimientos que suplen de agua a los pobladores de las comunidades para diferentes propósitos pero esencialmente para consumo humano; en términos de generación de energía eléctrica, una porción notable de estas áreas poseen potencial de generación a pequeña escala y ya están siendo aprovechadas (Instituto de Conservación Forestal, 2010), sin embargo, para la conservación, protección y aprovechamiento de estas áreas se creó el mecanismo de Declaratoria de Subcuencas y Microcuencas en el año 1987 por parte del gobierno de la república, el cual consiste en una certificación aprobada vía resolución por la Dirección Ejecutiva del ICF y dicho proceso comienza por iniciativa de las comunidades en presentar solicitud para hacer la declaratoria de la microcuenca o subcuenca de su interés (Instituto de Conservación Forestal, 2010).

En el ámbito nacional, existen muchas iniciativas para la conservación y protección de cuencas, sin embargo, no hay un escenario institucionalizado por lo que las acciones operativas desarrolladas por instituciones gubernamentales y privadas, no se alinean

completamente con los objetivos de los planes de manejo de cuencas. Para armonizar políticas, estrategias y acciones operativas que las diferentes instituciones gubernamentales y privadas que se realizan en el campo del manejo de cuencas hidrográficas, el ICF consideró a bien la formulación de una Estrategia Nacional para el Manejo de Cuencas Hidrográficas que tiene como propósito servir de guía a las instituciones vinculadas a la temática de tal manera que se posibiliten los mecanismos necesarios para alcanzar el manejo óptimo de las cuencas e igualmente sean estos compatibles con las diferentes políticas estratégicas de Honduras, especialmente con la Visión de País 2010-2038 y Plan de Nación 2010-2022; cuyo objetivo principal es definir los lineamientos que orienten las políticas, acciones estratégicas y operativas para el manejo integral de cuencas hidrográficas de Honduras, procurando la participación de todos los actores de la sociedad en general en el contexto de un desarrollo integral social, ambiental y económico para contribuir a la protección y manejo del recurso hídrico del país (Instituto de Conservación Forestal, 2010).

2.2 Teoría de sustento

2.2.1 Análisis de las metodologías

Para determinar el impacto del manejo de la cuenca hidrográfica en las plantas hidroeléctricas La Gloria y San Juan, se utiliza una metodología de estudio de caso por medio del análisis de datos cuantitativos y cualitativos. La recolección de la información se realizó con entrevistas estructuradas con algunos pobladores de las comunidades que pertenecen a la cuenca, personal de planta, responsable del manejo de las cuencas, expertos de la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (Mi Ambiente), de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) y del Instituto Nacional de Conservación Forestal (ICF). Se realizó un análisis comparativo y de resultados de datos de producción de energía, capacidad

instalada, cobertura forestal, y el desarrollo de los programas dentro del plan de manejo de la cuenca, desde su inicio de operaciones, hasta la actualidad.

2.2.2 Antecedentes de metodologías

Antes de comenzar la investigación para seleccionar la metodología, se acudió a fuentes como Mi Ambiente, ENEE, ICF, UNACIFOR, y Zamorano, en busca de información que indicara el uso de alguna metodología para investigar sobre el tema, concluyendo que no se cuenta con evidencia de metodologías para una investigación previa, por lo que partiremos de las metodologías utilizadas para este trabajo.

2.2.3 Análisis crítico de las metodologías

Se ha seleccionado la metodología de estudio de caso con enfoque cualitativo, , debido a que se tiene la ventaja de acceso a la información, apertura de los actores involucrados a la investigación, colaboración por parte de las empresas Electrotecnia S. A. operadora de la hidroeléctrica La Gloria y la empresa Industrias Contempo S. A., operadora de la hidroeléctrica San Juan, así como datos disponibles al público por parte de la ENEE, ICF y Mi Ambiente.

2.3 Conceptualización

Honduras es un país de vocación forestal, ya que el “27% del territorio hondureño (más de 30,000 km²) cuenta con un régimen especial de administración derivado de decretos legislativos, acuerdos ejecutivos y resoluciones municipales, que les declaran como áreas protegidas, parques nacionales, micro cuencas declaradas, entre otros” (Flores, 2014). Cada uno de estos régimen tiene como objetivo la protección de los recursos, “las áreas protegidas

cumplen no solo con propósitos de conservación de la biodiversidad y la vida silvestre, sino también la recarga hídrica de las principales cuencas del país por sus características forestales” (Flores, 2014) (Pág. 61)

En cuanto a la oferta global del agua, Flores 2014 define que:

Para Honduras es de 87,000 hectómetros cúbicos por año, sin embargo, esta disponibilidad es aparente debido a la falta de infraestructura, la cual no permite que se utilice a menos del 9% de la oferta existente, por lo que la demanda actual del consumo de agua potable no es satisfecha y existe una brecha del 15% a nivel nacional (17% rural y 7% urbano); apenas se tienen bajo riego un total de 123,000 hectáreas que tienen en registro al Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). Honduras cuenta con un total de 4000 hectáreas con potencial irrigable, y el aprovechamiento para la generación hidroeléctrica es sustancialmente bajo (Flores, 2014) (Pág. 61).

La Asociación Mundial para el Agua (GWP) establece que:

El clima en Honduras está fuertemente influenciado por los vientos alisios, un sistema predominante de vientos que soplan en dirección noreste desde el mar caribe hacia el océano pacífico. El país tiene dos épocas, una seca y una húmeda, influenciadas por diferentes fenómenos y parámetros climáticos, que producen algunas variantes según la zona del país, las cuales se pueden definir como tiempo seco – húmedo y tiempo seco – caluroso, estación lluviosa de primavera, canícula y estación lluviosa de postrera (GWP, 2015)

Las centrales hidroeléctricas de La Gloria y San Juan, se encuentran ubicadas en el litoral atlántico de honduras, donde las condiciones climáticas de esta área corresponden a un tipo de clima muy lluvioso tropical, siendo octubre y noviembre los meses más lluviosos, mientras marzo y abril, los meses más secos. La precipitación se muestra normalmente en

forma de llovizna, con promedios de 2900 mm aproximadamente y en algunas zonas puede llegar hasta 3100 mm aproximadamente. (GWP, 2015)

El manejo de cuencas consiste en la protección y buen uso de las zonas forestales asociadas a la fuente o fuentes de agua que pueden ser utilizadas para riego, uso doméstico y producción de energía. Estas fuentes de agua toman el recurso de las montañas cubiertas de árboles que con su producción constante de hojas y raíces, retienen el agua de las lluvias y ayudan a filtrarla de manera controlada hacia los ríos. Para manejar la cuenca se requieren programas orientados a la protección de los bosques asociados a las cuencas, en el marco de la conservación y protección, así como la recuperación de áreas perdidas, incluyendo reforestación, de tal manera que el recurso esté siempre disponible. El impacto que puede tener la cuenca por su mal manejo se ve reflejado directamente en las plantas hidroeléctricas, ya que, al disminuir el recurso, se reduce la producción, lo que además impacta en la matriz de generación de energía eléctrica de un país, haciendo necesario el consumo de otras fuentes para generación de energía eléctrica, lo que, a su vez, genera mayor contaminación del ambiente, especialmente si se utilizan hidrocarburos.

Por otro lado, el manejo de las cuencas requiere además de un considerable presupuesto para la implementación de programas que ayuden a su protección, lo que podría ser no considerado al momento del desarrollo de los proyectos hidroeléctricos, además de ser un tema socioambiental de mucha importancia. En este sentido, el involucramiento de todos los actores principales de la cuenca, deben estar conscientes de las consecuencias de un mal manejo y trabajar en un mismo equipo para obtener un máximo aprovechamiento del recurso.

Este tipo de concepto, son de poca exploración en el país, sin embargo, cada vez toman mayor importancia, sobre todo en las pequeñas hidroeléctricas, para las cuales, el manejo de sus cuencas puede ser muy costoso en comparación al tamaño del proyecto, ya que los daños

por deforestación ocasionados por las comunidades cercanas a las cuencas son muy graves, tal como se observa en las hidroeléctricas objeto de análisis en este trabajo de tesis.

Para poder comprender el trabajo de investigación, es importante conocer y entender algunos conceptos teóricos relacionados con el tema analizado:

Cuenca Hidrográfica: “Territorio delimitado por la propia naturaleza (esencialmente por los límites de zonas de escurrimiento de las aguas superficiales que convergen hacia un mismo causa)” (I. Aguilar, 2007, p. 15). En la estrategia nacional para el manejo de cuencas elaborada en el año 2010, se considera a la cuenca hidrográfica como el espacio ideal para caracterizar, diagnosticar, planificar y evaluar el uso de los recursos naturales, el análisis ambiental y el impacto global de las prácticas de manejo dentro de la misma (Instituto de Conservación Forestal, 2010).

Desde el punto de vista social, una cuenca hidrográfica se define como: Espacio social producido por el conjunto de las relaciones e interacciones sociales de aprobación y uso de los recursos que ella contiene. Es decir, los recursos naturales y los habitantes de las cuencas poseen condiciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que les confieren características particulares. (I. Aguilar, 2007, p. 15)

La cuenca está conformada por otros cuerpos de agua como ser Subcuencas que se definen como el “área de escurrimiento superficial de corrientes mayores que fluyen hacia el río principal de la cuenca fluvial” y la Microcuenca, que se define como “el área de escurrimiento superficial de corrientes menores hacia un tributario mayor” (FAO, 2001).

A nivel nacional, las cuencas hidrográficas han tenido mucha importancia para el manejo del recurso agua, Flores, 2014 menciona que:

A inicios de 2010, el Congreso Nacional aprobó un Plan de Nación y Visión de País, con una proyección hasta el 2038, el cual considera como unidad de planificación “la cuenca hidrográfica” que impulsa hacia una gestión integrada de los recursos hídricos en Honduras (Flores, 2014) (Pág. 63).

El manejo de cuencas consiste en la protección y buen uso de las zonas forestales asociadas a la fuente o fuentes de agua que puede ser utilizada para riego, uso doméstico y producción de energía. Estas fuentes de agua toman el recurso de las montañas cubiertas de árboles que son su producción constante de hojas y raíces, retienen el agua de las lluvias y ayudan a filtrarla de manera controlada hacia los ríos. Para manejar la cuenca se requieren programas orientados a la protección de los bosques asociados a las cuencas, en el marco de la conservación y protección, así como la recuperación de áreas perdidas, incluyendo reforestación, de tal manera que el recurso esté siempre disponible. El impacto que puede tener la cuenca por su mal manejo se ve reflejado directamente en las plantas hidroeléctricas, ya que, al disminuir el recurso, se reduce la producción, lo que además impacta en la matriz de generación de energía eléctrica de un país, haciendo necesario el consumo de otras fuentes para generación de energía eléctrica, lo que, a su vez, genera mayor contaminación del ambiente, especialmente si se utilizan hidrocarburos. Este es un concepto para tener muy en cuenta a la hora de desarrollar proyectos de este tipo, ya que deben incluirse los costos por manejo de cuencas, de lo contrario, se tendrá una reducción en la producción en los años futuros después de inicio de operaciones.

Por otro lado, el manejo de las cuencas requiere además de un considerable presupuesto para la implementación de programas que ayuden a su protección, lo que podría ser no

considerado al momento del desarrollo de los proyectos hidroeléctricos, además de ser un tema socioambiental de mucha importancia. En este sentido, el involucramiento de todos los actores principales de la cuenca, deben estar conscientes de las consecuencias de un mal manejo y trabajar en un mismo equipo para obtener un máximo aprovechamiento del recurso.

Este tipo de concepto, son de poca exploración en el país, sin embargo, cada vez toman mayor importancia, sobre todo en las pequeñas hidroeléctricas, para las cuales, el manejo de sus cuencas puede ser muy costoso en comparación al tamaño del proyecto, ya que los daños por deforestación ocasionados por las comunidades cercanas a las cuencas son muy graves, tal como se observa en las hidroeléctricas objeto de análisis en este trabajo de tesis.

Teóricamente, el manejo de cuencas es definido como “Instrumentos directrices para ordenar las acciones que requiere una cuenca hidrográfica, para lograr un uso sostenible de sus recursos naturales” (World Vision, s.f., p. 55) Según el Instituto de Conservación Forestal, 2010, el concepto de manejo de cuencas no ha sido interpretado como tal, en el sentido que este permite manejar los diferentes recursos naturales de un sistema hidrográficos desde un punto de vista integral, donde el ser humano es la clave para el uso y manejo de los recursos naturales y el ambiente en general. Sin embargo, autores citados en la Estrategia Nacional de Cuencas realizada por el ICF en el año 2010, aseguran que las surgido diversas posturas acerca de la manera efectiva y eficiente del manejo de cuencas para obtener los resultados deseados, ya que algunos consideran que depende de las inversiones que se requieren para valorar las externalidades, otros sostienen que los factores sociales son determinantes, una postura con argumento fuerte es la falta de institucionalidad y/o ley de aguas o cuencas débil y finalmente otro grupo considera a la gestión como la acción determinante para realizar un manejo adecuado de las cuencas hidrográficas (Instituto de Conservación Forestal, 2010).

Para el adecuado manejo y protección de las microcuencas, el estado he definido “el proceso de Declaración y protección de microcuencas, el decreto 98-2007 en el artículo 124 de la ley sobre este tópico establece que “se declaran como Zonas de Protección las microcuencas que abastecen o podrían abastecer de agua a poblaciones” (FAO, 2001).

A tal efecto, FAO (2001) define el proceso de declaratoria de microcuencas:

Para realizar el proceso de declaratoria debe existir una solicitud de parte de la sociedad civil (junta de agua, patronato, sociedad de padres de familia, etc.) con el objetivo de legalizar las fuentes de agua, con el fin de mejorar la prevención, protección, conservación y manejo integral de las microcuencas, mediante la ejecución de un plan de manejo. Inicialmente se deben realizar diagnósticos biofísicos y socioeconómicos bajo la supervisión del ICF, los cuales se utilizan para elaborar el documento para declaratoria de áreas protegidas y microcuencas abastecedoras de agua. Como elementos complementarios a los diagnósticos, se realiza la delimitación y demarcación de la microcuenca en coordinación con las corporaciones municipales y el consejo consultivo forestal municipal, quienes serán responsables de su protección y vigencia, supervisados por el ICF; se elaboran mapas conteniendo el área total de la microcuenca, uso actual, uso potencial, estratificación, calidad del agua, medición del caudal, análisis del suelo, etc., donde posteriormente se debe realizar un proceso de socialización mediante el desarrollo de un taller para compartir los hallazgos de las microcuencas, en dicho evento deben participar las organizaciones de la sociedad civil, autoridades municipales, autoridades institucionales (ICF, SERNA, INA) y finalmente se elabora el plan de manejo, en donde se firma un convenio para el manejo y protección de la microcuenca, entre la comunidad, municipalidad, ICF, este último como institución que apoya el proceso. El seguimiento al proceso es realizado por medio de la contraloría (auditoría) comunitaria, por los comités de manejo de la microcuenca

Finalmente, la declaratoria de microcuenca se da por medio de una resolución de la Dirección Ejecutiva de ICF (FAO, 2001).

Un área protegida “es una porción del territorio (terrestre o acuático) cuyo fin es conservar la biodiversidad representativa de los distintos ecosistemas para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos y cuyas características no han sido esencialmente modificadas” (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, s.f.).

Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre 2008, define a las Áreas protegidas como:

Aquellas áreas, cualquiera fuere su categoría de manejo, definidas como tales por esta Ley, para la conservación y protección de los recursos naturales y culturales, tomando en cuenta parámetros geográficos, antropológicos, bióticos, sociales y económicos de las mismas que justifiquen el interés general.

Asimismo, la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre la considera que las características especiales para áreas protegidas son:

- Áreas que contienen muestras representativas de biomasa importantes y rasgos naturales singulares;
- Áreas cuya protección es esencial para la existencia de especies de flora y fauna;
- Área que contiene ecosistemas y hábitat para especies de flora y fauna de valor científico;
- Área habitada por grupos étnicos que conviven en equilibrio armónico con el medio, como parte integral del ecosistema;
- Área entre mareas que ha sido reservada para proteger todo o parte del ambiente comprendido en la misma, incluyendo el agua, la fauna y la flora asociadas y los recursos históricos y culturales;
- Áreas forestales cuya función básica es el abastecimiento de agua; y

- Otras que en base a estudios técnico-científicos se justifique su creación y declaratoria.

(La Gaceta, 2008)

Las áreas protegidas de Honduras actualmente comprenden una superficie aproximada de 3,999.197 has, lo que representa aproximadamente un 36% de la superficie total del país. Esta cobertura la representan 91 áreas protegidas (67 con Decreto Legislativo, 10 con Acuerdo Ejecutivo y 14 áreas protegidas propuestas). Para promover un manejo adecuado de estas áreas el estado estableció el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Honduras (SINAPH). El SINAPH está integrado por el conjunto de áreas naturales legalmente declaradas bajo protección con fines de conservación de la diversidad biológica, incluidas las zonas forestales reservadas, independientemente de su régimen de administración y manejo. En la mayoría de áreas protegidas propuestas y declaradas existe presencia institucional ya sea del Estado, no gubernamental, privado o del sector universitario, lo que indica la disponibilidad y voluntad para el manejo y administración; aunque aún existe el desafío de implementar mecanismos y estrategias para un manejo eficiente y efectivo. (Instituto Nacional de Conservación Forestal, 2009)

Dentro del manejo de las áreas protegidas se considera diferentes componentes:

- La planificación: el SINAPH cuenta con algunos instrumentos valiosos que orientan y avalan la planificación en las áreas protegidas de Honduras: Plan Estratégico del SINAPH 2010-2020 (ICF y SERNA 2009), Planes de Manejo y POAs, entre otros.
- La administración y manejo de las áreas protegidas, las entidades responsables han desarrollado estrategias conjuntas para la consolidación del SINAPH, entre este vale mencionar la implementación del co-manejo en áreas protegidas, la declaratoria de Reservas Naturales Privadas, la implementación de zonas de conectividad entre áreas

protegidas (corredores biológicos locales), y la Estrategia de Zonas de Amortiguamiento. El co-manejo en Honduras fue implementado desde 1995 a través de AFE-COHDEFOR como una estrategia de manejo conjunto. A través del ICF se ha continuado generado hasta la fecha el establecimiento de 29 convenios de co-manejo en 43 áreas protegidas. (Instituto Nacional de Conservación Forestal, 2009)

Dentro de las áreas protegidas existen categorías de manejo como Monumento Natural, Parque Nacional, Refugio de Vida Silvestre, Reserva Antropológica y Reserva Biológica. Para hacer una declaratoria de un área protegida el procedimiento de oficio, en concordancia con el Artículo 327 del Reglamento de la Ley de áreas protegidas y vida silvestre el proceso inicia con un acuerdo emitido por el ICF, el cual debe contener la siguiente información:

- Las justificaciones que motivan la solicitud de declaratoria del área protegida.
- Objetivos del área protegida propuesta.
- Ubicación espacial y física en hoja cartográfica escala 1:50,000, que delimite al área protegida que se propone y su zona de amortiguamiento.
- Categoría propuesta, con su justificación.
- Censo poblacional e información general sobre la tenencia de la tierra, características biofísicas y socioeconómicas existentes del área de que se trata, delimitación georeferenciada con sus respectivos mapas de las pretendidas zonas o sub-zonas de uso.
- Opinión de las municipalidades dentro de cuya jurisdicción se localice el área que se pretenda declarar como protegida y de los consejos consultivos del nivel operativo que corresponda de acuerdo a la comunidad, municipio y departamento donde se localice el área que se desea crear.

- Constancia de la anuencia y participación de las comunidades indígenas o afrodescendientes cuando el área a declarar se encuentre en un territorio inscrito en el Registro de la Propiedad a favor de esos grupos o que esté ocupado por ellos en los últimos cincuenta años.
- Se dará a conocer el por oficio o a petición de particulares, con el fin de informar al público y que los particulares hagan valer sus derechos, el ICF deberá publicar un aviso que deberá contener, además de los aspectos formales del Acuerdo correspondiente.
- Finalmente se informa la decisión del estado respecto a la declaratoria del área en cuestión. (Instituto Nacional de Conservación Forestal, 2009).

Dentro de las cuencas y áreas protegidas, se deben considerar factores importantes en su manejo, tal como:

Según FAO (2001):

El plan de manejo es el instrumento técnico, legal y operativo que establece los objetivos y finalidades de la gestión de una determinada área forestal, incluyendo la programación de las inversiones necesarias y de las actividades silviculturales de protección, conservación, restauración, aprovechamiento y demás que fueran requeridas para lograr la sostenibilidad del bosque, de acuerdo con sus funciones económicas, sociales y ambientales; su vigencia serpa según la rotación que se establezca en función de los objetivos de dicho plan.

“La cobertura forestal es la tierra que se extiende por más de 0.5 ha dotada de árboles de una altura superior a 5 m, una cubierta de dosel superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura *in situ*, no incluye la tierra sometida a un uso predominante agrícola o urbano” (FAO, 2010). El manejo de la cobertura forestal puede realizarse con el objetivo de aumentar la producción de agua mediante la tala selectiva de árboles, de tal manera que la reducción de la interceptación y transpiración de los árboles remanentes sea mayor que el aumento de interceptación y transpiración de la vegetación del suelo más la evaporación del mismo. El mismo autor manifiesta que teóricamente, el método más eficiente para aumentar la producción de agua es eliminar la cobertura forestal manteniendo una cobertura que garantice la protección del suelo. Sin embargo, en la práctica, es el bosque el que garantiza mejor y a más bajo costo una adecuada protección del suelo; el bosque en comparación con otras coberturas vegetales aumenta el flujo base durante épocas secas (COSUDE, 1995).

“La deforestación significa eliminar la cobertura de los árboles en aras de la agricultura, actividades mineras, represas, creación y mantenimiento de infraestructura, expansión de las ciudades y otras consecuencias debidas a un crecimiento rápido de la población” (FAO, 2001). “La deforestación se traduce en una disminución de la superficie cubierta por bosque y que está muy ligada a la degradación que se refiere a la calidad de su estado, respecto a uno o a más elementos del ecosistema forestal” (FAO, 2001).

La deforestación en los trópicos muy a menudo va seguida por un cambio de uso de la tierra que disminuye particularmente la capacidad de infiltración, es por ello que puede disminuir el flujo base durante las épocas secas, ya que la capacidad de infiltración disminuye a un nivel tan bajo que la mayoría del agua proveniente de la lluvia escurre superficialmente (COSUDE, 1995).

La agricultura y ganadería son los procesos productivos que se realizan con cultivos y ganado (bovino, ovino) para proporcionar alimentos. Puede contribuir a las comunidades y medio ambiente de manera positiva generando servicios como la restauración forestal que contribuye a la purificación del aire y del agua, mantenimiento adecuado de las tierras agrícolas y forestales ya que reduce el riesgo y los posibles daños de las inundaciones, corrimientos de tierra y sequías y la cubierta vegetal evita la erosión del suelo y asegura la fertilidad del suelo con procesos biológicos naturales como la fijación de nitrógeno. La ganadería mantiene entornos ecológicos equilibrados mediante el ramoneo, el pastoreo, el ciclo de los elementos nutritivos y la dispersión de semillas. (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica., 2008).

Asimismo, la agricultura puede afectar negativamente la biodiversidad de la tierra ya que muchas prácticas modernas y enfoques a la intensificación dirigidas a lograr altos rendimientos han dado lugar a una simplificación de los componentes de los sistemas agrícolas, la biodiversidad y los sistemas de producción ecológicamente inestable. Estos incluyen el uso de monocultivos, con reducción de la diversidad de cultivos y la eliminación de la rotación o sucesión de cultivos, el uso de variedades de alto rendimiento y los híbridos con la pérdida de variedades tradicionales y la diversidad junto con una alta necesidad de insumos de fertilizantes inorgánicos, el control de las malas hierbas, las plagas y las enfermedades sobre la base de productos químicos (herbicidas, insecticidas y fungicidas), más que de los métodos mecánicos o biológicos (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica., 2008)

Respecto a la producción ganadera Intensivo, afecta cuando se realiza en gran escala los sistemas de producción. El aumento de la demanda de alimento pone en aumento la presión en los sistemas de cultivo, causando como consecuencia, una mayor demanda de agua y de nitrógeno, otros fertilizantes y otros insumos químicos. El énfasis en los sistemas modernos

sobre la cantidad de rendimiento ha llevado a la selección y reproducción de alta producción y la pérdida de las razas tradicionales que celebró otros rasgos, cualidades y adaptaciones, ahora perdido (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica., 2008).

Todo proyecto que se desarrolle dentro de áreas de importancia ambiental o que se encuentre dentro de una alta categoría ambiental, debe ser evaluado por mecanismos para conocer su verdadero impacto al ambiente. Para ello, es necesario comprender que la “licencia ambiental es el permiso extendido por la autoridad del SINEIA, por el cual se hace constar que el proponente ha cumplido satisfactoriamente todos los pasos y requisitos exigidos por la Ley para comenzar el desarrollo de un proyecto” y la auditoría ambiental es la “verificación en el sitio de una obra o actividad en operación, por parte del SINEIA o de una entidad autorizada por medio de un procedimiento ordenado y estandarizado para verificar que dichas actividades humanas no estén provocando daños ambientales irreversibles” (Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, s.f.). Dentro de las evaluaciones ambientales, uno de los requerimientos más importantes a cumplir es el caudal ecológico, su importancia radica en que es necesario contar con un “estimado de la cantidad de agua necesaria para mover las turbinas que se operarán en el sistema; pero además, es necesario proteger los recursos acuáticos, como fauna, micro organismos y plantas que habitan en este tipo de ecosistemas”; así como también las actividades propias del sector social y productivo, en ocasiones el sector eco turístico (Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, s.f.).

Dentro de los conceptos de energía, es importante conocer que la energía hídrica, se refiere al “aprovechamiento de la energía potencial que tiene el agua que se obtiene buscando una caída de agua desde cierta altura a un nivel inferior y luego se transforma en energía

mecánica, con el uso de una turbina” (Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, s.f.). Asimismo, se define que una planta hidroeléctrica “es el conjunto de obras civiles construidas para aprovechar el potencial de generación de energía eléctrica de un cauce natural, en donde el agua en movimiento se utiliza para producir fuerza y mover turbinas que generan electricidad” (Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, s.f.)

La producción de energía hidroeléctrica es una de las más rentables, y aunque el costo inicial de construcción es muy elevado, sus gastos de explotación y mantenimiento son relativamente bajos, los proyectos pueden ser Centrales o Plantas a filo de Agua y Centrales de Generación con Embalse.

Las plantas hidroeléctricas analizadas son del tipo “a filo de agua o agua fluyente”: “Son aquellos aprovechamientos que no disponen de un embalse regulador, de modo que la central trabaja mientras el caudal que circula por el cauce del río es superior al mínimo técnico de las turbinas instaladas, y que deja de funcionar cuando desciende por debajo de ese valor” (*Guía para el desarrollo de una pequeña central hidroeléctrica*, 2006, p. 14)

En la figura 1, se puede ver un esquema de una central hidroeléctrica a filo de agua, donde el azud es la pequeña represa que desvía y acumula una cantidad de agua según el diseño técnico, el canal se encarga de conducir el agua hasta el túnel, previo a la cámara de carga, donde además el sistema puede eliminar los golpes de ariete. Posteriormente el agua es conducida por una tubería forzada, donde se genera la energía cinética que se transmitirá al rodete de la turbina en la casa de máquinas para finalmente enviar el agua utilizada hacia el canal de restitución, encontrándose nuevamente con el río.

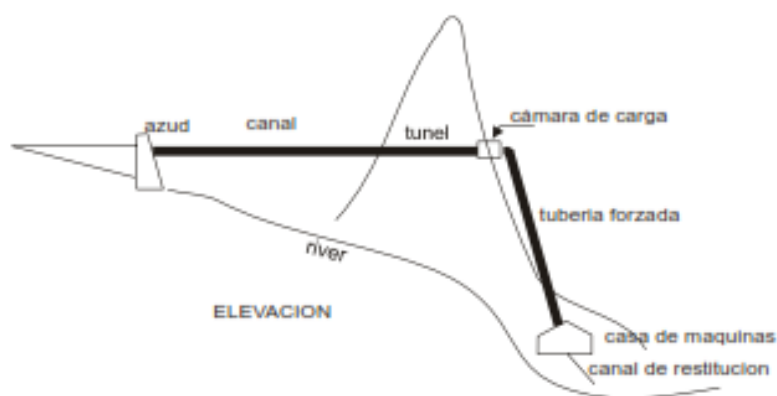


Figura 1. Esquema de un aprovechamiento a filo de agua

Fuente: (ESHA, 2006)

2.4 Marco legal

La legislación ambiental vigente de Honduras incide de forma directa e indirecta en los procesos de evaluación y control ambiental de la producción hidroeléctrica del país (Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, s.f.). La formulación y definición de políticas en el subsector eléctrico de Honduras han sido realizadas por el órgano de Dirección Superior que es Gabinete Energético, la cual cuenta con una Secretaría Técnica encargada de coordinar la elaboración y someter al pleno del Gabinete, los estudios y propuestas técnicas necesarias para impulsar las políticas sectoriales, la cual fue creada por el Decreto Ejecutivo 003-2004 (La Gaceta, 2004). Esta estructura estará funcionando hasta que se realice el proceso de transición a la Secretaría de Energía (SEN) creada mediante un decreto ejecutivo PCM 48-2017, en agosto de 2017. La SEN estará adscrita al Gabinete Sectorial de Desarrollo Económico y es la institución Rectora del sector energético nacional y de la integración energética regional e internacional. Está encargada de proponer al Consejo Nacional de Energía la Estrategia Nacional y las políticas relacionadas con el desarrollo integral y sostenible del sector energético, asimismo la ejecución, seguimiento y evaluación de las estrategias y políticas del sector energético, el cual, entre otras materias, comprende

pero no se limita a los siguientes otros aspectos entre los que se encuentra el aprovechamiento racional de los recursos naturales para la explotación y desarrollo sostenible de las fuentes renovables de energía (La Gaceta, 2017).

La regulación en el subsector eléctrico está a cargo de La Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), creada con la Ley General de la Industria Eléctrica, está a cargo de la aplicación de las normas vigentes que regulan la industria energética (La Gaceta, 2015). Asimismo, Mi Ambiente forma parte de la regulación, sus funciones recaen en realizar regulaciones técnicas relacionadas al ámbito ambiental y social. Es importante mencionar que la transición de la SERNA a Mi ambiente afectó los procesos de trámite de permisos, licencias, etc. (La Gaceta, 2014)

Los proyectos hidroeléctricos deben desarrollarse bajo el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEA) (Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Minas, 1993) bajo la normativa de la Ley General de Ambiente en la que se atribuye la Dirección General de Evaluación y Control Ambiental (DECA) a diseñar, proponer y manejar el SINEAI establecido en el Reglamento de Organización, Funciones y Competencias (Grupo Terra, 2017) del Poder Ejecutivo (Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, s.f.). En el subsector eléctrico del país se promovió la generación con recursos renovables por medio del Decreto 70-2007 con la Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables, con la finalidad de promover con diversos incentivos la inversión pública y/o privada en proyectos de generación de energía eléctrica (La Gaceta, 2007). A partir de la promulgación de esta ley, Mi Ambiente emite disposiciones que regulen la ejecución de los proyectos renovables cuya capacidad instalada de generación sea menor o igual a 3 MW. Estos proyectos estarán exentos de suscribir un contrato de operación y tendrán una modalidad simplificada para obtener una licencia de operación (Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, s.f.).

CAPÍTULO III – METODOLOGÍA

3.1. Selección de método

Para el análisis del impacto de manejo de cuencas hidrográficas en la producción de energía de las plantas estudiadas, se utilizó el método de estudio de caso en base a la literatura estudiada y con el análisis de la naturaleza de la investigación específica de dos casos particulares, por lo que se tiene como objetivo estudiar a profundidad y no hacer un estudio probabilístico.

Eisenhardt (citado en Martínez, 2006) concibe el estudio de caso contemporáneo como “una estrategia de investigación dirigida a comprender las dinámicas presentes en contextos singulares”. Podría tratarse de un caso único o varios casos, combinando distintos métodos para la recolección de evidencia cualitativa o cuantitativa con el fin de describir, verificar o generar teoría (Martínez Carazo, 2006).

Chetty (citado en Martínez, 2006) indica que el método de estudio de caso es una metodología rigurosa que:

- Es adecuada para investigar fenómenos en los que se busca dar respuesta a cómo y por qué ocurren.
- Permite estudiar un tema determinado.
- Es ideal para el estudio de temas de investigación en los que las teorías existentes son inadecuadas.
- Permite estudiar los fenómenos desde múltiples perspectivas y no desde la influencia de una sola variable.
- Permite explorar en forma más profunda y obtener un conocimiento más amplio sobre cada fenómeno, lo cual permite la aparición de nuevas señales sobre temas que emergen, y

- Juega un papel importante en la investigación, por lo que no debería ser utilizado meramente como la exploración inicial de un fenómeno determinado.

Sin embargo, Martínez (2006) afirma que:

“El prestigio de esta metodología es bajo y no suele considerarse como buena estrategia para realizar investigación científica pero la metodología cualitativa ha ido ganando gran interés dadas las posibilidades que presenta en la explicación de nuevos fenómenos y en la elaboración de teorías en las que los elementos de carácter intangible, táctico o dinámico juegan un papel determinante” (Martínez Carazo, 2006).

En base a lo analizado con lo citado anteriormente, se realizó el estudio de casos para esta investigación en la cual se desarrolla una mezcla mixta de la información, que ocurre cuando los resultados cuantitativos iniciales informan a la recolección de los datos cualitativos. Los descubrimientos de ambas etapas se integran en la interpretación y elaboración del reporte del estudio. Los resultados cualitativos se utilizan para auxiliar la interpretación y explicación de los descubrimientos cuantitativos iniciales, así como profundizar en éstos (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

Sin embargo, la metodología de investigación plantea un enfoque más cualitativo que cuantitativo, por el tipo de información recaudada. “La metodología cualitativa se plantea para descubrir o plantear preguntas que ayuden a reconstruir la realidad tal como la observan los sujetos de un sistema definido” (García Hernández, Martínez Garrido, & Martín Martín, s.f.)

García (s.f.) afirma:

La investigación cualitativa trata de captar el contenido de las experiencias y significados que se dan en un único caso, más que variables exactas se valoran conceptos. El investigador necesita integrar también en sus estudios los puntos de vista de los participantes, es por esto que resulta un proceso flexible, basado en modelos de recolección de datos tales como descripciones, observaciones y diálogos sobre cuestiones abiertas.

Para entender mejor la metodología con el enfoque cualitativo que se utiliza en la investigación, se presentan importantes diferencias con el enfoque cuantitativo, analizadas por García, s.f.:

Tabla 3. Comparación de una investigación con enfoque cuantitativo y cualitativo.

Diferencia	Enfoque Cuantitativo	Enfoque Cualitativo
Punto de partida	Hay una realidad que conocer.	Hay una realidad que descubrir.
Premisa	La realidad del fenómeno social puede conocerse con la mente.	La realidad del fenómeno social es la mente. Los individuos construyen la realidad dándole significados.
Datos	Pretende acotar la información mediante medición y cuantificación.	Busca la expansión de la información. Los datos previenen del lenguaje natural.
Finalidad	Se busca reportar qué sucede, analizar hechos que den información específica de una realidad que se puede explicar y predecir.	Se busca entender el contexto y/o el punto de vista del actor social.
Paradigma	Positivismo: medición.	Humanista-hermenéutico: interpretación.

Fuente: Elaboración del autor basada en: (García Hernández, Martínez Garrido, & Martín Martín, s.f.)

En la investigación se hizo la recolección de información cuantitativa con la consulta de base de datos de instituciones gubernamentales y privadas relacionadas a la investigación, dichas bases proveen información confiable, validada y actualizada que se utiliza a nivel nacional. Con respecto a la información cualitativa, la recolección se realizó por medio de entrevistas realizadas a diferentes actores, tales como expertos de cada campo técnico, personal técnico de las empresas desarrolladoras y pobladores de la zona. Anteriormente se analiza que se realiza una investigación con un enfoque cualitativo, por lo que la mayor cantidad de información se generó a través de las entrevistas. Es importante conocer la entrevista como técnica de investigación, por lo que se estudian diferentes conceptos.

“La entrevista es la técnica con la cual el investigador pretende obtener información de forma oral y personalizada; la información versará en torno a acontecimientos vividos y aspectos subjetivos tales como actitudes, opiniones y valoración relacionados a la situación estudiada” (García Hernández, Martínez Garrido, & Martín Martín, s.f.).

Las entrevistas son espacios en los que se cambia información entre el entrevistado y entrevistador y se logra una comunicación y la construcción conjunta de significados respecto al tema investigado (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

Sierra 1998, asegura que “la entrevista es un instrumento eficaz y de gran precisión, puesto que se fundamenta en la investigación humana, aunque cuenta con un problema de delimitación por su uso extendido de diversas áreas de conocimiento”.

En base al análisis de las definiciones anteriores y retomando el análisis se establece según el criterio de García (s.f.) que la entrevista implica:

Un sistema de comunicación interpersonal que integra tanto al entrevistador, como al entrevistado. Su objetivo fundamental es la recolección de información, tanto la objetiva que aclaren los sujetos, como los rasgos subjetivos que se desprendan de su observación

(sensaciones, estados de ánimo), precisa tener claro un referente, un código, un mensaje y un medio de transmisión, el entrevistador debe enfocar y dirigir la conversación para conseguir los objetivos que se han propuesto, la información es costosa, por lo que requiere de planificación, tiempo, codificación y minucioso análisis, donde finalmente para darle validez y fiabilidad debería llevarse a cabo una triangulación, comparando la información obtenida con las de otras entrevistas y complementándola con las de otras técnicas de recolección.

Comprendiendo la técnica de la entrevista, es importante definir que existen diferentes tipos, por lo que se diferencian en su estructura y diseño al momento de desarrollarse. Según García (s.f.) los tipos de entrevista son estructuradas, semiestructuradas y no estructuradas. En base a la literatura estudiada se establece que en la investigación se utilizará la entrevista semiestructurada.

García (s.f.) define a la entrevista semiestructurada:

- El investigador previamente a la entrevista lleva a cabo un trabajo de planificación de la misma elaborando un guion que determine aquella información temática que quiere obtener.
- Existe acotación en la información y el entrevistado debe remitirse a ella. Ahora bien las preguntas que se realizan son abiertas. Se permite al entrevistado la realización de matices en sus respuestas que doten a las mismas de un valor añadido en torno a la información que den.
- Durante el transcurso de la misma se relacionarán temas y se irá construyendo un conocimiento generalista y comprensivo de la realidad del entrevistado.
- El investigador debe mantener un alto grado de atención en las respuestas del entrevistado para poder interrelacionar los temas y establecer dichas conexiones. En caso contrario se perderían los matices que aporta este tipo de entrevista y frenar los avances de la investigación.

Para la correcta aplicación de las entrevistas, Bisquerra (citado en García, s.f.) establece un modelo que secuencia la planificación de la entrevista en tres momentos o etapas:

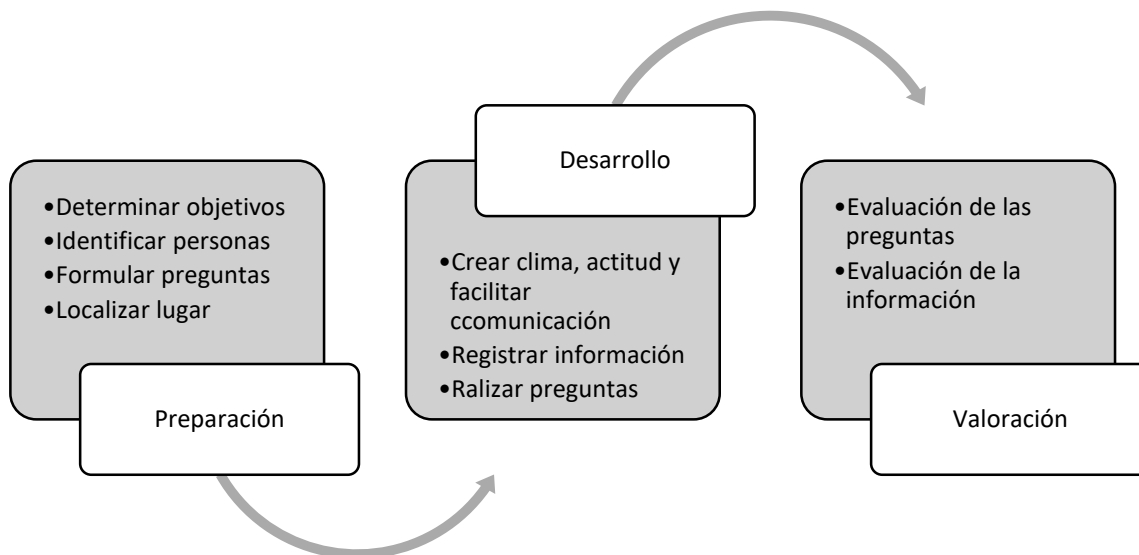


Figura 2. Planificación para desarrollar entrevistas

Fuente: Elaboración propia basada en: (García Hernández, Martínez Garrido, & Martín Martín, s.f.)

En la figura 2, se detalla un modelo de la planificación, el cual fue tomado para la aplicación de las entrevistas en esta investigación. En la etapa de preparación se definen los objetivos de la entrevista en donde el investigador se documenta sobre los aspectos que se van a tratar y ser capaz de describirlos en función de los referentes teóricos que considere oportuno para su investigación, se identifican las personas a entrevistar haciendo un análisis del perfil profesional, se formulan las preguntas cuidando la terminología y vocabulario, deben ser contextualizadas sin crear sesgo o conducir a una respuesta determinada y finalmente se debe localizar y preparar el lugar donde va a realizarse la entrevista procurando que sea un espacio cómodo para los participantes (entrevistado y entrevistador). En la etapa de desarrollo de la

entrevista se debe crear un clima familiar y de confianza, mantener una actitud abierta y positiva para favorecer la dinámica de comunicación utilizando lenguaje familiar, presentándose profesionalmente, establecer duración de la entrevista y registrar la información para lo que generalmente se utiliza una grabadora y se hacen anotaciones por escrito. Finalmente, se hace la valoración de las preguntas de entrevistas y el análisis de la información obtenida en base a los objetivos establecidos en la investigación, se debe recolectar información suficiente para describir y comprender la situación de estudio y calidad de información e identificar si se obtuvo información superficial y profunda y si es necesario realizar indagación por otros medios. (García Hernández, Martínez Garrido, & Martín Martín, s.f.)

Para formulación de preguntas se requiere de tiempo y concreción. Para redactarlas se debe tener en consideración el tipo de pregunta, orden y objetivo; García s.f. identifica que existen tres tipos de preguntas: principales/esenciales, exploratorias o de prueba y de seguimiento. En base a la literatura estudiada se establece que en la investigación se utilizarán preguntas principales/esenciales. García, s.f. las define:

- Con el guion de la entrevista, el tema principal se reparte en varias preguntas relacionadas y flexibles que pueden cambiar según el desarrollo de la entrevista.
- Cabe cuestionarse si se cubren las preguntas las preguntas todo el tema, si están interrelacionadas y si el flujo de una pregunta a otra es fluido.
- Asegurarse de que las preguntas son congruentes con el diseño.

La dinámica de trabajo en la investigación se expone a continuación:

Tabla 4. Cumplimiento de etapa cuantitativa y etapa cualitativa de la investigación.

Actividad	Etapa Cuantitativa	Etapa Cualitativa
Recolección de información	Análisis de base de datos de datos de la ENEE, ICF, Mi Ambiente, empresa Electrotecnia S.A. y la empresa Industrias Contempo.	Investigación de campo por medio de la aplicación de entrevistas estructuradas a pobladores de las comunidades de las cuencas hidrográficas, expertos de ENEE, ICF, Mi Ambiente y de las empresas Electrotecnia S.A. e Industrias Contempo.
Análisis de información	Cumplimiento de procedimientos, requisitos.	Perspectivas, criterios técnicos, experiencias.

En la Tabla 4, se muestra las actividades que se realizarán para cumplir con la recolección y análisis de la información. En el caso de los indicadores estudiados son la producción anual de energía, capacidad instalada, Dichos indicadores serán respaldados por la información que se recolecte de las entrevistas a los expertos relacionados a los estudios de caso.

3.2. Selección de la muestra

Según Hernández Sampieri, 2010, la muestra para el estudio de caso pueden ser uno o varios casos de estudio, donde el objetivo es la riqueza, profundidad y calidad de la información, no la cantidad ni la estandarización (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

En la investigación se utilizó un muestreo no probabilístico y el estudio se realiza en dos cuencas hidrográficas; las plantas hidroeléctricas de Las Glorias y San Juan, las cuales se encuentran en la misma región del país, litoral atlántico, ambas desarrolladas por Grupo Terra y con una capacidad de generación relativamente similar, aunque construidas en diferentes años.

Para la recolección y análisis de cada estudio de caso se realizan entrevistas aplicadas a pobladores de las comunidades que se encuentran dentro de la cuenca, procurando seleccionar personas que tienen mejor manejo de la información y apertura a ser

entrevistados. Las entrevistas aplicadas a los expertos que estén a cargo del tema de energía y recursos naturales de las empresas gubernamentales del país y las empresas que operan las plantas hidroeléctricas, es decir, los encargados de las generaciones de energía y la gestión ambiental en las plantas hidroeléctricas.

El análisis de los datos sobre precipitación se realiza con la base de datos de la Dirección de Recursos Hídricos de Mi Ambiente, específicamente de los Servicios Hidrológicos y Climatológicos. Esta base es la más utilizada debido a que es la más antigua establecida a nivel nacional. Se consideran las estaciones ubicadas en el litoral atlántico del país, específicamente de La Unión, Corralitos y San Francisco en Atlántida. Estos datos se recolectan diariamente por las personas responsables correspondientes y luego son transmitidos por medio telefónico a las oficinas principales de Mi Ambiente (Mi Ambiente, 2017)

La capacidad instalada y generación eléctrica se recolectaron de las estadísticas de la ENEE, que son los datos oficiales reportados por cada empresa hidroeléctrica del país y los relacionados a la cobertura forestal que se consultaron en el Centro de Información y Patrimonio Forestal (CIPF) de ICF y finalmente se procedió a relacionar con los datos obtenidos en campo para obtener conclusiones y poder hacer recomendaciones.

La base de datos del CIPF utiliza la aplicación desarrollada por CATHALAC, que tiene como base portalgis, un aplicativo WEB de la familia ESRI útil para la publicación de mapas y geoprocesos en línea, para este caso: http://portalgis.cathalac.org/cuencas_hn/, el cual utiliza algoritmos para la generación de límites de una cuenca hidrográfica, tomando en cuenta datos de pendiente (provenientes de un raster con datos mundiales), cursos de agua y un punto específico del curso de agua en la cuenca de interés; la aplicación crea los límites de la cuenca en formato de figuras con extensión shp, a fin de ser manipulado por cualquier

programa relacionado (CIPF-ICF, 2017). Para la elaboración de los mapas de cambios de cobertura se realiza la interpretación de tres bases de datos esenciales: cobertura en el año de inicio de análisis, límites de cuencas de interés y por último, pérdidas y ganancias del bosque, estos datos son producto de la interpretación de imágenes satelitales, provenientes de los sensores remotos Rapid Eye, Landsat 7 y Landsat 8, con los que se obtuvieron datos para los años 2012 y 2016 (CIPF-ICF, 2017). Para el cálculo de las áreas de cada una de las coberturas se realiza una intersección entre los límites de la cuenca y el mapa de cobertura, luego se analizan los datos de pérdidas y ganancias de área de bosque para determinar los lugares y la cifra exacta donde sucedieron los cambios (CIPF-ICF, 2017).

CAPÍTULO IV – RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se analiza por separado los resultados obtenidos para las plantas hidroeléctricas a filo de agua de La Gloria y San Juan, comenzando por la parte cuantitativa, dado que la metodología utilizada lo permite y es en este punto donde se pretende determinar si las plantas de generación han reducido o aumentado su producción de energía eléctrica y determinar si el manejo de las cuencas asociadas a cada planta tiene impacto en dicho resultado.

4.1 Análisis cuantitativo

Se inicia con el análisis de resultados con la planta hidroeléctrica La Gloria, dado que en esta planta está en marcha un proyecto piloto como parte del manejo de la cuenca.

4.1.1 Análisis de los datos de precipitación en el litoral atlántico de Honduras

Para analizar los datos de producción de energía, es necesario evaluar el comportamiento de la precipitación en la zona donde están ubicadas las centrales La Gloria y San Juan.

Tabla 5. Datos de precipitación (mm) - Litoral Atlántico, Honduras

Año	Estación Meteorológica JFK	Estación Meteorológica La Unión	Estación Meteorológica de Corral
2012	2151.8	2010.4	1590.6
2013	2943.3	2742.5	2192.5
2014	2523.5	2359	2096.5
2015	2552.5	1876.8	1218.2
2016	2925.4	2739.5	2699.5

Fuente: Elaboración propia basada en: (Mi Ambiente, 2017)

En la Tabla 5, se muestran los datos en milímetros, como se estudió en la teoría, “la zona atlántica del país es la más lluviosa, teniendo 167 días con lluvias” (Mi Ambiente, 2017). En 2014 y 2015 se registró la menor una menor cantidad de precipitación, esto como resultado del fenómeno del niño, impactando en la economía del país, provocando escasez de granos básicos en 146 municipios de 13 departamentos del territorio nacional (GWP, 2015)

4.1.2 Análisis de los datos de producción, factor de planta y disponibilidad de la planta hidroeléctrica La Gloria

Desarrollada por Terra Energía, División de Grupo Terra, a pocos meses de entrar en operación la planta sufrió una inundación producto del desbordamiento del río Bejucal, que alimenta la planta hidroeléctrica, a causa de una depresión tropical, en donde se perdió la casa de máquinas junto a los equipos electromecánicos, por lo que se tuvo la necesidad de reconstruir la planta tal como se observa en la figura 3.



Figura 3. Casa de Máquinas Planta La Gloria

Fuente: (Grupo Terra, 2017)

Tabla 6. Datos de la Planta Hidroeléctrica La Gloria

Nombre del Proyecto	La Gloria
Tipo de Planta	A filo de Agua
Ubicación:	Balfate, Colón, a 45 km de La Ceiba
Capacidad Instalada	5.8 MW
Inicio de Operaciones	2006
Nombre del Afluente	Río Bejucal
Tamaño de la cuenca	Más de 78 km ²
Población Beneficiada	79,000 usuarios
Beneficios Ambientales	26,488 toneladas de CO2 anuales

Turbina	Francis 2.9 MW
Caudal de diseño	3.5 m ³ /s
Conectada a la línea	L333

Fuente: (Grupo Terra, 2017)

En la tabla 6, se describen los datos generales de la planta hidroeléctrica La Gloria.

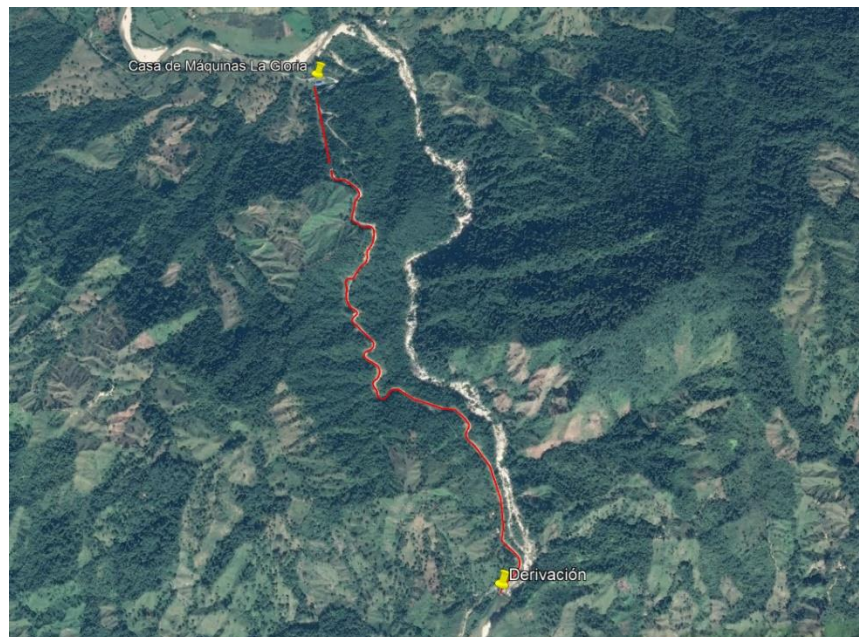


Figura 4. Ubicación hidroeléctrica La Gloria

Fuente: Elaboración propia con Google Earth

En la figura 6, se muestran los valores de generación desde el año 2008 hasta 2016. Se logra observar que los meses de mayor generación son octubre a abril en forma cíclica. En los últimos 6 años, el factor de planta fue en promedio del 46%, siendo en 2010 y 2013 los años con el mejor factor de planta, de 51% y 56% respectivamente, como se muestra en la figura 5. Lo anterior indica una variación en la producción y no reducción por falta de recurso hasta este punto, considerando que es la zona con mayor precipitación del país, por lo que no se ha

tenido una reducción por falta de recurso en estos años, a pesar de los efectos de los fenómenos climáticos.

En el gráfico de la figura 5, se observa el comportamiento del factor de planta por año. La producción es similar con una variación de 14% entre el factor de planta más alto en 2013 y el factor de planta más bajo en 2015, mostrando nuevamente una variación sin reducción de la producción y que, en algunos años, se ha incrementado, incluso arriba del año 2008, si se toma este como base, dónde el factor de planta fue del 35%.

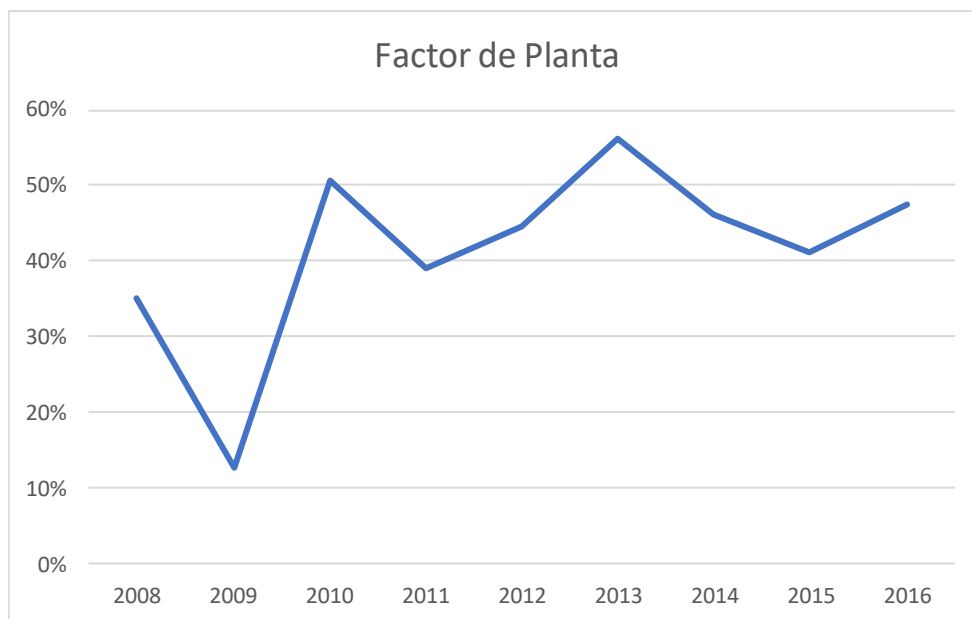


Figura 5. Gráfico de Factor de Planta por año - La Gloria

Fuente: (Empresa Nacional de Energía Eléctrica, 2017)

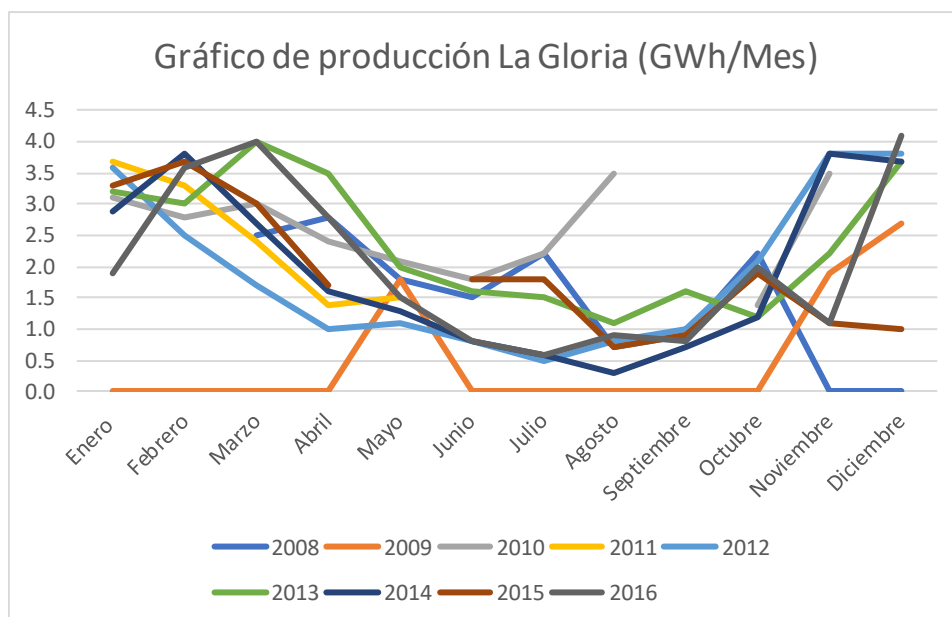


Figura 6. Gráfico de producción - La Gloria

Fuente: (Empresa Nacional de Energía Eléctrica, 2017)

4.1.3 Análisis de los datos de producción, factor de planta y disponibilidad de la planta hidroeléctrica San Juan.

La planta hidroeléctrica de San Juan, desarrollada por Terra Energía, División de Grupo Terra. Su aprovechamiento es a filo de agua y está ubicada en el municipio de Esparta, Atlántida, sobre el río San Juancito, en una cuenca de más de 22.6 km². La planta es operada por la empresa Industrias Contempo S.A. y está conectada a la línea L312 de la ENEE.

Tabla 7. Datos Generales Hidroeléctrica San Juan

Nombre del Proyecto	San Juan
---------------------	----------

Ubicación:	Esparta, Atlántida, a 50 km de La Ceiba
Capacidad Instalada	6.4 MW
Inicio de Operaciones	2012
Nombre del Afluente	Río San Juancito
Tamaño de la cuenca	22.6 km ²
Población Beneficiada	86,000 usuarios
Beneficios Ambientales	24,746 toneladas de CO2 anuales
Turbina	Pelton
Caudal de Diseño	2.5 m ³ /s

Fuente: (Terra, 2017)



Figura 7. Ubicación Hidroeléctrica San Juan

Fuente: (Terra, 2017)

En la figura 9, se muestran los valores de generación desde el año 2012 hasta 2016. Se logra observar que los meses de mayor generación son octubre a marzo en forma cíclica. En 5 años de operación hasta 2016, el factor de planta fue en promedio del 47.5%, siendo en 2014 y 2015 los años con el mejor factor de planta, como se observa en la figura 10. Lo anterior indica una variación en la producción y no reducción por falta de recurso hasta este punto, considerando que esta zona es la de mayor precipitación del país, por lo que no se ha tenido reducción en la producción de energía por falta del recurso en estos años, a pesar de los efectos provocados por los fenómenos climáticos.

En la figura 10, se muestran los factores de planta por año, en donde se puede observar que la producción tiende a incrementar.

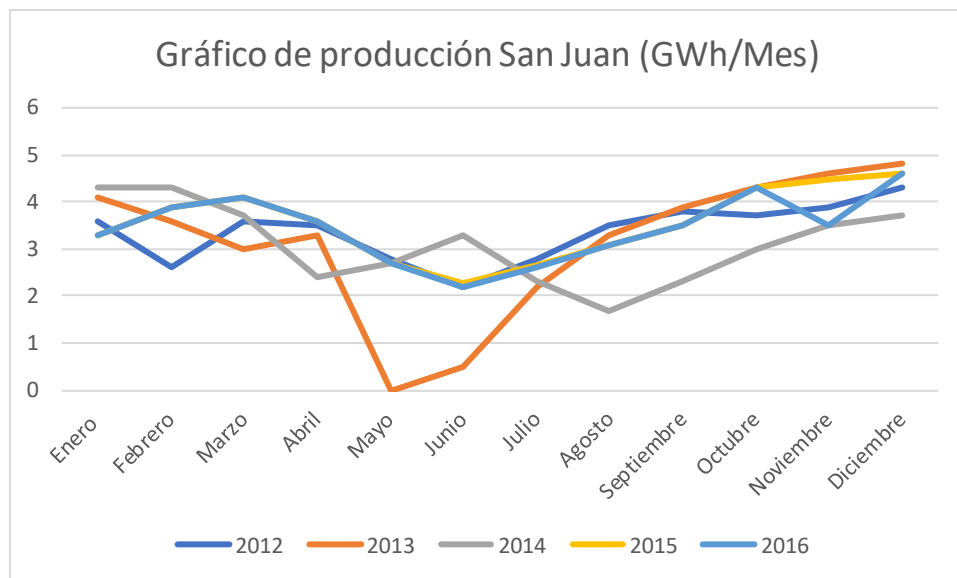


Figura 8. Gráfico de producción anual - San Juan

Fuente: (Empresa Nacional de Energía Eléctrica, 2017)

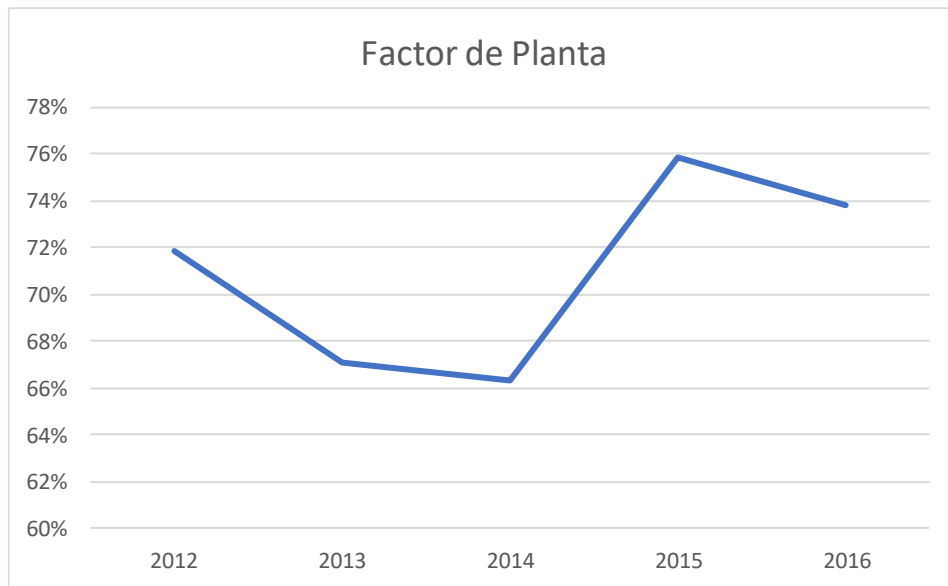


Figura 9. Gráfico del Factor de Potencia - San Juan

Fuente: (Empresa Nacional de Energía Eléctrica, 2017)

4.1.4 Análisis de la cobertura de las microcuencas hidrográficas en la planta de La Gloria

Como parte de los datos cuantitativos se encuentra el análisis de la cobertura de cada microcuenca, haciendo un comparativo entre el año 2012 y el año 2016.

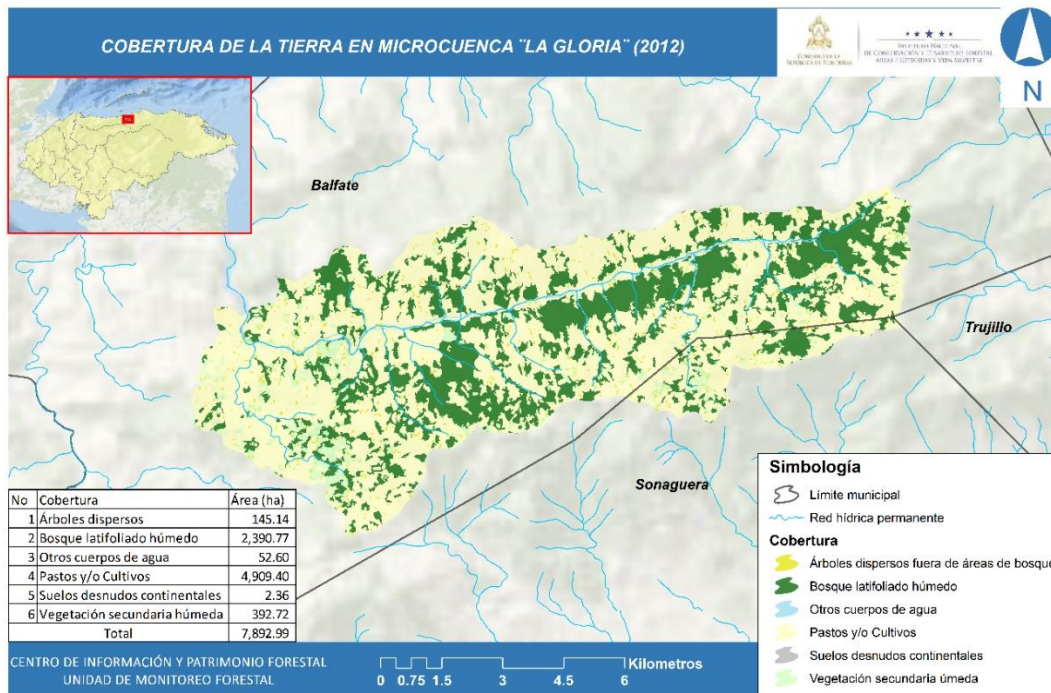


Figura 10. Datos de Cobertura del año 2012 de la Microcuenca La Gloria.

Fuente: (CIPF-ICF, 2017)

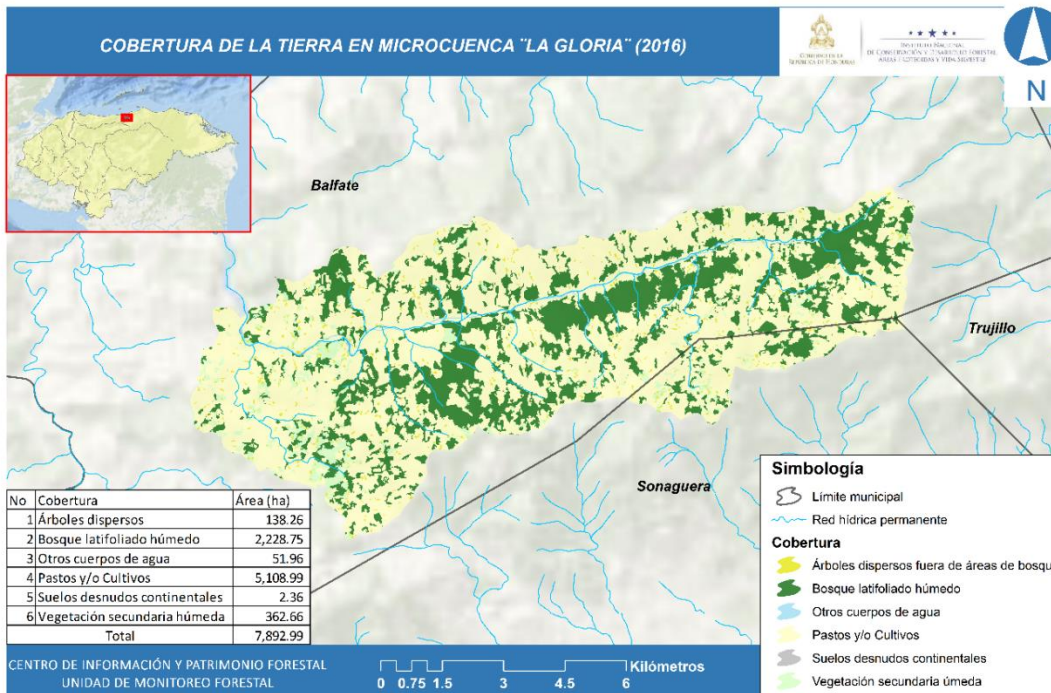


Figura 11. Datos de Cobertura del año 2016 de la Microcuenca La Gloria

(CIPF-ICF, 2017)

Según los mapas de cobertura representados en las figuras 10 y 11, la microcuenca de La Gloria cuenta con un área aproximada de 7,892.99 hectáreas las cuales están comprendidas por 6 tipos de cobertura y para fines del estudio se analizará principalmente la cobertura por bosque latifoliado húmedo y pastos o cultivos agrícolas. En la microcuenca, la cobertura del bosque para el año 2012 era de 2390.77 hectáreas que representa un 30.29% y para el año 2016 era de 2228.75 hectáreas que representa un 28.24% lo que significa la disminución de un 2.05% de cobertura, en cambio en la cobertura por pastos o cultivos para el año 2012 era de 4909.4 hectáreas que representa un 62.19% y en el año 2016 la cobertura era de 5108.00 hectáreas que representa un 64.73% por lo que significa un aumento de 2.54% en el cambio de uso de suelo y aumento de la frontera agrícola y ganadera en la microcuenca La Gloria. Estos resultados se sustentan en lo estudiado en la teoría y la información obtenida de las entrevistas a expertos, donde establece que la agricultura y la ganadería representan una amenaza para las microcuencas, especialmente por las malas prácticas en los cultivos, como la palma africana, granos básicos, etc. La microcuenca La Gloria por su ubicación dificulta el manejo del área, según el experto de cuencas del ICF, debido a que no es un área protegida.

4.1.5 Análisis de la cobertura de las microcuencas hidrográficas en la planta San Juan

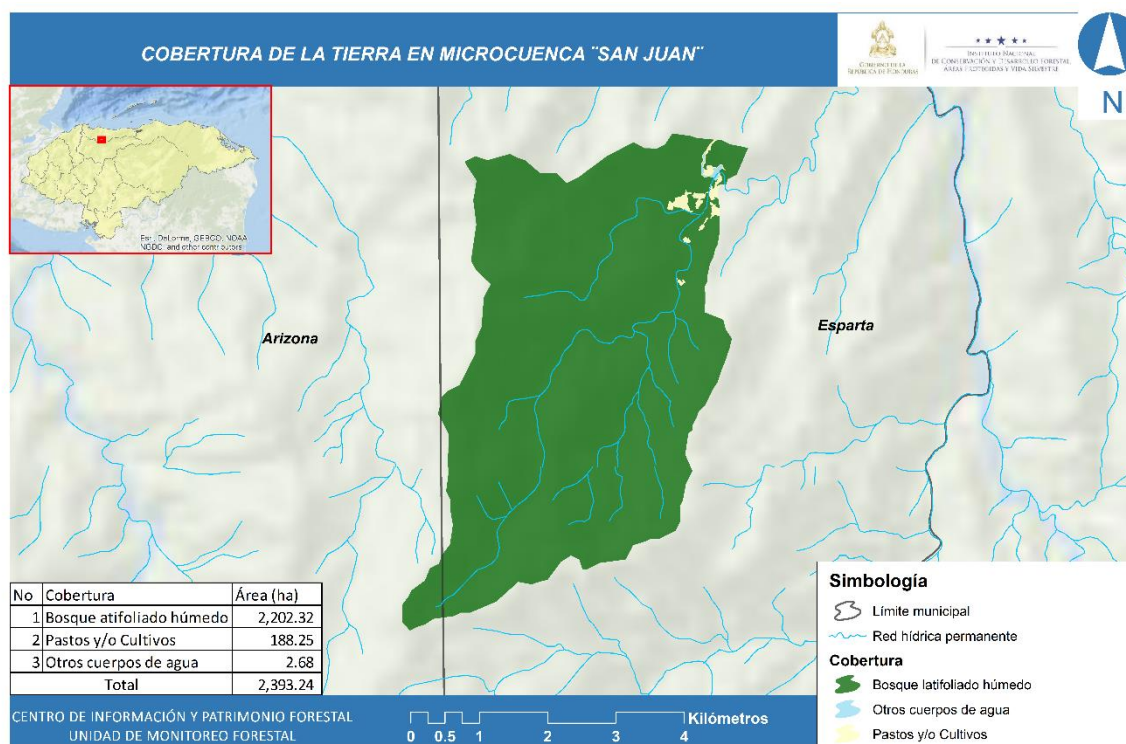


Figura 12. Datos de Cobertura de la microcuenca San Juan.

(CIPF-ICF, 2017)

Para la microcuenca de San Juan, solamente se cuentan con datos para el año 2012 en el cual se reporta que su área aproximada es de 2393.24 hectáreas de las cuales un 92% es representado por el bosque latifoliado húmedo. No se cuenta con datos actualizados para el año 2016, sin embargo, la microcuenca se encuentra dentro del área de amortiguamiento del área protegida de Texiguat por es probable que exista menos intervención por su ubicación, según el experto de cuencas de ICF. Sin embargo, siempre existe la amenaza principal del avance agrícola, a pesar de estar protegidos por la declaratoria del área protegida.

4.2 Análisis cualitativo

A continuación, se realiza el análisis cualitativo, como complemento metodológico. Para ello se realizan entrevistas sobre el manejo de las cuencas asociadas a las plantas hidroeléctricas, dirigidas a personas con relación directa a las empresas operadoras y las cuencas de cada planta hidroeléctrica.

Las preguntas están enfocadas a al manejo de la cuenca asociada y a la planta hidroeléctrica y a la producción de la misma.

4.2.1 Entrevista al jefe de planta de La Gloria y San Juan

Al respecto, el jefe de planta de La Gloria considera que los efectos del manejo de la cuenca que pueden representar un impacto en la producción, se pueden generar aguas arriba de la planta, dado que en esta zona es donde se genera la desviación del recurso hacia casa de máquinas, sin que esta desviación genere un problema en el cauce del río, dado que se protege el caudal ecológico, de tal manera que se garantiza la vida acuática, sumado a los afluentes que se suman al caudal, aguas bajo. Considera que la tala sin control del bosque, especialmente desde la zona de presa hacia aguas arriba, sumado a las actividades de agricultura y ganadería son los problemas que más afectan a la cuenca, siendo todo esto, parte de los problemas que pueden afectar la producción, además del cambio climático. Además, considera que la deforestación provoca que el manto de absorción de agua en el suelo disminuya, lo que provoca inundaciones, lo que a su vez genera erosión del suelo y arrastre de sedimento, siendo este último una amenaza muy alta para la planta hidroeléctrica ya que podría causar daños en la turbina. Para mantener la cuenca, la empresa operadora implementa acciones como ser:

- Viveros agroforestales, con especies estratégicas que permitan dar utilidad sin tener que recurrir a la tala de las mismas, estas especies son de índole frutal, estas plantas son donadas a los habitantes de las comunidades de influencia directa a la cuenca.
- Señalización (rótulos dedicados al cuidado del medio ambiente) en algunos puntos de la zona, como ser pasos en viales del proyecto, para generar conciencia ambiental en los pobladores.
- Donación de insumos agrícolas a los productores de la zona para evitar prácticas dañinas al suelo.
- Campañas de capacitación agrícola.
- Muestreos periódicos de parámetros químicos del agua, antes, en y después de la presa de desviación con el objetivo de identificar focos de contaminación producto de la agricultura.
- Estudios de ictiofauna para identificar cambios en las especies de la cuenca.

Adicionalmente, la jefatura de la planta hidroeléctrica considera que algunas alternativas adicionales podrían ser la presencia militar en la zona de la cuenca, para proteger de la deforestación y detener con operativos el corte de madera ilegal, decomiso de los equipos utilizados para el corte de árboles, así como promover e intensificar más medidas de reforestación, apoyando además las actividades existentes de reforestación.

Como parte del manejo de la cuenca, se logra investigar sobre un proyecto piloto sobre la subcuenca del Río Bejucales, en dónde la empresa Electrotecnia, S.A. encargada de la operación de la hidroeléctrica La Gloria, en conjunto con la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) proporcionaron apoyo financiero para desarrollar en una etapa inicial, 50 hectáreas para 50 familias. Posteriormente se multiplicó a 80 familias para el año

2016, con un valor de USD 150,000.00. Dicho proyecto consiste en la promoción de sistemas agroforestales de alto valor con cacao. Después de investigaciones sobre el uso del cacao, se impulsó su cultivo en Honduras a partir de 2012 en el Litoral Atlántico, abarcando 588 comunidades en 63 municipios de los departamentos de Cortés, Santa Bárbara, Colón, Yoro y Atlántida, parte del corredor húmedo de Honduras. El objetivo en el manejo de esta cuenca era buscar un recurso vegetal que además de reforestar, fuera sostenible y genere ingresos a los pobladores, con el objetivo de que su cuidado estuviese garantizado. El reto y objetivo era establecer un modelo multiplicador que permita llevar a las zonas de influencia de cada central hidroeléctrica, un plan de reforestación sostenible, como medida de mitigación del Plan de Gestión Ambiental por parte de cada empresa operadora. Por tal motivo se dedicaron esfuerzos permanentes a reforestar con árboles maderables a través de convenios, llegando a establecer 64,000 árboles, pero se necesitaba una reforestación sostenible por lo que se introdujo el proyecto de cacao, donde además el hecho de que es un árbol de hoja ancha, lo que representa sombra permanente lo que mantiene la humedad del suelo, sumando así un total de 164,000 plantas sembradas desde 2011 a 2016. Estos árboles se establecieron en zonas importantes de la subcuenca, en su mayoría en los nacientes o afluentes del río Bejucales.

El proyecto de cacao consiste agrícolamente en el establecimiento de un cultivo perenne que requieren de otros árboles que proporcionan sombra temporal en su crecimiento, además de un ingreso económico a los pobladores de las comunidades de influencia directa. Para desarrollar este cultivo, se necesitó brindar entrenamiento a los productores artesanales como cultivar el cacao en todas sus etapas, es decir, siembra, cosecha, beneficio y mercadeo, para poder extraerlo desde la cuenca media y alta, en una zona dedicada a la ganadería y subsistencia artesanal, lo que significó un enorme reto, ya que se debió convencer a los

pobladores de que este tipo de reforestación sostenible representaría un ingreso económico seguro a sus familias.

El cambio climático definitivamente ha afectado la cuenca de La Gloria, es decir, 77.81 km², sumado a las malas prácticas agrícolas desde 1970, sobre todo con la agricultura migratoria, donde los pobladores talan una parte del bosque que necesitan para sus cultivos y una vez que el suelo pierde sus propiedades, se traslada a otra zona, dejando el terreno anteriormente usado, deforestado y sin medidas de mitigación por parte de los pobladores que hacen uso del suelo, para tratar de recuperarlo. Lo anterior se refleja en una baja productividad económica agrícola de la zona, y además estas actividades impactan en la productividad de las central hidroeléctrica, lo que, según el jefe de planta, puede reducir su potencial en un 50%, lo que significa una amenaza potencial muy grande. Por tal motivo se implementa este proyecto piloto, iniciando con estudios de factibilidad durante dos años, donde se debió unir esfuerzos entre la FHIA y Electrotecnia, S.A., con un monto original inicial de USD 138,000,000.00, desarrollándose en varias etapas que inicialmente favorecieron a 50 familias (posteriormente, este monto asciende a USD 150,000,000.00) con una hectárea para cada familia, con el objetivo de involucrar a toda la comunidad por un objetivo común, abarcando 4 comunidades en 2015, como ser: Nueva Esperanza, El Porvenir, Saltito y Las Flores. Posteriormente se integró la comunidad de El Naranjito No. 2, esta última con un interés muy alto de parte de los pobladores que solicitaron fueran incluidos, ya que observaron el potencial del proyecto, por lo que a finales de 2015 se establecieron un total de 80 hectáreas, incrementando la inversión a USD 150,000,000.00.

Sin embargo, el área beneficiada con el proyecto solo representa un 1% del área de la subcuenca, es decir, suelos totalmente desprotegidos, talados casi en su totalidad, prácticas de quema inadecuadas, siembras de cultivos básicos como maíz y frijoles, y el pastoreo, este último generando alta erosión hídrica por falta de vegetación.

Una vez que el proyecto fue consolidado, se obtuvo un bosque de hoja ancha de dos años, producto de la siembra de cacao y árboles forestales que le generan sombra permanente al cultivo de cacao, por lo que para 2016 y principios de 2017, se ha generado una cultura de producción de cacao en cuanto a tratamiento postcosecha, beneficio y comercialización, evitando así la quema y tala de bosques, sumado a la generación de ingresos económico a las familias involucradas.

Se determinan 2 aspectos críticos que impactan de forma directa en la cuenca, uno es el tamaño de la subcuenca a proteger que equivale a 7781 hectáreas, y el porcentaje reforestado con la implementación del proyecto de cacao, que equivale a 80 hectáreas, representando apenas el 1% con una inversión alta en el proyecto, con lo cual hace muy difícil que se pueda desarrollar en toda la subcuenca, sobre todo si se compara con el tamaño de la central hidroeléctrica, por lo que se esperaría que los mismos pobladores productores de cacao puedan en el futuro ir expandiendo la siembra de cacao en otras hectáreas. Cabe destacar que este proyecto ha sido reconocido por el Centro Mexicano para la Filantropía (Cemefi), la Alianza por la Responsabilidad Social Empresarial (AliaRSE) y Forum Empresa, como la mejor práctica en Responsabilidad Social Empresarial 2017 (País.HN, 2017).

En cuanto a los efectos que se pueden dar por el manejo de la cuenca, estos pueden ser positivos o negativos y definitivamente impactan en la producción de la central hidroeléctrica. Desde el punto de vista de la empresa operadora, el manejo se asocia a temas de gestión ambiental, orden del territorio, desarrollo regional y gestión ambiental integrada, todo esto orientado al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la cuenca. Es de resaltar que cuando decimos “manejar” la cuenca, en realidad nos referimos a las intervenciones del ser humano a la misma, considerando los efectos que estas inversiones ocasionan en la dinámica de la cuenca.

Pero, además, existen otros problemas que afectan a las cuencas, como la problemática ambiental, producto de la intervención del ser humano, ya que de los ríos se obtiene beneficio como el consumo de agua, generación de energía eléctrica, siendo estos los más importantes, por lo que existen afectaciones como:

- Remoción indiscriminada de la cobertura vegetal
- Sobreutilización de los suelos
- Concentraciones inadecuadas de población y actividades económicas
- Concentración de infraestructura vial sin observancia de las normas y pautas ambientales.
- Avance no controlado de la frontera agrícola
- No se aplican las prácticas de conservación de los suelos en áreas vulnerables.
- Deficiente o inexistente conocimiento básico del tema ambiental, así como de la investigación necesaria.

Ese conjunto de problemas es generalizado en la mayoría de cuencas del país y ha generado consecuencias negativas, como ser: alteración del régimen hidrológico, procesos de erosión acelerados, sedimentación en las obras hidráulicas con drástica disminución de vida útil, inundaciones, daños y/o destrucción de las obras hidráulicas y civiles, pérdidas de vidas humanas y bienes materiales, contaminación del agua debido a uso de productos químicos de forma no controlada, modificaciones severas al hábitat natural de muchas especies de fauna, alteración general del equilibrio ecológico, movimiento de tierras en masa y deslizamientos en áreas rurales y disminución general de la capacidad de sustentación de las cuencas.

En cuanto a deforestación y cambio climático, la respuesta hidrológica de las cuencas resulta compleja y depende de la estructura de la cuenca y sus patrones de carga, almacenamiento y descarga hídrica. La erosión de suelos y la pérdida del carbono orgánico del suelo, causado

por la eliminación del bosque ya sea por medio de la tala y la quema del mismo, sumado a las actividades de ganadería, disminuye en gran medida la capacidad de la superficie terrestre para controlar su propio clima y composición química. Particularmente considera la encargada de la cuenca, que la pérdida de los bosques es una de las principales razones de emisión de gases de efecto invernadero que generan el cambio climático.

En cuanto a causas que pudieran ocasionar la reducción en la producción de la central hidroeléctrica, algunas de ellas serían:

- Falta de inversión y compromiso ambiental por parte de todas las partes involucradas en el manejo de las cuencas.
- Falta de programas de monitoreo de datos importantes como: la precipitación anual, control de caudal ecológico, sedimentación del reservorio de la central hidroeléctrica, calidad del agua, impacto en las tierras silvestres, especies animales y plantas de especial importancia ecológica.
- Migración humana y agricultura migratoria
- Cambios en el estado económico de las poblaciones que permanecen en las cuencas.

Las empresas operadoras implementan acciones como:

- Manejo de la gestión ambiental en las cuencas por un grupo especializado.
- Plan de reforestación anual, producción de árboles y donación de los mismo a los pobladores de las cuencas.
- Proyectos integrales y sostenibles de reforestación con vinculación a las comunidades de influencia directa.
- Implementación de proyectos de conservación de suelos.

El tiempo de recuperación de las zonas afectadas de una cuenca, dependerá del tamaño de la cuenca y del tamaño de su afectación, esto puede implicar hasta quince años, sin intervención

humana, esto representa mucho tiempo. Si no hay un manejo integral sostenible, de la cuenca hidrográfica, esto se reflejará como un impacto negativo en la producción de la central hidroeléctrica y si se suma el cambio climático, los efectos son inmediatos. Lo más preocupante en el manejo de estas cuencas es la tenencia privada de los suelos, ya que no se puede tener un control por parte de la empresa de estas grandes extensiones de tierra, a pesar de existir una declaratoria de áreas protegidas, la tala del bosque es grave y restaurarla requiere de una inversión millonaria y educación ambiental que sobrepasa las posibilidades de las empresas operadoras de las centrales hidroeléctricas.

En cuanto a la normativa sobre el manejo de las cuencas, los proyectos hidroeléctricos están bajo la siguiente normativa:

- Cumplimientos de medidas de mitigación ambiental (ICMAS), liberados a través de licencias ambientales otorgadas a cada proyecto.
- Constitución de la República, según Decreto Número 131 – 1982. Artículos 103, 106, 340 y 354.
- Ley Forestal, Áreas protegidas y áreas silvestres (Decreto 98-2007) Artículo 18, 19 y 27.
- ICF y las municipalidades, siendo estas últimas las encargadas de la limitación, protección y vigilancia de las cuencas y micro cuencas abastecedoras de agua a las comunidades. Artículos de la ley: 28, 64, 65, 109, 122, 123, 124, 209.
- Ley General de Aguas (Decreto 181-2009)
- Ley General del Ambiente (Decreto 104-93)
- Ley de Ordenamiento Territorial

4.2.2 Entrevista a poblador de la cuenca del río Bejucales – planta hidroeléctrica La Gloria

El poblador de la zona expone que antes del proyecto se dedicaban a cultivos de granos básicos y ganadería a pequeña escala, esa era su dedicación. Indica que como no sabían el daño que se provocaba, no se detenían para cortar árboles sin importar la zona, incluso cerca de las fuentes de agua, ahora están conscientes que el agua es la vida y por eso la protegen, ahora con la siembra de cacao y además siembra de plátano, les genera alimento y un ingreso económico y esto hay que transmitirlo a las generaciones siguientes.



Figura 13. Cacao producido en la Subcuenca del Río Bejucales.

(Grupo Terra, 2017)

4.2.3 Entrevista a experto de Mi Ambiente – Dirección de Evaluación y Control Ambiental

(DECA)

Según la participación de los beneficiados por el recurso agua, el manejo de las cuencas puede tener un impacto negativo o positivo en la generación de las plantas hidroeléctricas. En Honduras la responsabilidad se deja a ICF o a las municipalidades, por normativa, pero debería ser en general para todos los involucrados.

La importancia en el manejo de las cuencas está básicamente en que cuando a un proyecto se le concede la licencia ambiental, este adquiere un compromiso de manejar y mantener las condiciones de las cuencas, no solo por protección ambiental, sino para la producción de energía eléctrica. Los desarrolladores deben promover programas comunitarios para manejo de las cuencas, con los pobladores de influencia directa. Existen diversas problemáticas en las cuencas, como ser la siembra de cultivos en las laderas, principalmente maíz y frijoles. Adicionalmente, las empresas operadoras controlan el caudal ecológico, pero existe deficiencia en la comprobación de dichos caudales debido a que no existe una metodología para avalar estos registros por parte del departamento de Recursos Hídricos del Secretaría de Estado, sin embargo, las empresas deben presentar un informe anual sobre medidas de mitigación, que en etapa de construcción del proyecto son presentadas trimestralmente, dado que es aquí donde existe mayor impacto. En el mejor de los casos por parte del ente estatal, se realiza una visita una vez al año y algunas veces cada 2 años. Los desarrolladores elaboran perfiles de proyecto en base al potencial del río para establecer el caudal ecológico y para cumplir contratos con la ENEE. Inicialmente los desarrolladores deben pasar por la Dirección de Energía, quien emite la resolución de factibilidad del proyecto, luego se realiza una visita de campo donde se establecen las medidas de mitigación por parte de las empresas desarrolladoras, mientras la DECA inicia un expediente para cada proyecto. Se considera que los proyectos representan apoyo a las comunidades, generando empleo en la etapa de construcción y beneficios sociales en la operación, enfocados en escuelas, centros comunales, proyectos de agua potable, entre otros.

4.2.4 Entrevista a experto de ICF - Jefe del departamento de cuencas

El representante de ICF asegura que es importante la disponibilidad del flujo de agua para la producción de energía en centrales hidroeléctricas a filo de agua, en ese sentido se necesita vigilar no solo la existencia del recurso, sino, la calidad del mismo, de tal manera que no afecte la producción de energía eléctrica. Al referirnos al manejo de las cuencas, se piensa en conservación y no debería existir presencia humana, pero lo ideal es realizar el manejo bajo varios sistemas productivos, es decir, un manejo participativo con las comunidades que estén dentro de la cuenca, mejorando sus sistemas productivos. En Atlántida hay sistemas agroforestales como el cacao o con ganado, además de realizar buenas prácticas de producción para conservación como zanjas de infiltración que mejoren el régimen hidrológico.

La mayoría de proyectos hidroeléctricos no cuentan con planes de manejo de las cuencas, y deben hacerlo porque es parte de los requerimientos que establece Mi Ambiente, sin embargo, la exigencia no llega al punto de implementar y ejecutar.

Otro problema es el cambio de uso del suelo a actividades productivas, tala ilegal, ganadería extensiva, no se empodera a la comunidad en el manejo de la cuenca, sumado a todo ello, el cambio climático. En proyectos como La Gloria, no existe mucho problema debido al involucramiento de las comunidades de la zona. El plan de manejo del Bejucal abarca toda el área de drenaje que aporta agua a la central hidroeléctrica La Gloria, dentro de esta área hay bosque protegidos para la producción de agua potable. En el caso de La Gloria, inicialmente existió oposición por parte de las comunidades para la aprobación del plan de manejo, ellos creían que se les restringiría realizar sus actividades productivas, sin embargo,

comprendieron que se pretendía mejorar la productividad de las mismas, donde, además, se incluyó el plan de Responsabilidad Social Empresarial del desarrollador del proyecto, con el fin de elaborar compromisos dentro del plan de manejo.

El río San Juan se alimenta de zonas de recarga de microcuencas que se declararon, bajo Decreto 8787, como área protegida de zona de amortiguamiento de Texiguat, lo que facilita la aprobación del plan de manejo, contrario a La Gloria, dado que no es zona protegida y la aprobación es un proceso más complicado cuando se tiene un área de esta magnitud (78 km²)

El ICF es la institución encargada de velar por la conservación y buen manejo de los recursos forestales del país, en este caso por el manejo de las cuencas hidrográficas. Para hacer el manejo se realiza un diagnóstico de la zona, este no siempre debe ser de inversión, el desarrollador debe ser un gestor, mejorar los sistemas productivos de los pobladores, incluyendo a empresas, ONG y Municipalidades, pudiendo hacer uso de la guía metodológica para elaboración de planes de manejo que está orientados para protección de cuencas y microcuencas abastecedoras de agua potable, identificando, definiendo y diagnosticando en área de influencia. El responsable de desarrollar los planes de manejo es el solicitante, mientras ICF tiene la responsabilidad de brindar apoyo desde cada región asignada. Los planes de manejo generalmente contemplan 3 programas:

- Manejo de recursos naturales (agricultura sostenible, protección contra tala ilegal, reforestación)
- Desarrollo comunitario y educación ambiental
- Plan de monitoreo y seguimiento

La declaratoria de cuencas se hace en áreas para consumo humano, riego, producción de energía eléctrica, a solicitud de comunidades o municipalidades. El ICF luego delimita, demarca, realiza diagnósticos biofísicos, estudios socioeconómicos, elabora un plan de acción

y elabora una constancia sobre la tenencia de la tierra. En zonas como el Bejucal, al ser de gran extensión, se complica el manejo de la cuenca, por lo que se pueden establecer acuerdos diferentes entre las partes involucradas y conforme a la ley.

4.2.5 Análisis de las entrevistas a los expertos

Según la información proporcionada en las entrevistas realizadas a los encargados de guiar y realizar el control y evaluación del manejo de cuencas de los proyectos hidroeléctricos a filo de agua, se considera que tanto DECA como ICF no cuentan con suficiente recurso humano para poder realizar las actividades de evaluación en campo sobre el cumplimiento de los planes de mitigación y planes de manejo por lo que sus acciones son mínima, así mismo presentan deficiencias técnicas para la evaluación de la medición del caudal ecológico, por lo que al no existir una metodología de evaluación de caudal ecológico validada en Honduras, los datos que reporten las empresas en sus informes anuales no pueden ser validados por la Dirección de Recursos de Mi Ambiente. A nivel nacional, no todas las áreas de conservación cuentan con planes de manejo, por lo que este tipo de proyectos representan una oportunidad para que las instituciones del estado se apoyen y así complementar los planes de manejo de las áreas en las que tengan intervención las empresas privadas. Han sido varios sectores productivos que ha tenido acercamiento al ICF y Mi Ambiente para establecer sinergias de trabajo, sin embargo, el sector de energía no ha logrado tener esta iniciativa para hacer su aportación en el manejo de los recursos naturales.

La planta hidroeléctrica la Gloria cuenta con un plan de manejo de la microcuenca, dicho proceso fue liderado por la empresa para poder cumplir con los requerimientos establecidos para la obtención de la licencia ambiental. Existió dificultad en la aprobación del plan de

manejo ya que este proyecto no se encuentra en un área declarada para conservación, esto representa una problemática para el manejo ya que es una zona que está bastante intervenida por comunidades.

La planta hidroeléctrica San Juan se encuentra ubicada en la zona de amortiguamiento del área protegida de Texiguat, por lo que no se le exigía un plan de manejo de la microcuenca sino presentar a DECA un plan de mitigación regido por el plan de manejo del área protegida. Por la ubicación de la microcuenca, es posible que no se encuentre muy intervenida por comunidades.

Estas plantas hidroeléctricas no representan una disminución significativa en la producción para la ENEE, debido a que son plantas pequeñas, sin embargo, las plantas hidroeléctricas a filo de agua en la matriz energética tienen una representación significativa y en su totalidad pueden generar un impacto negativo al no estar en su protección nominal.

4.2.6 Entrevista a Experto de ICF – Departamento de áreas protegidas y vida silvestre.

En las áreas protegidas se reconoce el tema de conservación a inicios del presente siglo donde se comenzaron a reconocer algunas áreas de interés forestal, por el tema de agua y otros, en aquel entonces bajo el interés de conservar. Con la ley general de ambiente ya nace el sistema nacional de áreas protegidas como en 1993, ya había algunas áreas reconocidas por el país y ya se concibe como un sistema como la integración de las áreas, los actores y con la ley forestal se consolida el concepto del sistema y le da la potestad al ICF de realizar manejo de las mismas. Las áreas protegidas tanto en la ley como las personas que trabajan en el área se conciben como espacios geográficamente definidos con límites claros, que tienen valores especiales de conservación tanto biológicos como culturales de interés para la sociedad que

es uno de los principales elementos por los que se promueve ya que debe existir un interés público por conservar estos territorios y generalmente han estado ligados con el tema de agua. Tienen un instrumento legal que las protege, en este caso en nuestro país, para que un área protegida sea definida debe tener un decreto del congreso nacional es decir que cada área tiene una ley especial donde se establece el objetivo de su creación, se definen los límites y normativas para definir lo que se permite y lo que no. Para el manejo de las áreas se rigen por su decreto especial de Ley, la Ley forestal y las demás normativas vinculadas a la gestión de estos territorios y para cada área se elabora un plan de manejo amparado en su decreto de declaratoria y La ley Forestal, pero responde más a las cualidades de cómo manejar este territorio y ha como normar según los valores de conservación y amenazas para definir las estrategias para minimizar los impactos. Dentro del sistema se han identificado 91 áreas protegidas de las cuales solamente 71 tiene decreto de declaratoria, existe una brecha de 20 áreas sin declarar y que se han identificado porque tienen valores de interés. En los últimos años se han hecho esfuerzos por declarar territorios marinos por la importancia que tiene sobre conservar con los sistemas de pesquería sostenible. Cuando se declararon las primeras áreas salieron varios decretos para el manejo de diferentes áreas como bosques nublados, dentro de los que se encuentra Pico Bonito, Panacam, Montaña de Comayagua; las últimas áreas se han creado por petición de la sociedad civil, empresa privada, grupos comunitarios organizados, grupos indígenas. Para declarar un área protegida primero debe haber una petición, luego se hacen estudios técnicos para determinar si la zona tiene valores de conservación especial culturales y biológicos, se define el área del terreno y se hacen procesos de socialización donde todas las comunidades respalden el proceso por medio de cabildos, actas y cuando se tiene el expediente con esta información, se realizan publicaciones en los diarios y en la gaceta para que cualquiera que se sienta afectado por la declaratoria de este territorio pueda pronunciarse, por lo que no es un proceso simple. Cuando

ya se tiene completado el expediente, se envía al congreso nacional y allá depende de la voluntad y apoyo de los diputados para ponerlo en agenda y poder establecer la declaratoria, esto no es fácil ya que no siempre está en las prioridades de gobierno y últimamente se cuida de que al hacer uno de estos procesos se cuente con suficiente respaldo técnico y principalmente de las autoridades locales, municipales y departamentales, porque en esta atapa se tiene mayor atraso en el proceso, cabe mencionar que en el actual gobierno se declararon 3 áreas y eso es relevante y se redefinieron varios límites, ya que con cada cambio que se realice en las áreas protegidas sea de categoría o se límites también debe de ser por una iniciativa de ley en el congreso.

En las áreas protegidas no sólo se pretende conservar, la mayoría o casi todos los modelos o sistemas económicos están cerca de áreas protegidas, por ejemplo, las hidroeléctricas que estén en áreas de vocación e interés forestal ya que necesitan tener cobertura para asegurar el recurso, también los sistemas productivos, sistemas de agua, las ciudades, los valles, principales áreas turísticas que se venden como país como ser Ruinas de Copán. En los últimos años, en el tema de producción de energía, en la producción hidroeléctrica ha sido muy relevantes sin embargo existen muchas dificultades porque hay muchas pequeñas hidroeléctricas en áreas protegidas, pero no hay un registro en el ICF por lo que no se les puede dar seguimiento. La Ley manda que estos proyectos deben compensar al área protegida por el uso de sus bienes y deberían ayudar al tema de manejo de las áreas, así como otros sistemas productivos. Hay algunos sectores que se están acercando a la institución como los caficultores, los palmeros que están organizados para establecer acuerdos e identificar acciones conjuntas, pero con el sector de energía no se ha logrado acercamiento, hasta la fecha sólo se tiene un convenio firmado para un área donde está una hidroeléctrica donde se comprometieron a apoyar en la conservación del área. El ICF brinda el dictamen técnico y legal para las licencias ambientales, algunos expedientes llegan al ICF otros no. Según la ley

los proyectos que generan máximo de 15 MW pueden estar en áreas de amortiguamiento. A la institución no se informa de la aprobación de licencias para estos proyectos hidroeléctricos y no se les obliga a hacerlo, se asume que con la licencia deben hacer acciones de compensación, por lo que se debe mejorar esta regulación. Por ejemplo, en el área protegida de Texiguat se sabe de pequeños proyectos hidroeléctricos, pero no tienen un mapeo de los mismos, lo ideal sería tener una base de datos en el ICF para hacer monitoreo y de hecho se ha solicitado información como coordenadas de estos proyectos y Mi Ambiente no tiene una base de datos. Actualmente existe una dificultad con el tema de licenciamiento inicialmente por la falta de seguimiento de parte de las autoridades y Mi Ambiente brinda unas licencias temporales a empresas mientras hacen el estudio de factibilidad y eso no se puede hacer en un área protegida, dar una licencia ambiental y después definir los impactos ambientales y definir si se puede o no hacer la actividad y este problema se ha dado en muchas áreas. Este tipo de licenciamiento no se puede dar para toda actividad o rubro que se realicen en áreas protegidas o microcuencas declaradas, pero sí en zonas urbanas o donde la naturaleza no esté tan vinculada. En el caso de hidroeléctricas les conviene conservar para asegurar su recurso por lo que se puede establecer una buena alianza para disminuir impactos y mejorar el monitoreo. En las áreas protegidas existen diversos tipos de manejo como ser contratos de manejo forestal comunitario, microcuencas declaradas que son muy importantes para las comunidades y sociedad en general (que no tienen un decreto del congreso pero sí un instrumento legal que son los acuerdos institucionales de ICF), también están los sitios de interés para la vida silvestre y que tienen un valor especial para la conservación y tienen un proceso parecido a las declaratorias de microcuencas, áreas de interés forestal como bosques, humedales que no tienen declaratoria y no se consideran como zonas ociosas pero se deben normar por lo que dice la Ley. No todas las áreas tienen un mecanismo de gestión algunas se manejan directamente por el estado por medio del ICF un ejemplo es la Biosfera del Río

Plátano, pero en los últimos años se han establecido convenios de co-manejo con grupos indígenas, hay 59 áreas protegidas con convenios de co-manejo con sociedad civil, la academia, gobiernos municipales en donde se han integrado 149 municipalidades, mancomunidades y otros. Las amenazas que tiene las áreas protegidas son los proyectos de desarrollo turístico, sistemas productivos como café, palma africana y ganadería; sin embargo, no son los cultivos sino las malas prácticas agrícolas y ganaderas, que incluye actividades ilícitas, deforestación y crimen organizado. Los productores de café y palma se han acercado debido a la presión que tienen con las certificaciones ambientales y sociales para poder comercializar sus productos en el exterior y es una oportunidad para el tema de conservación y ordenar los actores.

4.2.7 Entrevista a experto de la industria eléctrica - Exgerente de la ENEE

Con respecto a los efectos que se podrían generar por el manejo de las cuencas, en la medida que la cuenca es deforestada, se tendrá menos retención de las aguas lluvias, además de las inundaciones que se generan, lo que ocasiona erosión y arrastre de sedimentos hacia el río y hacia las centrales hidroeléctricas, esto podría provocar fallas mecánicas en las turbinas y por ende pérdida de producción. En ese sentido el interés de gestionar planes de reforestación por parte de las empresas operadoras, es muy alto, además de cumplir con la normativa.

Adicionalmente, temas como la agricultura migratoria y los cultivos no amigables como el maíz y frijol, que requieren deforestar la zona a cultivar y que después de varias cosechas el suelo ya no es productivo y es abandonado, totalmente deforestado y sin ningún plan de mitigación por parte del agricultor, ni de ninguna agencia estatal, que permita la recuperación a largo plazo. La producción de granos básicos es necesaria para la supervivencia de las

comunidades, por ello, no están interesados en sembrar pinos u otra especie vegetal que contribuya a sostener la cuenca y en el mejor de los casos se buscan alternativas como los árboles frutales y/o el café, en este sentido, los interesados en manejar las cuencas deben alinear los intereses de la población con el interés de las centrales hidroeléctricas. En la ENEE se considera que el efecto de la deforestación es muy grande y muy complejo de manejar, ya que es un tema cultural muy alto y no se respetan las normativas.

Los principales problemas que afectan las cuencas son:

- La agricultura migratoria, que consiste en la siembra de granos básicos como maíz y frijoles, con varias cosechas y luego se deteriora el suelo, por lo que se selecciona otra área para deforestar y continuar con la siembra de granos básicos.
- Incendios forestales, en la mayoría de los casos provocados por el hombre, con el objetivo de deforestar para luego cultivar el suelo.
- Deforestación: para uso de leña, fuente principal de energía en Honduras. Adicionalmente se extrae madera en forma ilegal para usos comerciales.

Algunas alternativas que se podrían implementar podrían ser: Incentivar el cuidado de los bosques, campañas para quemas controladas, comaleo (limpieza) de los bosques cada cierto tiempo, búsqueda de cultivos que motiven a la comunidad y que les generen ingresos económicos a sus familias. Tampoco podemos olvidar el cambio climático, fenómeno global que afecta silenciosamente y que es una realidad. Para reducir este riesgo se podrían implementar algunos mecanismos en conjunto de las partes interesadas, a manera de instrumentos de cobertura, por ejemplo: lagunas de captación de agua. Sin embargo, es un tema complicado por su alto costo y las pendientes en las montañas.

Las cuencas deforestadas están expuestas a largos períodos de recuperación, siempre y cuando sean atendidos, estos periodos pueden representar décadas, para que la vegetación sea

reestablecida. La ENEE no tiene programas para el manejo de las cuencas, excepto en la cuenca de la Central Hidroeléctrica Francisco Morazán y la cuenca de El Níspero. Para la ENEE es preocupante el manejo de las cuencas, en el caso de El Níspero, se hace un dragado cada 4 años para eliminar el sedimento que se arrastra en invierno por las aguas lluvias, producto de la deforestación. El arrastre de sólidos es lo más preocupante para la generación de las centrales hidroeléctricas, porque daña los equipos mecánicos, todo se reduce en la calidad del agua, esto puede afectar enormemente la producción de energía eléctrica. La falta de presupuesto hace que el estado no realice monitoreo de sobre los ríos y cuencas hidrográficas del país. El manejo de la cuenca puede impactar más en las pequeñas centrales hidroeléctricas. Algunas empresas operadoras como San Juan y La Gloria, tienen sus propios programas de medición de aforo. Adicionalmente, como algo adverso y sin ser la intención de las empresas operadoras, la construcción de carreteras para estos proyectos, facilita que se extraiga madera de manera ilegal, lo que contribuye a la deforestación.

Adicionalmente se podría considerar mecanismos como la venta de oxígeno y compartir estos beneficios con las comunidades asociadas a las cuencas para motivarlos al cuidado de las mismas. Finalmente, al ser las centrales hidroeléctricas a filo de agua de pequeña magnitud, para la ENEE no es significativo que se reduzca la producción en estas centrales de generación, debido a que son varias en el país y su aporte no es de gran magnitud, sobre todo con el cambio de la matriz de generación de energía eléctrica en los últimos 3 años.

CAPITULO V - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Al comienzo de la investigación se plantearon cuatro objetivos específicos para los cuales se generan conclusiones que ayudarán a tener una perspectiva definida del objetivo principal. Con el fin de evaluar cada objetivo propuesto analizando la información obtenida en la investigación, se concluirá con respecto de cada uno de ellos.

Según lo analizado en los resultados de la investigación, el manejo de cuencas si tiene efectos sobre la producción de energía hidroeléctrica, los cuales pueden ser positivos o negativos; es decir que al hacer manejo adecuado de la cuenca se puede asegurar el recurso agua principalmente con la cobertura forestal, tal como lo establece la teoría estudiada en la investigación y los criterios técnicos de los expertos en las entrevistas. Se estudiaron a profundidad las plantas a filo de agua de La Gloria y San Juan, lográndose determinar que el manejo de cada cuenca depende del área geográfica donde esta se encuentre ubicada y la valoración ambiental que ésta tenga. La planta hidroeléctrica San Juan se encuentra ubicada sobre la cuenca del río San Juancito que está dentro de la zona de amortiguamiento del área protegida de Texiguat, dicha área cuenta con su plan de manejo es decir que está normada técnica y legalmente lo que ha facilita a la empresa operadora generar y manejar sus planes de gestión para el cumplimiento de la compensación por el aprovechamiento del recurso agua. Esta característica favorece a la empresa operadora principalmente porque en esta área (aguas arriba) son poco los asentamientos de personas establecidos y no existe crecimiento o expansión de los mismos ya que la normativa no lo permite, esto reduce significativamente el riesgo de que se establezcan nuevas zonas para la agricultura y ganadería que son de los principales factores que generan el deterioro de las cuencas según la investigación y datos aportados por las personas expertas entrevistadas. En cambio, la hidroeléctrica La Gloria se encuentra ubicada en la cuenca del Río Bejucales, dicha zona no cuenta con declaratoria de

microcuenca ni de área protegida; sin embargo, cuenta con plan de manejo que fue elaborado a solicitud de la planta operadora ya que era uno de los requisitos para la obtención de la licencia ambiental. Lo anterior dificulta el manejo de la cuenca, ya que la población que ha emigrado de otros lugares y que se ha establecido en la zona en pequeñas aldeas, para poder subsistir han establecidos sus cultivos de granos básicos y la ganadería para el sustento de sus familias, por lo que la deforestación en esta cuenca está muy bien marcada y en este sentido, la empresa operadora del proyecto hidroeléctrico ha encontrado mayores obstáculos para cumplir con los planes de manejo de la cuenca. Los reconocimientos técnicos y legales para la conservación de áreas protegidas y microcuencas son instrumentos que favorecen y respaldan las acciones de manejo en estas áreas por lo que deben ser impulsadas por todos los sectores que tengan influencia en las áreas, con el fin de desarrollar proyectos sustentables, involucrando a las comunidades y gobiernos locales.

En administración y manejo de las cuencas se han identificaron causas que generan una disminución del recurso agua:

- a) Deforestación, ocasionada principalmente por la agricultura migratoria y la tala ilegal del bosque para aprovechamiento no comercial (uso doméstico) y comercialización local. Estas situaciones favorecen fenómenos de desastres y riesgo como ser inundaciones, lo que a su vez provoca arrastre de sedimentos que se recolectan en las presas creadas para desviar el recurso hacia casa de máquinas, y que, a su vez, puede causar daños en el equipo mecánico de la central hidroeléctrica, lo que puede impactar en la producción de energía de las centrales hidroeléctricas a filo de agua.
- b) Incendios, a nivel nacional existen muchos incendios en su mayoría provocados por manos criminales, por las características climáticas del área en que se encuentran ubicadas las centrales hidroeléctricas de este caso de estudio, los incendios no soy muy recurrentes, sin embargo, en los últimos años se han reportado incendios

provocados por manos criminales en áreas protegidas como el parque Nacional Jeanette Kawas. La mayoría de los incendios con provocados para implementar sistemas agrícolas o ganaderos o simplemente por ignorancia de los pobladores.

- c) Malas prácticas agrícolas y ganaderas, los pobladores necesitan alimentar a sus familias por lo que se realiza una agricultura de subsistencia y además generar pequeños ingresos. En estos sistemas productivos principalmente de granos básicos, se realizan malas prácticas ya que existe desconocimiento técnico por parte de los agricultores, así como de los efectos negativos que conllevan los mismos. Dentro de las malas prácticas se encuentran el uso excesivo de productos químicos, quemas, no hay cobertura de superficie y todo esto provoca la erosión de suelos y la pérdida del carbono orgánico del suelo y disminuye la productividad de los cultivos por lo que resuelven con el avance de la frontera agrícola para establecer nuevas áreas de cultivo. Asimismo se incluyen a las actividades de ganadería, lo cual afecta cuando se hace de manera extensiva lo que disminuye en gran medida la capacidad de la superficie terrestre para controlar su propio clima y composición química.
- d) Cambio climático, ya que las condiciones climáticas han cambiado en el transcurso del tiempo afectando los patrones climáticos que permiten tomar decisiones a las empresas operadoras.
- e) Falta de institucionalización en el manejo de cuencas, no existen sinergias de trabajo entre los actores relacionados al manejo de cuencas y producción de energía hidroeléctrica. El ICF es la institución gubernamental encargada de normar las áreas nacionales forestales; sin embargo, no cuenta con la suficiente capacidad de recursos humano y económico para cumplir con su función; Mi Ambiente es la institución encargada de la evaluación y control de los proyectos pero no cuentan con procesos claros para la validación de los datos de caudal ecológico y se debe hacer una revisión

del licenciamiento ambiental, además de no poder hacer evaluaciones de campo ya que no cuentan con el suficiente recurso humano y económico; las municipalidades que son las encargadas que gobernar a nivel local no siempre se involucran en estos procesos ya sea por falta de voluntad política y poco conocimiento técnico para el seguimiento por parte del técnico de la Unidad Municipal Ambiental (UMA); la empresa privada que aprovecha los recursos naturales y representan un apoyo para el manejo de los mismos, en los últimos años ha mostrado interés para cooperar en el manejo sostenible de los recursos; la sociedad civil y las organizaciones comunitarias que son actores claves para desarrollar herramientas de manejo y darle seguimiento a las mismas, así como realizar actividades de evaluación a proyectos por medio de la contraloría social.

Respecto a las implicaciones técnicas para la ENEE, se analiza que tener control de las cuencas está presupuestariamente fuera de su alcance. Para sus centrales hidroeléctricas, como El Níspero, efectos como los ocasionados por la deforestación, ocasionan paros técnicos cada 4 años, ya que el sedimento arrastrado durante el invierno provoca que su embalse pierda capacidad de almacenamiento, por lo que la calidad del agua es muy importante. Sin embargo, para la ENEE no es significativo que se reduzca la producción de energía eléctrica proveniente de esta fuente, debido a que son plantas muy pequeñas y cuentan con otras opciones en la matriz de generación, contrario a las grandes hidroeléctricas, como la central Francisco Morazán.

Para cumplir con los requisitos de compensación dentro del licenciamiento ambiental, las empresas operadoras deben realizar socialización de los proyectos, según lo analizado en las entrevistas a expertos, este es un tema relevante ya que existe oposición hacia proyectos hidroeléctricos principalmente por la falta de conocimiento de los pobladores.

En el caso de la central hidroeléctrica La Gloria, se han desarrollado planes de reforestación y un proyecto piloto para el establecimiento de la plantación agroforestal con plantas de cacao para asegurar una reforestación sostenible de la cuenca. Sin embargo, el proyecto a pesar de su alta inversión solo alcanza para cubrir una zona muy pequeña de la cuenca, de alrededor del 1% según la empresa operadora. En cuanto a la central hidroeléctrica San Juan, dado que se ubica en la zona de amortiguamiento de un área forestal protegida, tiene mayores restricciones pero al no tener influencia de pobladores que afecten la cuenca, la empresa se limita a realizar planes de reforestación.

No es posible comparar estas dos centrales hidroeléctricas, ya que son dos escenarios diferentes. Sin embargo, se pudo identificar que las empresas operadoras tienen implementados planes para el manejo de las cuencas, bien estructurados, sobre todo en la central hidroeléctrica La Gloria, donde la siembra de cacao se ha convertido en un manejo sostenible de la cuenca, debido a la inclusión de las comunidades y a la generación de ingresos económicos para las mismas, lo cual garantiza un compromiso de parte de los pobladores para el cuidado en el manejo de la cuenca. Los efectos del manejo de la cuenca para la central hidroeléctrica San Juan son los mismos, con la diferencia de que la agricultura y ganadería se presentan en menor escala. Esto debido a la zona donde se ubica la cuenca, por lo que el común denominador sería la deforestación y el cambio climático.

5.2 Recomendaciones

Para mejorar la producción de energía hidroeléctrica por medio del manejo de cuencas se proponen acciones en base a lo analizado en la investigación como sigue:

- Institucionalización del manejo de cuencas, se deben definir los roles de cada institución y actores, identificar los vacíos en los procesos y las oportunidades que existen en el sector. Mi Ambiente e ICF deben liderar esta acción, es importante

mencionar que se debe hacer énfasis en involucrar a las autoridades locales y departamentales, así como a la empresa privada. Se debe establecer un programa de capacitación para los actores tales como municipalidades (técnicos de UMAS) y grupos comunitarios organizados.

- Incentivar al sector energía a que realicen un acercamiento con las instituciones encargadas del manejo y control de los recursos naturales para que establezcan líneas estratégicas de trabajo.
- Mejorar, actualizar y ordenar el proceso de licenciamiento ambiental, ya que no se le brinda la importancia al criterio técnico y se recurren a problemas de seguimiento a las mismas.
- Desarrollar y/o fortalecer bases de datos por parte de ICF y Mi Ambiente que faciliten las actividades de evaluación y control de los recursos naturales.
- En los planes de manejo desarrollados por las empresas operadoras incluir programas sociales que involucren a las municipalidades para capacitar a las comunidades sobre la importancia de cuidar los recursos naturales y mantener la cobertura forestal, buenas prácticas agrícolas y ganaderas que aumenten su productividad y favorezca a la disminución de la deforestación y tala ilegal y establecer prácticas de adaptación al cambio climático.
- A nivel nacional se han establecido programas en el marco del cambio climático que representan una oportunidad para que las empresas y comunidades organizadas se apoyen para realizar el manejo de las cuencas, estos programas son el plan maestro de agua, bosque y suelo, cuya finalidad es la protección del agua y el plan de reforestación del ICF, donde se establecen viveros con todos los involucrados (escuelas, colegios, empresas privadas, municipalidades, etc.) y así mismo, invertir en programas de restauración de la generación natural, incluyendo actividades de

protección y vigilancia a estas áreas, a pesar de que se tienen como prioridad las áreas afectadas por el gorgojo, el apoyo se hace a nivel nacional.

5.3 Referencias Bibliográficas

1. Boletín Estadístico de la ENEE. (2017). Recuperado a partir de [http://www.enee.hn/planificacion/2017/boletines/Boletin%20Estadistico%20\(Abril%202017\).pdf](http://www.enee.hn/planificacion/2017/boletines/Boletin%20Estadistico%20(Abril%202017).pdf)
2. *Guía para el desarrollo de una pequeña central hidroeléctrica.* (2006).
3. I. Aguilar. (2007). *Las Cuencas y la Gestión del Riesgo a los Desastres Naturales en Guatemala.* Serviprensa S.A.
4. World Vision. (s.f.). *Manual de Manejo de Cuencas.* Recuperado a partir de <http://www.actswithscience.com/Descargas/manual%20de%20manejo%20de%20cuencas.pdf>
5. Autor, E. d. (s.f.).
6. CIPF-ICF. (2017). Centro de Información y Patrimonio Forestal.
7. COSUDE. (1995). *Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales: medidas para mitigarlo.* San José, Costa Rica.
8. Empresa Nacional de Energía Eléctrica. (agosto de 2017). *Planificación.* Recuperado el 26 de agosto de 2017, de Boletines estadísticos: <http://www.enee.hn/index.php/planificacionicono/182-boletines-estadisticos>

9. Empresa Nacional de Energía Eléctrica, E. (S.F. de S.F. de S.F.). *Planificación*. Recuperado el 13 de Agosto de 2017, de Boletines Estadísticos:
<http://www.enee.hn/planificacion/2016/Boletines/Boletin%20diciembre%202015.pdf>
10. Exteriores, S. d. (2010). *Resumen del Contenido del Plan de Nación y Visión del País*.
11. FAO. (2001). *Guía para la elaboración de planes para la protección y manejo sostenible y productivo de microcuencas*. Tegucigalpa, Honduras.
12. FAO. (2001). Situación de los bosques del mundo.
13. FAO. (2010). Recuperado el 25 de noviembre de 2017, de
<http://www.fao.org/docrep/014/am665s/am665s00.pdf>
14. Flores, W. (2014). *Informe del Ambiente de Honduras. Parte II*.
15. García Hernández, M. D., Martínez Garrido, C., & Martín Martín, N. (s.f.).
Metodología de investigación avanzada: Entrevista.
16. Grupo Terra. (2017). *Unidades de Negocio*. Recuperado el 26 de Agosto de 2017, de Energía Terra: <http://corporaciongrupoterra.com/energia/generacion-renovable/la-gloria/#>
17. Grupo Terra. (24 de Octubre de 2017). *www.corporaciongrupoterra.com*. Recuperado el 24 de Octubre de 2017, de www.corporaciongrupoterra.com:
<https://corporaciongrupoterra.com/energia/generacion-renovable/la-gloria/>
18. GWP, C. (2015). *Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica*.
19. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta edición ed.). Ciudad de México, México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
20. Instituto de Conservación Forestal. (2010). *Estrategia Nacional para el Manejo de Cuencas Hidrográficas en Honduras*.

21. Instituto Nacional de Conservación Forestal. (2009). *Manual de Normas Técnicas y Administrativas del SINAPH*.
22. La Gaceta. (30 de abril de 2004). *Decreto Ejecutivo Número PCM-002-2004*. Recuperado el 27 de agosto de 2017, de <http://www.cnpp.gob.hn/wp-content/uploads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-PCM-002-2004.pdf>
23. La Gaceta. (2 de octubre de 2007). *Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables*. Recuperado el 27 de agosto de 2017, de <http://www.poderjudicial.gob.hn/juris/Leyes/Ley%20de%20Promocion%20a%20la%20Generacion%20de%20Energia%20Electrica%20con%20Recursos%20Renovables.pdf>
24. La Gaceta. (26 de febrero de 2008). Recuperado el 24 de noviembre de 2017, de <http://www.poderjudicial.gob.hn/CEDIJ/Leyes/Documents/LeyForestalAreasProtegidasVidaSilvestre.pdf>
25. La Gaceta. (20 de mayo de 2014). *Ley General de la Industria Eléctrica*. Recuperado el agosto de 27 de 2017, de <http://www.enee.hn/noticias/Ley%20General%20de%20la%20Industria%20Electrica%20Honduras%20-%20Decreto%20404-2014.pdf>
26. La Gaceta. (18 de Noviembre de 2015). *Comisión Regulador de Energía Eléctrica*. Recuperado el 27 de agosto de 2017, de Reglamento de Operación del Sistema y Administración del Mercado Mayorista: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/hon151009.pdf>
27. La Gaceta. (07 de agosto de 2017). *Decreto Ejecutivo Número PCM-048-2017*. Recuperado el 09 de septiembre de 2017, de <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=forums&srcid=MTQ5MTEyODA4NTU4N>

zc0NDI4NzYBMTY1NDg0NjE2MjE4ODMzODYxNTMBU2x6dU4zNUxBQUFKA
TAuMQEBdJI

28. Martínez Carazo, C. P. (2006). *Método de Estudio de Caso: Estrategia metodología de investigación científica*. Barranquilla, Colombia: Pensamiento&Gestión.
29. Mi Ambiente, D. G. (2017). *Servicios Hidrológicos y Climatológicos*.
30. MiAmbiente. (Enero de 2016). Balance Energético Nacional. *Revista Técnica Informativa*, 8.
31. País.HN, E. (27 de Octubre de 2017). <http://www.elpais.hn/>. Obtenido de <http://www.elpais.hn/2017/10/27/grupo-terra-obtiene-premio-la-mejor-practica-rse-2017/>
32. Posadas, R. (2017).
33. Secretaria de Energía, R. N. (2014). *Informe del Estado del Ambiente*.
34. Secretaria de Energía, Recursos Naturales y Minas. (1993). *Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental*. Recuperado el 27 de agosto de 2017, de <http://www.fao.org/forestry/12864-042266cf2ec0dbafe8694d888ab48696a.pdf>
35. Secretaria de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas. (s.f.). *Guía de Buenas Prácticas Ambientales para Pequeños Proyectos Hidroeléctricos*.
36. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2008). *La biodiversidad y la agricultura: salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo*. Montreal, Canadá.
37. Terra, G. (2017). <https://corporaciongrupoterra.com/energia/generacion-renovable/san-juan/>.
38. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. (s.f.). *Hojas Técnicas de Divulgación*.

ANEXOS



Figura 14. Río Bejucal, aguas arriba de la planta hidroeléctrica La Gloria

Fuente (Posadas, 2017)



Figura 15. Salida de agua de casa de máquinas – La Gloria

Fuente (Posadas, 2017)



Figura 16. Casa de Máquinas Hidroeléctrica La Gloria

Fuente: (Grupo Terra, 2017)



Figura 17. Casa de Máquinas Hidroeléctrica San Juan

Fuente: (Terra, 2017)



Figura 18. PH San Juan

Fuente: (Terra, 2017)



Figura 19. Capacitación para productores de Cacao

(Grupo Terra, 2017)



Figura 20. Producto de Cacao

(Grupo Terra, 2017)