



FACULTAD DE POSTGRADO
TESIS DE POSTGRADO

**ANÁLISIS DE VIABILIDAD DEL USO DE
BIOMASA FORESTAL PARA GENERAR
ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MUNICIPIO DE
CAMPAMENTO, OLANCHO BAJO PLANES
DE MANEJO FORESTAL**

SUSTENTADO POR:
EDWIN ENRIQUE CASTILLO VEGA

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

**MÁSTER EN GESTIÓN DE ENERGÍAS
RENOVABLES**

TEGUCIGALPA, F.M.

HONDURAS, C.A.

ABRIL 2017

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES

UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ

MIRALDA

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

JOSÉ ARNOLDO SERMEÑO LIMA

**ANÁLISIS DE VIABILIDAD DEL USO DE BIOMASA
FORESTAL PARA GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL
MUNICIPIO DE CAMPAMENTO OLANCHO BAJO PLANES
DE MANEJO FORESTAL**

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

ASESOR

**WILFREDO CÉSAR FLORES
CASTRO**

MIEMBROS DE LA TERNA

JOSE EVELIO SERRANO

JORGE CENTENO

MARIO GALLO



FACULTAD DE POSTGRADO

**ANÁLISIS DE VIABILIDAD DEL USO DE BIOMASA FORESTAL PARA
GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MUNICIPIO DE CAMPAMENTO
OLANCHO BAJO PLANES DE MANEJO FORESTAL**

AUTOR:

Edwin Enrique Castillo Vega

RESUMEN

La presente investigación está orientada en analizar la posibilidad de generar energía eléctrica con residuos forestales dispersos en los bosques de pino luego de haberse aprovechado la madera en rollo en los sitios forestales, determinar la cantidad de biomasa disponible de cada plan de manejo aprobado por el Instituto de Conservación Forestal. La metodología de la investigación se realizó con un diseño de la investigación no experimental cuantitativa transeccional, ya que la recolección de datos será única y servirá de base para el estudio. La primera fase de la investigación será exploratoria, en la cual se investigan las fuentes disponibles de biomasa forestal cercanas a la zona de influencia de proyecto, en un radio de 40 kilómetros a la redonda; el costo de transporte de la materia prima; la disponibilidad de conectarse a la red eléctrica nacional; caldera a utilizar para la generación de energía eléctrica. Concluyendo esta tesis la posibilidad generar 8,000 horas al año de energía eléctrica renovable, disminuir los incendios forestales, reducir las emisiones de dióxido de carbono.

Palabras claves: Biomasa, caldera, generación de energía, planes de manejo, protección forestal.



GRADUATE SCHOOL

AUTHOR:

Edwin Enrique Castillo Vega

ABSTRACT:

The following research is focused in analyzing the possibility of generating electric energy with forest residues that are spread inside the pine forests, after all the rolled wood in the forest site has been utilized, determine the quantity of biomass is available of each management plan that has been approved by the institute of forest conservation. The methodology of the research has been executed with a non-experimental quantitative transeccional research design, because the information gathering its explorative were the available sources of forest biomass are investigated, near the zone of project influence in a 40 kilometers around the site radius; the travelling costs for prime materials transportation; the availability to connect to the national electric line; boiler to be utilized on the electric energy generation. Concluding this thesis with the possibility to generate 8,000 hours per year of renewable electrical energy, minimizing forests fires, reducing the carbon dioxide emissions.

Key Terms: Biomass, Forest Protection, management plans, energy generation, boiler

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis tres hijos Edwin David Castillo, Wilmer Alonzo Castillo, Rodman Emanuel Castillo quienes son la razón de mi vida. A mi esposa Fany Marisela Chavarría, quien me brindó todo su apoyo moral durante este proceso.

A mis compañeros de estudio que siempre me brindaron su apoyo cuando más lo necesitaba en especial a Osmer Efraín Ponce.

Edwin E. Castillo Vega

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Divino Creador del Universo por permitirme finalizar con éxito este proyecto. A mis adorados padres que me inculcaron valores éticos y morales para hacer de mi persona un hombre de bien; a mi jefe Oscar Rene Castillo, por apoyarme en esta etapa de mi vida; y a mis compañeros de trabajo por brindarme su apoyo.

Edwin E. Castillo Vega

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.1. INTRODUCCIÓN	6
1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	7
1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.4. OBJETIVO DEL PROYECTO	8
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	8
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
2.1.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO ENERGÉTICO EN HONDURAS ENERGÍAS RENOVABLES: ENERGÍA BIOMASICA INCENTIVOS PARA PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE	14
2.1.2. ENTORNO SOCIOECONÓMICO	16
2.1.3. ENTORNO AMBIENTAL.....	17
2.1.4. CONTEXTO NACIONAL.....	18
2.1.5 EVENTOS NACIONALES E INTERNACIONALES	21
2.1.6. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA GENERADORA DE ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DEL RECURSO BIOMASA	24
2.1.6.1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	24
2.1.6.2. LOCALIZACIÓN	26
2.3. CONCEPTUALIZACIÓN	28
2.3.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	28
2.3.2. LA BIOMASA FORESTAL Y SU USO ENERGÉTICO	29
2.3.3. ORIGEN DE LA BIOMASA	29
2.3.4. MÉTODOS PARA LA TRANSFORMACIÓN DE BIOMASA EN ENERGÍA ELÉCTRICA.....	31
2.3.5. SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA	32

2.3.5.1. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA	32
2.3.5.2. PRODUCCIÓN DE BIOGÁS	33
2.3.5.3. PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES	33
2.3.5.4. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	33
2.3.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LA BIOMASA VERSUS COMBUSTIBLES FÓSILES	34
2.3.7. FORMAS DE ENERGÍA.....	35
2.3.8 TIPOS DE CALDERAS PARA BIOMASA	36
2.3.8.1 TIPO DE CALDERA QUE UTILIZARÁ LA PLANTA DE BIOMASA PARA GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA.....	36
2.3.8.2. CALDERA DE VAPOR 2000 HP, 450 PSIG CON SISTEMA DE PARRILLA OSCILANTE	37
2.3.9. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE BIOMASA	38
2.4 MARCO LEGAL	40
2.4.1 VISIÓN DE PAÍS 2010-2032 Y PLAN DE NACIÓN 2010-2022.....	40
2.4.2 LEYES FORESTALES APLICABLES	40
2.4.3 LEYES SECTOR ENERGÉTICO APLICABLES	41
CAPITULO III METODOLOGÍA.....	42
3.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	42
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	43
3.3. HIPÓTESIS.....	44
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	45
3.5. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	46
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	48
4.1 ESTUDIO DE MERCADO.....	48
4.1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	48
4.1.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	48
4.1.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA	48
4.1.4. FACTORES INFLUYENTES DE LA DEMANDA	49

4.2 METODO DE ESTUDIO DE MERCADO.....	51
4.2.1 MERCADO POTENCIAL	51
4.2.2 SEGMENTAR EL MERCADO	51
4.3 ANÁLISIS DE PRECIO DEL RECURSO.....	51
4.4 DETERMINACIÓN DEL PRECIO	52
4.5 CONTROL DE PRECIOS	52
4.6 CONCLUSIÓN ANÁLISIS DE MERCADO	53
4.7 ESTUDIO TÉCNICO.....	53
4.7.1 CAPACIDAD INSTALADA DEL PROYECTO.....	53
4.7.2 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....	53
4.7.3 REQUERIMIENTO DE PERSONAL.....	57
4.8. ESTUDIO FINANCIERO.....	58
4.9 CRONOGRAMA DE EJECUCION DEL PROYECTO	73
4.9.1 PLAZOS DE EJECUCIÓN	74
4.10 ASPECTOS LEGALES	75
4.11 ASPECTOS AMBIENTALES	76
4.12 ESTIMACIÓN DE EMISIONES REDUCIDAS.....	77
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
5.1 CONCLUSIONES	79
5.2 RECOMENDACIONES	80
ANEXOS	81
BIBLIOGRAFÍA	93

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PLANES DE MANEJO APROBADOS SEGÚN TENENCIA DEL TERRENO EN ÁREAS NACIONALES, EJIDALES Y PRIVADAS. 19	
TABLA 2. PROYECTOS DE BIOMASA EN OPERACIÓN COMERCIAL Y CAPITAL PRIVADO EN HONDURAS.....	23
TABLA 3. PLANES DE MANEJO DE DONDE SE OBTENDRÁ LA BIOMASA FORESTAL DENTRO DE UN RADIO DE 20 KILÓMETROS DE LA PLANTA.....	27
TABLA 4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	44
TABLA 5. MODELO DE ENERGÍA RETSCREEN	59
TABLA 6. ANÁLISIS DE EMISIONES DE GEI	60
TABLA 7. ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO	61
TABLA 8. COSTO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO.....	62
TABLA 9. FLUJO DE CAJA	63
TABLA 10. ESTADO DE RESULTADO PLANTA DE BIOMASA SIN BENEFICIOS FISCALES	64
TABLA 11 BALANCE GENERAL DEL PROYECTO	65
TABLA 12. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) Y VALOR PRESENTE NETO (VPN) .	67
TABLA 13. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN EL PRECIO DE ENERGÍA.....	68
TABLA 14. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN EL COSTO DE LA BIOMASA.....	68
TABLA 15. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD CON VARIACIÓN EN EL PRECIO DE BIOMASA SIN GORGOJO	69
TABLA 16. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD CON VARIACIÓN EN EL PRECIO DE BIOMASA CON GORGOJO	69
TABLA 17. CAPACIDAD INSTALADA DE LA PLANTA DE BIOMASA.....	70
TABLA 18. TABLA DE CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL, APARTADO REFERENTE A GENERACIÓN DE ENERGÍA CON BIOMASA.....	82
TABLA 19. CAPACIDAD INSTALADA MW EN HONDURAS DEL 2010 - 2015.....	85
TABLA 20. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO.....	86
TABLA 21. NORMAS DE DESEMPEÑO PARA PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE	88
TABLA 22. PLAN DE INVERSIÓN PLANTA DE BIOMASA	90
TABLA 23. ESTADO DE RESULTADO CON BENEFICIOS FISCALES	91

ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1. RESIDUOS DE BIOMASA FORESTAL DESPUÉS DEL APROVECHAMIENTO DEL BOSQUE.....	10
ILUSTRACIÓN 2 UBICACIÓN DE LA PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL DEPARTAMENTO DE OLANCHO, HONDURAS.	13
ILUSTRACIÓN 3. UBICACIÓN DE LA PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA ALDEA LA MINA CAMPAMENTO, OLANCHO.	14
ILUSTRACIÓN 4. BOSQUE AFECTADO CON GORGOJO DESCORTEZADOR	18
ILUSTRACIÓN 5. APROVECHAMIENTO DE BOSQUE BAJO PLAN DE MANEJO FORESTAL	25
ILUSTRACIÓN 6. CICLO DE LA BIOMASA.....	30
ILUSTRACIÓN 7. DIAGRAMA DE PLANTA DE BIOMASA	39
ILUSTRACIÓN 8. CALDERA DE VAPOR QUE FUNCIONA CON RESIDUOS FORESTALES.....	54
ILUSTRACIÓN 9. CHIPEADORA MÓVIL PARA TRASFORMAR LA BIOMASA EN COMBUSTIBLE	55
ILUSTRACIÓN 10. TRANSPORTE DE BIOMASA HASTA LA PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA.....	56
ILUSTRACIÓN 11. BÁSCULA QUE DETERMINA LA CANTIDAD DE BIOMASA QUE INGRESA A LA PLANTA.....	56
ILUSTRACIÓN 12. CARGADORA CAT 930 PARA REALIZAR MOVIMIENTOS DEL COMBUSTIBLE	57
ILUSTRACIÓN 13. REQUISITOS PARA ACCESO A RECURSOS FINANCIEROS	71
ILUSTRACIÓN 14. REQUISITOS PARA ACCEDER A RECURSOS FINANCIEROS	72
ILUSTRACIÓN 15. EJEMPLO DE CONTRATO 54-2012- HGPC	75
ILUSTRACIÓN 16. ACTIVIDADES DE CREACIÓN DE VIVEROS	76
ILUSTRACIÓN 17. REGENERACIÓN NATURAL CON PROTECCIÓN.....	76
ILUSTRACIÓN 18. ACTIVIDADES DE CONTROL DE INCENDIOS EN CUENCA HIDROGRÁFICA	77
ILUSTRACIÓN 19. CARTA DE INTENCIÓN DE VENTA DE BIOMASA FORESTAL.....	83
ILUSTRACIÓN 20. ACUERDO MINISTERIAL, NO. 016-2015 - TABLA DE CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL	87
ILUSTRACIÓN 21 DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE BIOMASA.....	92

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El ser humano está en constante evolución, por esa razón realiza diversas actividades, las cuales implican el consumo de energía en todas sus manifestaciones. El crecimiento poblacional es un indicador de que la cantidad de energía demandada incrementará cada año, tornándose importante para los gobiernos garantizar un suministro energético de calidad que supla las necesidades energéticas.

En Honduras la principal fuente de energía que se consume es la leña, seguida por los combustibles fósiles y, en tercer lugar, el consumo de electricidad. (Flores W., 2016). Considerando que la leña está asociada a la degradación de los bosques y enfermedades de las vías respiratorias y los combustibles fósiles a los altos niveles de contaminación, surge la iniciativa de producir energía eléctrica a partir de fuentes renovables. Además, en el ámbito eléctrico energético actualmente, existe un proceso de transformación donde se liberaliza el mercado eléctrico nacional.

Considerando lo anterior, el sector energético nacional presenta una oportunidad de emprendimiento como ser la generación de energía eléctrica, por lo que el presente documento expone una viabilidad que responde a la necesidad energética presente en el departamento de Olancho, en el municipio de Campamento, con el cual se busca generar 4 MW de energía eléctrica a partir del recurso biomasa disponible en esa zona.

1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La población hondureña consume en horas pico 1445 MW de energía eléctrica (CEPAL, 2015). El 58.5% de la matriz energética nacional se genera con fuentes renovables y el resto 41.5 % es energía producida con combustibles fósiles (CEPAL, 2015). El territorio nacional es rico en recursos naturales; sin embargo, no se está aprovechando todo su potencial. Honduras hace una escasa utilización del potencial de los recursos forestales.

La superficie cubierta de bosque representa el 48% del territorio nacional (ICF, 2015). El sector forestal con casi la mitad del territorio contribuye con sólo el 0.8% del PIB nacional (ICF, 2015), exceptuando la leña que es sostenida por un mercado informal.

La madera comercial ha hecho que no se preste la debida atención al resto de la biomasa forestal que anualmente produce el bosque. La biomasa es tratada como residuo y representa el 36.54% de la producción del bosque (ICF, 2015). Para revertir esta situación, el estudio de viabilidad se propone proteger, aprovechar, reforestar y revalorar el bosque, con la participación de sus habitantes a través de un nuevo modelo de generación energética.

1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La falta de calidad de energía eléctrica en el departamento de Olancho, región que produce materias primas, limita la industrialización de sus productos excluyendo la posibilidad de dar mayor valor agregado a dichas materias primas, disminuyendo así, la oportunidad de generar mayor riqueza en este departamento. Considerando que la zona posee muchos recursos renovables ya que aquí se concentra la reserva forestal más grande de Honduras, es importante el manejo y aprovechamiento de ésta en forma sostenible para la generación de energía eléctrica, promoviendo el desarrollo de la región.

1.4. OBJETIVO DEL PROYECTO

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio sobre la viabilidad técnica y evaluación económica del uso de la biomasa forestal como materia prima para generar energía eléctrica en el municipio de Campamento Olancho, para ser inyectada a la red eléctrica.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar la viabilidad de obtención, traslado, manipulación y uso de la biomasa forestal en el ámbito económico.
- Conocer la inversión requerida para el desarrollo del proyecto.
- Seleccionar una caldera de alta eficiencia que maximice el recurso al momento de la generación de energía.
- Evaluar la reducción de emisiones debido a la implementación del proyecto.
- Cuantificar la posible disminución de incendios forestales, debido al aprovechamiento de los residuos forestales en la producción de energía.

1.5. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, el departamento de Olancho presenta deficiencias en el ámbito de suministro eléctrico, porque la red de energía que llega al departamento se transmite en una línea de transmisión de 69 Kilo voltios, montada en su mayoría en postes de madera siendo Campamento, San Francisco de Becerra, Juticalpa, Santa María del Real y Catacamas los municipios de Olancho que sufren de constantes problemas de abastecimiento, presentando problemas de bajo voltajes al final de la línea, así como fallas a lo largo de la misma, por lo que la instalación de una planta generadora de energía eléctrica con fuente biomasa forestal en la región, contribuirá a garantizar la disponibilidad de un recurso eléctrico confiable.

El departamento de Olancho cuenta con bosques de orientación forestal, de los cuales se extrae madera de pino bajo planes de manejos forestales, aprobados por el Instituto de Conservación Forestal. Al realizar la extracción de la madera sólo se acarrea el 63.46 % del árbol en forma de troza (ICF, 2015). El restante de la madera se queda en los bosques en ramas, bellotas, acículas, tocón, tuncas, comúnmente conocidos como residuos forestales (ICF, 2015), y que son considerados como combustibles forestales de alto impacto en la conflagración de incendios forestales

Este residuo forestal se convierte en combustible para los incendios en época de verano, por lo que al ser aprovechados en una planta de generación de energía eléctrica, con recurso de la biomasa, se minimizan más, los incendios beneficiando la conservación del medio ambiente. Además, se genera empleo debido a la creación de cadenas de valor para el acarreo, manipulación, transformación y procesamiento al convertir los residuos forestales en biomasa forestal.

El proyecto de generación de energía eléctrica con biomasa forestal, además de suministrar un flujo de energía de mejor calidad y reducir la conflagración de incendios forestales, por combustible residual de los aprovechamientos forestales en las estaciones de verano, contribuirá al crecimiento económico de la región, por la generación de 100 empleos en la etapa de construcción e instalación y 250 empleos permanentes en la etapa de operación. Simultáneamente, la creación del suministro de mejor calidad eléctrica, resultará atractivo al sector industrial y en general al sector económico, base de la región. Ver Figura N° 1. Residuos forestales posteriores al aprovechamiento forestal.



Ilustración 1. Residuos de biomasa forestal después del aprovechamiento del bosque

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Honduras es un país que se encuentra ubicado en Centro América posee una extensión territorial de 112,492km², presenta una ubicación geográfica beneficiosa ya que cuenta en la zona norte con una amplia zona costera que colinda con el Mar Caribe en el Océano Atlántico y, al Sur, una pequeña zona costera con el Golfo de Fonseca en el Océano Pacífico (CN, 2010).

Honduras por su ubicación geográfica es un país Sub-Tropical. El clima es cálido y húmedo en las costas (temperatura media 31°C), más templado en la zona montañosa. Se distinguen dos estaciones: una lluviosa de junio a octubre y una seca de noviembre a mayo. La cordillera centroamericana que atraviesa al país de noroeste a sureste, lo divide en dos grandes regiones geográficas: la oriental y la occidental, con alturas que sobrepasan los 2,000 msnm. Entre los ramales de la cordillera se encuentran fértiles valles y sabanas donde habita gran parte de la población. Se estima que la mitad del espacio hondureño es de cobertura forestal encontrándose el bosque montañoso, latifoliado, pino, mangles, entre otros. (PNUD, 2015)

Honduras se encuentra organizada en 18 departamentos, siendo el de mayor extensión el departamento de Olancho, así como 296 municipios. Su Capital es Tegucigalpa en el Departamento de Francisco Morazán. La estructura del gobierno es democrático, republicana, representativa, rigiéndose por tres poderes: ejecutivo, legislativo y judicial con independencia. El idioma oficial es el español y en espacios abiertos al turismo, algunos pobladores dominan el idioma Inglés. Los mayores porcentajes de población se concentran en los departamentos de Cortés y Francisco Morazán.

La demanda eléctrica en Honduras crece entre 65 y 70 MW anualmente (CEPAL, 2015). La tercera parte (35%) de la población mayormente rural no tiene acceso a este tipo de energía, la cual es fundamental para el desarrollo. Actualmente, el nivel de cobertura eléctrica es del orden de 75.26% a nivel nacional, pero en las zonas rurales sólo alcanza un 64.36%, lo que imposibilita el desarrollo económico (ENEE, 2016).

El bajo crecimiento económico que atraviesa el país, ha provocado una baja actividad económica, disminuyendo la tasa de crecimiento del PIB real. El impacto de del lento y bajo crecimiento económico, se hace sentir, especialmente, en las zonas forestales donde existen los cinturones más grandes de pobreza y donde se realizan migraciones masivas de la población, tanto a las ciudades, como al exterior, especialmente los EE.UU y España, por falta de oportunidades de empleo, hecho que se da principalmente jóvenes y, en los últimos tiempos, en menores de edad no acompañados de un adulto.

El departamento de Olancho tiene una extensión territorial 23,905 km² siendo el más grande de Honduras. Fue creado el 28 de Junio de 1825, cuando se dividió el territorio en 7 departamentos durante la Primera División Política de Honduras. El departamento está ubicado en la zona Nor-Oriental del país, cuenta con 537,306 habitantes (INE, 2015).

Su territorio está dividido en 23 municipios, 287 aldeas y 3,010 caseríos. Su cabecera departamental es la ciudad de Juticalpa. Su densidad poblacional es de 22.35 hab/km² dentro de las ciudades más importantes destacan: Juticalpa y Catacamas.

El río más importante en el departamento de Olancho es el río Guayape con una longitud de más de 300 kilómetros. También posee muchas riquezas naturales como ser el parque Nacional Sierra de Agalta, Refugio de Vida Silvestre La Muralla, Reserva Biológica Montaña de Misoco, Monumento Nacional El Boquerón, río Wuans Coco o Segovia.

El proyecto en estudio, se encuentra ubicado el Municipio de Campamento, Olancho, un extenso departamento que cuenta con 2 subestaciones de potencia, alimentadas con una línea de transmisión de 69 Kilo voltios ubicadas en las ciudades de Juticalpa y Catacamas. El proyecto se ubicaría en la Aldea La Lima, Campamento, Olancho. En la ilustración 2 y 3 se muestra la ubicación de la planta de energía eléctrica.



Ilustración 2 Ubicación de la planta de generación de energía eléctrica en el departamento de Olancho, Honduras.

Fuente: Elaboración propia

**Mapa de ubicación cartográfica de la planta de cogeneración
Lugar: La Lima, Campamento, Olancho**

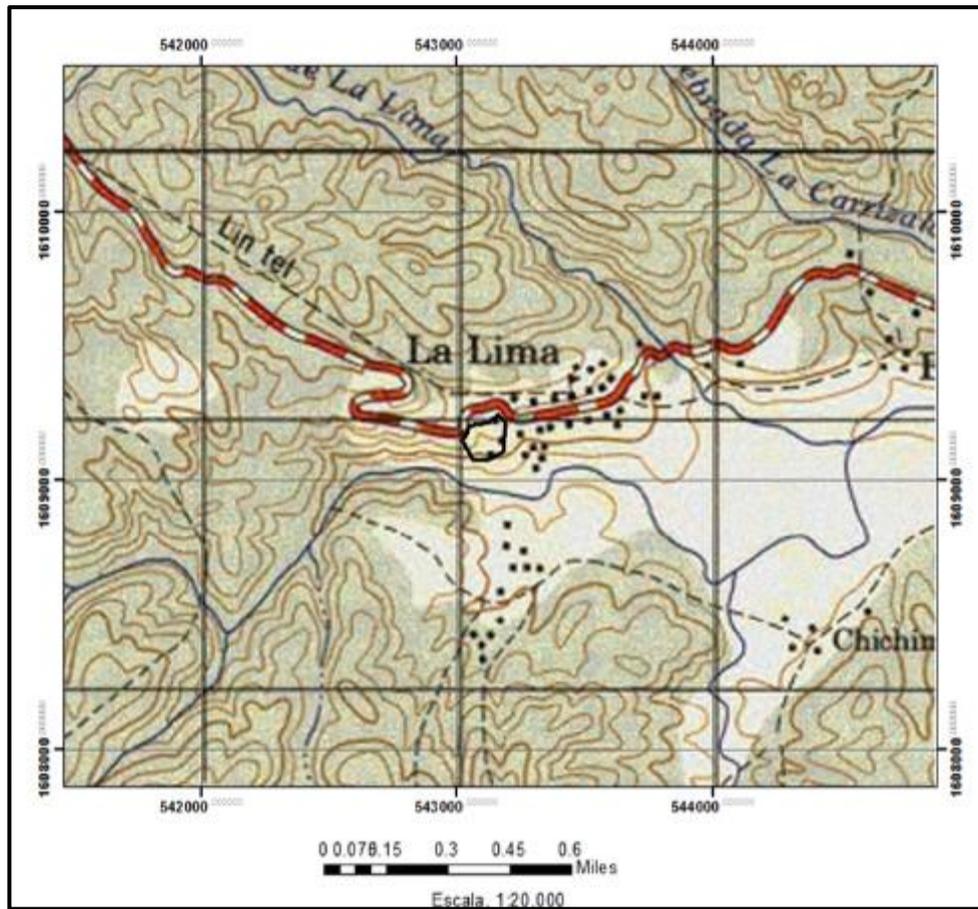


Ilustración 3. Ubicación de la planta de generación de energía eléctrica en la Aldea La Mina Campamento, Olancho.

Fuente: Elaboración propia con uso de ArcGis

**2.1.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO ENERGÉTICO EN HONDURAS
ENERGÍAS RENOVABLES: ENERGÍA BIOMÁSICA INCENTIVOS PARA
PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE**

En Honduras, la primera ley creada para promover el desarrollo de proyectos de energía renovable fue el Decreto 85-98, de abril de 1998: “Ley de Incentivos con Fuentes Renovables”. Posterior a esto, se presentó el Decreto 267-98 de diciembre de 1998, el cual contenía una reforma parcial a Ley de Incentivos.

Nueve años más tarde se aprobó el Decreto 70-2007 “Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables” de octubre del 2007, la cual consolida y actualiza los incentivos establecidos anteriormente. Estos están enfocados a proyectos que se generen con fuentes renovables como: hidráulicas, geotérmicas, solares, biomasa, eólica, alcohol, residuos sólidos urbanos y fuentes vegetales.

Los beneficios otorgados a las plantas de energía renovable se explican a continuación:

- a) Exoneración del pago de aranceles y gravámenes de importación durante el período de estudio y construcción.
- b) Exoneración del impuesto de ventas de equipos, accesorios y repuestos durante el período de estudio y construcción.
- c) Exoneración del pago del impuesto sobre la renta, aportación solidaria temporal, impuesto al activo neto y todos aquellos impuestos conexos a la renta, durante un plazo de 10 años, contados a partir de inicio de operación comercial, para los proyectos con capacidad instalada de hasta 50 MW.
- d) Dispensa del pago de impuestos establecidos en la Ley de Aduanas por la importación temporal de maquinaria y equipos necesarios para la construcción y mantenimiento.
- e) Exoneración del Impuesto Sobre la Renta y retenciones sobre los pagos de servicios u honorarios contratados con personas naturales o jurídicas extranjeras, necesarias en las etapas de estudio y construcción.

La proyección de la demanda refleja un crecimiento anual de 5.0% (CEPAL, 2015) aunque se ha aumentado en forma importante el nivel de cobertura eléctrica en Honduras, todavía las estadísticas reflejan un faltante de cobertura de casi un 25% (ENEE, 2016). Debido a que el ritmo de desarrollo del país ha disminuido como efecto de la crisis financiera internacional, es importante que se revise la proyección de la demanda, pues el efecto de dicha crisis es coyuntural y los efectos de una recuperación económica, deseable en el país, sumados al espacio remanente de electrificación pueden presionar la oferta nuevamente y es importante programar las adiciones de capacidad con suficiente tiempo, particularmente, si se desea dar espacio a los recursos renovables que requieren procesos de estudio y maduración más largos que los proyectos térmicos.

Asimismo, los ingenios azucareros aprovechan durante la época de zafra, el bagazo producido para la autogeneración de electricidad. Los diez (10) ingenios instalados en el país tienen una capacidad instalada de 170.14 MW. Es importante mencionar que existen en el país dos empresas que producen energía a base de aceite de palma africana (Ecopalsa y Hondupalma). De igual forma se debe agregar que ya existen en el Valle de Sula cultivos experimentales de grama de carácter energético (King-grass) para producir energía eléctrica hasta por una capacidad de 20.0 MW. (Flores W., 2016)

2.1.2. ENTORNO SOCIOECONÓMICO

El departamento de Olancho cuenta con recursos naturales en abundancia como ser tierras fértiles, ríos, bosques con vocación forestal, bosque latifoliado con un potencial energético grande. En contraste a lo anterior, este es uno de los departamentos con menor calidad de energía en el territorio nacional, representando una zona con limitada industrialización de sus principales productos, en consideración a que es un productor muy grande de café, maíz, frijoles, madera y ganado vacuno. Estos productos no reciben ningún valor agregado en el sitio, debido a la deficiente calidad de energía eléctrica. La reducida inversión en la industria se debe, principalmente, a la falta de un abastecimiento sostenido de energía firme y las constantes interrupciones que se dan en el servicio de energía eléctrica en este departamento.

A pesar de ser un departamento con alta producción agrícola y forestal, históricamente los habitantes han estado produciendo materia prima para otras zonas más industrializadas en Honduras. Si la región contará con potencia firme en su red se podrían desarrollar sus industrias; un ejemplo claro es el cultivo del maíz, el cual se produce en grandes cantidades, pero se envía a Choloma, San Pedro Sula y Tegucigalpa, regresando procesado al departamento de Olancho como harina de maíz. Esta operación tiene un alto costo de transporte en donde se consume combustible fósil para el traslado de las cargas.(Mejía, 2015)

La insostenibilidad que acompaña al uso tradicional de biomasa se reparte en los tres pilares de la sostenibilidad (social, ambiental y económico). En el ámbito social, el impacto negativo principal ocurre en la salud humana, debido al trabajo intensivo requerido para recolectar madera (mano de obra semiesclavizada) y la contaminación en interiores (por cocinar) que afecta principalmente a mujeres, niños y ancianos. En el terreno ambiental, los impactos principales son la degradación de los bosques nativos (la deforestación, la reducción de la biodiversidad y la degradación del suelo) y las emisiones de gases de efecto invernadero. En el ámbito económico, las bajas eficiencias de las estufas de cocina a base de leña y la baja generación de ingresos son los principales impactos negativos.(Millhone & Estrada, 2016, p.172)

“La Organización Mundial de la Salud, estima que la polución al interior de las viviendas, por el uso ineficiente de la biomasa para cocción, podría causar en el mundo, 1.5 millones de muertes por año”(Garcés, 2013, p. 11).

2.1.3. ENTORNO AMBIENTAL

El municipio de Campamento, al igual que los demás municipios y ciudades del departamento de Olancho, cuenta con bosque natural de carácter privado, ejidal y nacional los cuales tienen planes de manejos aprobados y supervisados por el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre ICF (2015). Las especies forestales identificadas en las zonas de influencia del proyecto son roble, encino, nance, pino y carbón.

Entre los años 2014 y 2016 los bosques hondureños fueron afectados por el gorgojo descortezador del pino (*Dendroctonus Frontalis*) (CONADEH, 2016) brindando una disponibilidad elevada de biomasa forestal; esto obliga a planificar y conocer la estructura del bosque, así como determinar las plantaciones disponibles en materia forestal de la zona después de haber sufrido el bosque este brote.



Ilustración 4. Bosque afectado con gorgojo descortezador

Fuente: Elaboración propia

El municipio de Campamento cuenta con industrias primarias de madera que se dedican a cuadrar la madera como materia prima, lo cual brinda disponibilidad de residuos forestales existentes en la zona de influencia donde se propone el proyecto. También se debe considerar el recurso forestal que se deja abandonado en el bosque después de la extracción que se realiza en los aprovechamientos forestales del pino.

2.1.4. CONTEXTO NACIONAL

Flores W., (2016) afirma:

“Considerando el hecho de que la demanda de electricidad en el país crece a una tasa aproximada del 5% anual, el país podría ser independiente desde el punto de vista del acceso a la energía eléctrica” (p.12).

Bajo esta premisa se debe buscar alternativas para generar energía eléctrica con un alto grado de disponibilidad de potencia firme, para inyectar a la red la generación de energía eléctrica con el recurso de la biomasa, que ofrece la posibilidad de generar energía térmica y energía eléctrica con un promedio de 8,000 horas al año (Sole, 2014). La disponibilidad del recurso en la zona de influencia del proyecto es primordial para

realizar el análisis de viabilidad del uso de Biomasa Forestal para generar energía eléctrica en el municipio de Campamento, Olancho, bajo planes de manejo forestales.

El plan de manejo forestal es un documento que contiene la planificación sostenible del recurso forestal resguardando la calidad de las aguas y controlando el deterioro de los suelos en una zona específica. (Plan de Manejo Forestal, 2016).

En Olancho los planes de manejo se organizan según la tenencia de terreno dividiéndose en áreas nacionales, ejidales y privadas. Para el 2015 el área total en plan de manejo para Olancho era de 266,792.58 ha. equivalentes a 655,621.16 m³ de recurso forestal.

Tabla 1. Planes de manejo aprobados según tenencia del terreno en áreas nacionales, ejidales y privadas.

PLANES DE MANEJO APROBADOS SEGÚN TENENCIA DEL TERRENO								
	ÁREAS NACIONALES		ÁREAS EJIDALES		ÁREAS PRIVADAS		TOTAL SEGÚN TENENCIA	
Año	Área Intervenir (ha)	Corta Anual (m ³)	Área Intervenir (ha)	Corta Anual (m ³)	Área Intervenir (ha)	Corta Anual (m ³)	TOTAL AREA (ha)	TOTAL (m ³)
2011	-	-	-	-	8,047.95	16,433.92	8,047.95	16,433.92
2012	42,415.36	87,079.86	11,952.48	33,875.38	39,551.83	122,238.45	93,919.67	243,193.69
2013	45,080.21	94,900.58	3,429.78	10,630.03	31,004.20	78,003.77	79,514.19	183,534.38
2014	26,356.22	65,474.67	2,772.61	5,075.38	25,809.28	61,732.17	54,938.11	132,282.22
2015	5,353.19	19,590.76	-	-	25,019.47	60,586.19	30,372.66	80,176.95
TOTAL	119,204.98	267,045.87	18,154.87	49,580.79	129,432.73	338,994.5	266,792.58	655,621.16

Fuente: Departamento de Protección Forestal/ICF 2015

PROTECCIÓN FORESTAL

En cuanto a la protección forestal se deben considerar actividades como controles de incendios, detección de puntos de calor y plagas forestales (ICF, 2015) mismas que se muestran a continuación:

A) INCENDIOS FORESTALES

Para 2015 se reportan 1,477 incendios forestales con una superficie afectada de 53,319.90 hectáreas (ha). Los departamentos con mayor incidencia fueron: Francisco Morazán con 471 y Olancho con 377 incendios. El departamento con la mayor cantidad de superficie afectada es Francisco Morazán con 21,007.83 ha. Los incendios de mayor extensión se presentaron en Gracias a Dios con un área promedio afectada por incendio de 193.66 hectáreas, le sigue Valle con un área promedio de 133.75 hectáreas por incendio.

Los valores presentados comprenden únicamente aquellos incendios que fueron reportados al Departamento de Protección Forestal por parte de las Regiones Forestales y no necesariamente comprenden el registro del 100% de los incendios ocurridos durante 2015.

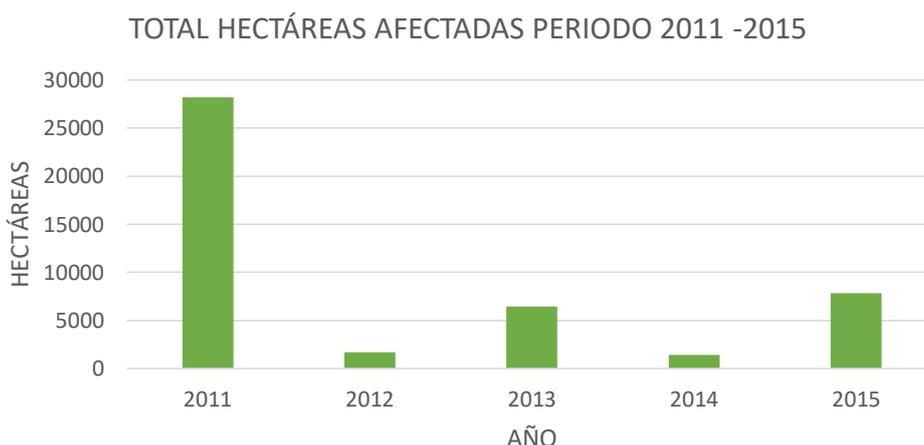


Gráfico 1. Incendios reportados por año en el Departamento de Olancho

Fuente: ICF, 2015

B) DETECCIÓN DE PUNTOS DE CALOR

Mediante el sistema de detección de puntos de calor con percepción remota se logró la detección de 4,105 puntos de calor durante 2015, siendo los meses de marzo, abril y mayo los que presentan mayor cantidad de puntos de calor en áreas forestales. Para

un solo incendio el sistema puede generar más de un punto de calor, dependiendo de la magnitud y la duración del mismo, o puede que no genere alguno, debido a la nubosidad. (ICF, 2015, p. 48).

C) PLAGAS FORESTALES

Durante 2015 el combate de la plaga (gorgojo descortezador) tomó un papel primordial en el que hacer del ICF.

Por medio de sensores remotos se detectó que, para diciembre 2015, se tenían 10,241 brotes con un área de 389,024.38 ha. afectadas por el gorgojo. Para ese mes se tenía un total de 98,852.50 ha. activas y 290,171.88 ha. de área inactiva producto del esfuerzo y actividades de control en el que se registraron 8,679 brotes controlados con un área de 115,551.54 ha en áreas de franjas de control (ICF, 2015, p. 48).

Es importante señalar que el bosque necesita un intensivo plan de recuperación a corto y mediano plazo para contrarrestar la epidemia del gorgojo descortezador del pino, puntualmente en las zonas más afectadas y se deberá seguir vigilando para contrarrestar nuevos ataques que puedan afectar los bosques sanos.

2.1.5 EVENTOS NACIONALES E INTERNACIONALES

Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE) Finlandia, España, Inglaterra, Polonia y Estados Unidos, son ejemplos a seguir en producción de energía renovable con biomasa, ya que estos países cuentan con las plantas de biomasa más grandes en producción de energía eléctrica en el mundo. La agencia calcula que el 10% de la energía primaria mundial procede del recurso asociado a la biomasa. (Roca, 2016)

Hoy en día, América Latina es una región en la que las energías renovables están experimentando un rápido crecimiento, con un interés por el desarrollo de estos recursos que crece incluso con mayor celeridad. Los altos precios de la electricidad en la mayor

parte de la región, la creciente demanda, los problemas de seguridad energética y, en algunos casos, el potencial para la exportación, proporcionan un terreno fértil para el despliegue de tecnologías de energía renovable, hecho que se ve potenciado aún más por los recientes descensos en algunos costes tecnológicos y el aumento de la competitividad. (Muñoz Cabré, López-Peña, Kieffer, Ferroukhi, & Hawila, 2015, p.4)

Según el balance energético de Honduras para el año 2014, el mayor consumo de energía se realizaba con leña en el orden del 54% (Flores W., 2016). Este recurso procede de bosques de pino, robles, encinos, etc.

Actualmente en Honduras existen 15 proyectos en operación comercial y de capital privado que trabajan con recurso de la biomasa con una potencia instalada de 170.14 MW destacando la Compañía Azucarera S.A, Caracol Knits S.A. y Compañía Azucarera Tres Valles como los más grandes generadores (Flores W., 2016). Estas plantas operan utilizando como materias primas, raquis de palma africana, bagazo de caña de azúcar, residuos forestales y cultivos energéticos (por ejemplo; King grass).

[Tabla 2. Proyectos de biomasa en operación comercial y capital privado en Honduras

N°	Empresa Proponente	Nombre Del Proyecto	Ubicación	Recurso	Potencia Estimada (MW)
1	Compañía Eléctrica del Sur S.A de C.V. (Celsur)	La Grecia	Marcovia Choluteca	Biomasa	12:00
2	Azucarera Yojoa, SA. De CV (Aysa)	Cogeneración de energía eléctrica central Rio Lindo	San Francisco de Yojoa, Cortes	Biomasa	8:00
3	Compañía Azucarera, SA de CV	Cahsa	Búfalo, Villanueva, Cortes	Biomasa	25.51
4	Inversiones Hondureñas S.A de C.V. (Azunosa)	Central, Progreso	Progreso, Yoro	Biomasa	14:00
5	Azucarera del Norte S.A.	Azunosa	Progreso, Yoro	Biomasa	4.00
6	Compañía Azucarera Tres Valles, S.A De C.V	Central Tres Valles Biomasa	San Juan de Flores, Departamento de Francisco Morazán	Biomasa	19.80
7	Compañía Azucarera Chumbagua, S.A de C.V	Chumbagua	San Marcos, Santa Bárbara, Santa Bárbara	Biomasa	7.00
8	Energía Ecológica de Palcasa S.A De C.V	Eecopalsa	El Progreso, Yoro	Biomasa	3.40
9	Compañía Eléctrica del Sur S.A de C.V (Celsur)	Celsur	Choluteca	Biomasa	18.80
10		Yodeco	Yoro, Yoro	Biomasa	1
11	Biogás y Energía S.A	Venta de Excedente de Energía Eléctrica	Municipio de santa Departamento de Colon	Biomasa (Biogás)	1.33
12	Merendón Power Plant S.A de C.V	Biomasa Merendón Power Plant	Choloma, Cortés	Biomasa	18.46
13	Koracol Knnits S.A de CV.	Generación de energía Eléctrica con fuente de energía renovable	Potrerrillos, Cortés	Biomasa	20.00
14	Energía Renovable JAREMAR S.A de CV.	Generación de energía Eléctrica a partir de biomasa (palma africana)	Aldea San Alejo, Tela, Atlántida	Biomasa	15.00
15	Empacadora del Atlántico S.A de CV.	Planta Extractora de aceite de palma africana de lean (Cogeneración de energía Eléctrica con Biomasa)	Arizona Atlántida	Biomasa	1.70
POTENCIA INSTALADA					170.14

Fuente: Dirección General de Energía, 2016

2.1.6. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA GENERADORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DEL RECURSO BIOMASA

2.1.6.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE BIOMASA

El uso del recurso de biomasa como generador de energía eléctrica proviene de diversos tipos como ser las astillas y aserrín. El funcionamiento de una central eléctrica de biomasa se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Ingreso del recurso forestal al hogar de la caldera, donde se dará la combustión que servirá para la transformación del agua en vapor.
2. El vapor a presión que sale de la caldera hace girar las turbinas, produciéndose la energía mecánica.
3. En el generador, la energía mecánica producida en las turbinas se convierte en energía eléctrica.
4. El vapor que sale de la turbina vuelve a transformarse en agua líquida para iniciar de nuevo el proceso de producción de vapor.

Para el funcionamiento de la planta se requieren cincuenta y dos mil seiscientos cuarenta y cinco (52,645) toneladas de biomasa al año, con un treinta por ciento de humedad (Solé, 2014). Se estima en treinta y cinco dólares (\$ 35.00) el costo de la tonelada de biomasa, precio que se estima tanto para la compra como para la producción de biomasa con los equipos disponibles en la planta.

El proyecto de generación eléctrica a partir del recurso biomasa forestal pretende generar 4 MW de energía eléctrica, con un despacho al Sistema Interconectado Nacional (SIN) de 32,000 MWh por año (Solé, 2014) sustentada por el recurso de biomasa a partir de los residuos forestales provenientes de las áreas con plan de manejo aledañas a la zona.



Ilustración 5. Aprovechamiento de bosque bajo Plan de Manejo Forestal

Fuente: Elaboración propia

El recurso necesario que se utilizará en esta planta será obtenido a través de productores de madera que se encuentran en la zona de influencia del proyecto. Ellos proporcionarán sus residuos forestales y se negociará con dichos productores el excedente que se deja abandonado en el sitio forestal, así como los raleos a desechos que se realizan en la actividad silvícola.

La empresa contará con todos los equipos necesarios para la producción y recolección de la biomasa como ser chipadoras, camiones recolectores, báscula, cargadoras, vehículos 4x4 para uso de las personas que se movilizarán a los sitios forestales.

“El fomento de la producción de biomasa para uso energético permite el desarrollo de una nueva actividad en las áreas rurales, sobre la base de un mercado con una demanda continua y sin fluctuaciones, que genera puestos de trabajo estables”(Rico, 2007, p. 46).

2.1.6.2. LOCALIZACIÓN

La central de energía eléctrica se ubicará en la Aldea Las Minas, Municipio de Campamento, Departamento de Olancho, Honduras Centro América.

El tamaño aproximado del espacio a utilizar es de 20,000 m² en terreno plano adyacente al Río Guayape sobre la carretera pavimentada. A continuación se presentan los planes de manejo que abastecerán la central (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Planes de manejo de donde se obtendrá la biomasa forestal dentro de un radio de 20 kilómetros de la planta

PLANES DE MANEJO DENTRO DE UN RADIO DE 20 KM DE LA PLANTA						
No	NOMBRE_PM	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	REGISTRO	PROPIETARIO	HECTAREAS
1	Escobas Sabana Redonda	Campamento	Olancho	BE-J8-02-1998-II	Municipalidad de Campamento	537.419
2	San Antonio de Horcones	Juticalpa	Olancho	BP-J2-022-2005-I	Valois Espinal Mendoza	124.515
3	San Antonio de Horcones	Juticalpa	Olancho	BP-J2-022-2005-I	Valois Espinal Mendoza	44.566
4	San Antonio de Horcones	Juticalpa	Olancho	BP-J2-022-2005-I	Valois Espinal Mendoza	10.532
5	Ulúa o San Francisco de Ulúa	Juticalpa Oeste	Olancho	BP-J2-068-1995	Arnulfo de Jesús Miralda	110.262
6	San Francisco de Lepaguare	Juticalpa	Olancho	BP-J8-014-1993	Selin Flores Bonilla	0.694
7	El Retiro	Juticalpa	Olancho	BP-J2-052-1995	Edgardo Matute, Rubún Padilla	239.753
8	El Retiro	Juticalpa	Olancho	BP-J2-052-1995	Edgardo Matute, Rubún Padilla	24.724
9	San Antonio de Horcones	Juticalpa	Olancho	BP-J2-013-2005-I	Alfonzo Mejía Echeverría	0.420
10	San Antonio de Horcones	Juticalpa	Olancho	BP-J2-013-2005-I	Alfonzo Mejía Echeverría	6.233
11	San Antonio de Horcones	Juticalpa	Olancho	BP-J2-013-2005-I	Alfonzo Mejía Echeverría	2.317
12	San Francisco de Lepaguare	Juticalpa	Olancho	BP-J2-002-2003-I	Empresa Agropecuaria Lepaguare	292.727
13	San Antonio de Horcones	Juticalpa	Olancho	BP-J2-012-2005-I	Bayardo Mejía Torres	52.110
14	San Antonio de Horcones	Juticalpa	Olancho	BP-J2-012-2005-I	Bayardo Mejía Torres	140.682
15	San Francisco de Lepaguare	Juticalpa	Olancho	BP-J2-004-2005-I	Orbelayne Andino L ³ /4pez	49.897
16	Coyoles	Juticalpa	Olancho	BP-J2-010-2004-I	Rene Wilfredo Ferrari	208.517
17	San José del Retiro	Juticalpa	Olancho	BP-J2-001-2002-I	Pedro Cáceres Bustillo	61.762
18	San José del Retiro	Juticalpa	Olancho	BP-J2-001-2002-I	Pedro Cáceres Bustillo	13.921
19	San José del Retiro	Juticalpa	Olancho	BP-J2-001-2002-I	Pedro Cáceres Bustillo	20.439
20	San José del Retiro	Juticalpa	Olancho	BP-J2-001-2002-I	Pedro Cáceres Bustillo	17.331

Fuente: ICF, 2015

2.3. CONCEPTUALIZACIÓN

2.3.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Bioenergías

“Es un tipo de energía renovable que se produce a partir del aprovechamiento de la materia orgánica e industrial formada en algún proceso biológico mecánico en un sentido práctico, hace referencia a biomasa como insumo para generación de energía” (Rba Ambiental, 2015).

Biomasa

“La palabra biomasa describe los materiales provenientes de seres vivos animales o vegetales. Es decir, toda la materia orgánica (materia viva) procedente del reino animal y vegetal obtenida de manera natural o procedente de las transformaciones artificiales”. (Endesaeduca, 2016).

Dendroenergía

Es toda la energía obtenida a partir de biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos primarios y secundarios, derivados de los bosques, árboles y otra vegetación, donde la madera es considerada la primera fuente de energía de la humanidad. Actualmente, sigue siendo la fuente de energía renovable más importante que, por sí sola, proporciona más del 9% del suministro total de energía primaria a nivel mundial. La dendroenergía es tan importante como todas las otras fuentes de energía renovable juntas (hidroeléctrica, geotérmica, residuos, biogás, solar y biocombustibles líquidos) existentes en terrenos forestales. (FAO, 2010)

2.3.2. LA BIOMASA FORESTAL Y SU USO ENERGÉTICO

La biomasa forestal es un recurso natural del cual se dispone permanentemente y está disponible en cantidades abundantes; su uso ha servido a la humanidad desde que el hombre descubrió el fuego en la era primitiva. En la actualidad se ha mejorado su uso, ya que se ha conseguido obtener la mayor eficiencia posible tanto en usos residenciales, comerciales e industriales.

“La producción global de biomasa permite concluir que existe la posibilidad de reemplazar una importante porción de petróleo por biomasa como fuente de materia prima si se desarrollan las tecnologías apropiadas” (Spanevello & Alejandra G. Suárez , Ariel M. Sarotti, 2013, p. 3).

2.3.3. ORIGEN DE LA BIOMASA

La energía de la biomasa proviene en última instancia del Sol. Los vegetales absorben y almacenan una parte de la energía solar que llega a la tierra y a los animales en forma de alimento y energía. Cuando la materia orgánica almacena la energía solar, también crea subproductos que no sirven para los animales ni para fabricar alimentos, pero sí para hacer energía de ellos. (Endesaeduca, 2016).

“La biomasa, desde el punto de vista energético, se utiliza comúnmente en plantas de generación o en la producción combinada de calor y energía, (cogeneración), ya sea como combustibles gaseosos, normalmente a escalas de 10 kW - 5 MW”. (Millhone & Estrada, 2016, p. 5).

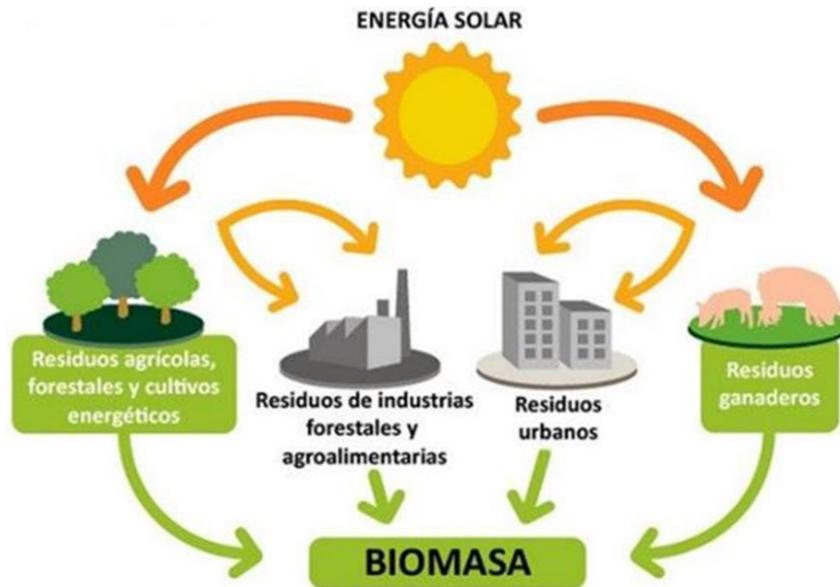


Ilustración 6. Ciclo de la biomasa

Fuente: Planeta Verde

Tipos de Biomasa

Esta se clasifica en las siguientes categorías:

1. **Natural:** Producida en ecosistemas naturales.
2. **Residual:** Son los que forman parte de;
 - Residuos forestales: comprende los residuos de tratamientos silvícolas, leñas, ramas, coníferas. Residuos agrícolas: incluye los restos de podas, rastrojos de cultivos, etc.
 - Residuos de industrias forestales: representa los aserraderos, resanes de la madera, aserrín, tacos, puntas, corteza. Residuos de industrias agrícolas: comprende los bagazos, cáscaras de arroz, café, vinazas, huesos, raquis, etc.
 - Residuos biodegradables: comprende los purines, estiércoles, fangos de depuradoras, domiciliarios, mataderos, harinas cárnicas, sebos, etc.

3. Cultivos energéticos

Estas son grandes plantaciones de árboles o plantas cultivadas con el fin específico de producir energía. Para ello se seleccionan árboles o plantas de crecimiento rápido y bajo mantenimiento, las cuales usualmente se cultivan en tierras de bajo valor productivo. Su período de cosecha varía entre los tres y los diez años. También se utilizan arbustos que pueden ser podados varias veces durante su crecimiento, para extender la capacidad de cosecha de la plantación. (PNUD, 2002, p. 9)

4. Excedentes agrícolas

“Sirven para complementar los cultivos no alimentarios y sustituir parcialmente los biocarburantes y los combustibles fósiles (algodón, aceite de soja, aceite de cártamo, etc.)” (Elías Castells, 2012, p. 748).

2.3.4. MÉTODOS PARA LA TRANSFORMACIÓN DE BIOMASA EN ENERGÍA ELÉCTRICA

Existen diferentes formas para transformar la biomasa en energía que se pueda aprovechar, pero hay dos de ellas que hoy en día se utilizan más:

2.3.4.1. MÉTODO TERMOQUÍMICO

Es la manera de utilizar el calor para transformar la biomasa. Los materiales que funcionan mejor son los de menor humedad (madera, paja, cáscaras, etc.). Se utilizan para:

- **Combustión:** se produce cuando se quema la biomasa con mucho aire (20-40% superior al teórico) a una temperatura entre 600 y 1.300°C. Es el modo más básico para recuperar la energía de la biomasa, de donde salen gases calientes para producir calor y poderla utilizar en casa, en la industria y para producir electricidad.

- **Pirolisis:** es un proceso termoquímico mediante el cual se descompone la biomasa utilizando el calor (a unos 500°C) sin oxígeno. A través de este proceso obtienen gases formados por hidrógeno, óxidos de carbono e hidrocarburos, líquidos hidrocarbonatos y residuos sólidos carbonosos. Este proceso se utilizaba hace ya años para hacer carbón vegetal.
- **Gasificación:** se genera cuando se hace combustión y se producen diferentes elementos químicos: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), hidrógeno (H) y metano (CH₄), en cantidades diferentes. La temperatura de la gasificación puede estar entre 700 y 1.500°C y el oxígeno entre un 10 y un 50%.
- **Co-combustión:** consiste en la utilización de la biomasa como combustible de ayuda mientras se realiza la combustión de carbón en las calderas. Con este proceso se reduce el consumo de carbón y se reducen las emisiones de CO₂.

2.3.4.2. MÉTODOS BIOQUÍMICOS

Se llevan a cabo utilizando diferentes microorganismos que degradan las moléculas. Se utilizan para biomasa de alto contenido en humedad. Los más corrientes son:

- **Fermentación alcohólica:** técnica que consiste en la fermentación de hidratos de carbono que se encuentran en las plantas y en la que se consigue un alcohol (etanol) que se puede utilizar para la industria.
- **Fermentación metánica:** es la digestión anaerobia (sin oxígeno) de la biomasa, donde la materia orgánica se descompone (fermenta) y se crea el biogás.

2.3.5. SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA

2.3.5.1. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA

Son sistemas de combustión directa. Se utilizan para dar calor, que se puede utilizar directamente para, por ejemplo, cocinar alimentos o secar productos agrícolas.

2.3.5.2. PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

La finalidad es conseguir combustible, principalmente el metano, muy útil para aplicaciones térmicas para el sector ganadero u agrícola, suministrando electricidad y calor.

2.3.5.3. PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

Son una alternativa a los combustibles tradicionales del transporte y tienen un grado de desarrollo desigual en los diferentes países.

Existen dos tipos de biocombustibles:

1. **Bioetanol:** substituye a la gasolina. En el caso del etanol, y en cuanto a la producción de materia prima, actualmente se obtiene de cultivos tradicionales como el cereal, el maíz y la remolacha.
2. **Biodiésel:** su principal aplicación va dirigida a la substitución del gasoil. En un futuro servirá para variedades orientadas a favorecer las calidades de producción de energía.

“Los tipos de biocombustibles líquidos más utilizados en Latinoamérica corresponden a los ya mencionados biodiésel y bioetanol, por sus bondades en los costos de fabricación y utilidad para las regiones emergentes marginales”(Morelos Gómez, 2016, p.3)

2.3.5.4. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La electricidad se puede producir por combustión o gasificación y se pueden obtener potencias de hasta 740MW.(Roca, 2016)

CENTRAL DE BIOMASA

“Es una instalación industrial diseñada para generar energía eléctrica a partir de recursos biológicos. Así pues, las centrales de biomasa utilizan fuentes renovables para la producción de energía eléctrica”.(Endesaeduca, 2016)

2.3.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LA BIOMASA VERSUS COMBUSTIBLES FÓSILES

Ventajas de la biomasa

- Disminución de las emisiones de azufre.
- Disminución de las emisiones de partículas.
- Emisiones reducidas de contaminantes como CO, HC y NOX
- Ciclo neutro de CO₂, sin contribución al efecto invernadero.
- Reducción del mantenimiento y de los peligros derivados del escape de gases
- Tóxicos y combustibles en las casas y plantas termoeléctricas.
- Reducción de riesgos de incendios forestales y de plagas de insectos.
- Aprovechamiento de residuos agrícolas, evitando su quema en el terreno.
- Posibilidad de utilización de tierras de áridas con cultivos energéticos
- Independencia de la variación de precios, ya que no son combustibles importados.
- Desarrollo económico de las áreas rurales. (ESCARES MARTÍNEZ, 2014, p. 26)

Desventajas de la Biomasa

- Rendimiento pobre en las calderas
 - Baja densidad, mayor almacenamiento.
 - Los canales de distribución de biomasa son menos desarrollados.
 - Debe tener un proceso previo de secado.
 - Consumo de combustibles fósiles para su traslado cuando se usa a mayor escala.
- (ESCARES MARTÍNEZ, 2014, p. 26)

2.3.7. FORMAS DE ENERGÍA

A. Calor y Vapor

Se puede generar calor y vapor mediante la combustión de biomasa el calor puede ser el producto para aplicaciones de calor y cocción.

B. Gaseoso

El biogás mediante el proceso de digestión anaeróbica es usado en motores de combustión interna y éstos a su vez generan energía eléctrica que es utilizada en las industrias y comercios.

C. Biocombustibles

La producción del biodiésel y etanol ayuda a mejorar el servicio de transporte. Estados Unidos y Brasil son los países que más desarrollo tiene en esta industria, ya que ellos manejan las mezclas adecuadas para sus vehículos. En Honduras hay plantas para producir biodiésel, pero por el bajo precio de los combustibles fósiles, no es rentable producirlo.

D. Electricidad

“La electricidad es una forma de energía con una gama muy amplia de aplicaciones. Se utiliza en casi todos los tipos de actividad humana, que van desde la producción industrial, el uso doméstico, la agricultura, el comercio”(Garnier, 2007, p. 41).

La electricidad producida por biomasa es considerada como energía limpia debido a que no produce dióxido de carbono; esta tecnología está muy madura en los países europeos quienes son los que más beneficios obtienen de este recurso.

E. Co-generación (Vapor y Electricidad)

“Específicamente, la cogeneración de energía es un proceso industrial en el cual se transforma la energía intrínseca de un combustible en energía eléctrica y con los

excedentes térmicos de dicha transformación se logra satisfacer alguna necesidad de Energía térmica”(Carlos Andrés Núñez Viveros, Gallego Hidalgo, & Buenaventura Vera, 2013, p.2).

2.3.8 TIPOS DE CALDERAS PARA BIOMASA

a) Según la circulación de los fluidos

- Pirotubulares
- Acuotubulares

b) Según la forma de combustión

- De parrillas movibles
- De parrilla escalonada
- De lecho fluidizado
- Calderas de quemador de suspensión

c) Según la presión del hogar

- De tiro forzado
- De tiro inducido (Pineda, 2015)

2.3.8.1 TIPO DE CALDERA QUE UTILIZARÁ LA PLANTA DE BIOMASA PARA GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA

Al utilizar residuos forestales como aserrín, astillas, cortezas de pino se debe seleccionar una caldera que funcione adecuadamente con este recurso biomásico. Es por eso que la caldera que cumple con estos requisitos para su operación es una caldera de vapor con sistema de parrillas oscilante (Boiler, 2016)

2.3.8.2. CALDERA DE VAPOR 2000 HP, 450 PSIG CON SISTEMA DE PARRILLA OSCILANTE

El equipo y servicios que se incluirán en la caldera Hurst Boiler & Welding Co.

Equipo de Caldera:

- Hurst 2000 HP / 450 PSI Híbrida
- Alimentadores de combustible
- Precalentador de Aire
- Parrilla Oscilante
- Sistema Recolector de Ceniza Húmedo
- PLC / Sistema de Oxígeno (sistema de control)
- Banda transportadora de cadena para alimentadores

Generador de combustible gasificado de desechos de biomasa subestequimétrica, el quemador y recipiente sujeto a presión alimentado por sistema tipo tornillo.

Requerimientos de Combustible:

- 1 ½" x 2 ½" x 5/8" o menos en tamaño y 50% o menos en contenido de humedad.

Uso aproximado de combustible en el rango máximo de fuego:

- Horno/gasificador que produce hasta 69,000 LBS/HR con un contenido de humedad máximo de 50%, uso de combustible 13,000 LBS/HR de biomasa

Capacidad de la Caldera:

- Caldera de 2000 caballos de vapor, Máximo 450 PSIG vapor sobrecalentado.

Presión de la Caldera:

- 450 PSI de diseño/405 PSI en operación.

Diseño de la Caldera:

- Híbrido de alta presión modelo #HY-1600-RG- 450-SA (Diseño de tubos de fuego/tubos de agua). Construido de acuerdo al Código ASME. Estampa. 1.1
- Hurst Boiler & Welding Co., Inc. entregará todos los diseños y especificaciones requeridos para el equipo propuesto.

Ingeniería incluirá:

- Dibujos de cuarto de caldera / sistema de almacenaje para ubicar el nuevo equipo.
- Detalles de cimientos para la caldera de híbrida con biomasa propuesta, basado en condiciones de suelo de 2500 PSF (Pounds Square Feet)
- Asistencia para completar y llenar el permiso de emisiones ambientales. De acuerdo a EPA.
- Todos los planos y especificaciones de instalación requeridos para instalar el equipo propuesto.
- Dos (2) juegos de manuales de operación y mantenimiento en inglés.

2.3.9. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE BIOMASA

- En el momento en que se solicitare la planta de generación de energía eléctrica al fabricante, se deberá tener en consideración las siguientes especificaciones generales para el correcto funcionamiento de los equipos.
- Servicio de ingeniería
- Servicio de instalación
- Sistema de arranque y prueba
- Gasificación de los combustibles para la biomasa
- Recipiente sujeto a presión

- Accesorios y controles de la caldera
- Controles de contaminación y ventilador de tiro inducido
- Tanque de aireador
- Sistema de alimentación automático
- Sistema de turbina generador condensador enfriamiento y bombeo
- Planos de toda la planta
- Pruebas e inspección
- Garantía de que la planta opere 8000 horas anualmente
- Garantía de los equipos por al menos 36 meses

El proceso que se seguirá en la Planta de Generación de Energía Eléctrica con recurso de la biomasa forestal disponible en la zona de influencia del proyecto es el siguiente:

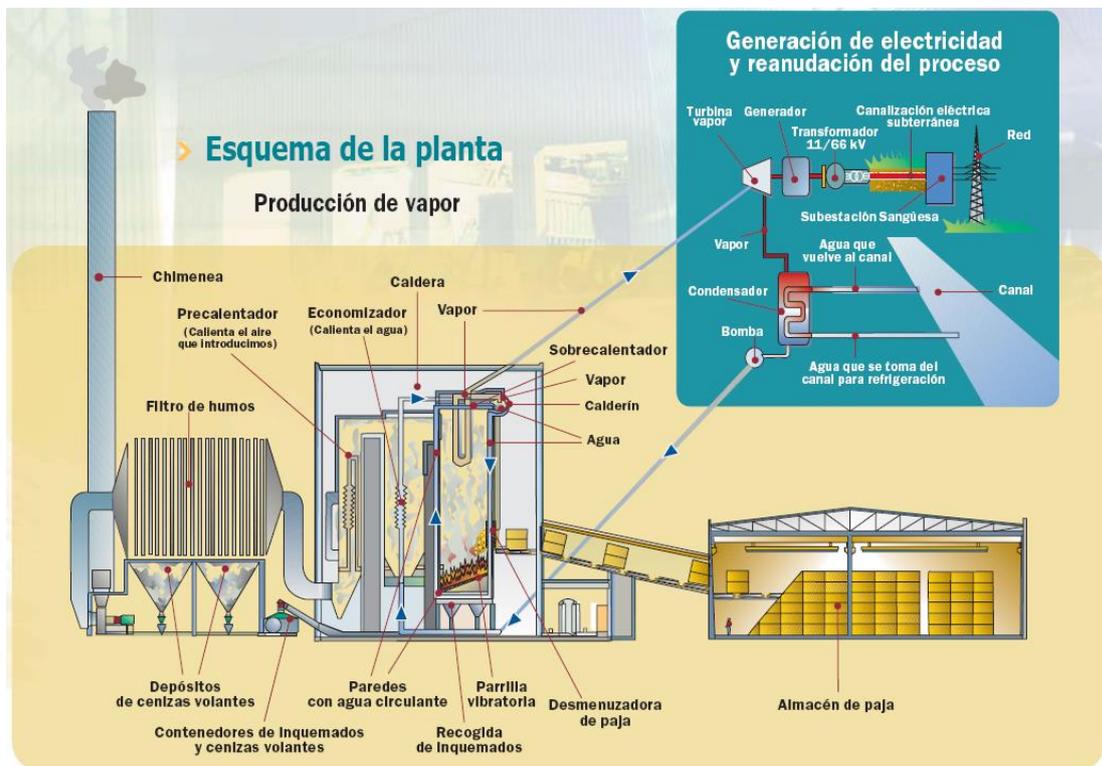


Ilustración 7. Diagrama de planta de biomasa

Fuente: Planta de Biomasa Sangüesa año 2009

2.4 MARCO LEGAL

Actualmente Honduras cuenta con una Visión de País y un Plan de Nación, a la vez que el sector forestal y el sector energético cuentan con leyes y reglamentos para cada sector.

2.4.1 VISIÓN DE PAÍS 2010-2032 Y PLAN DE NACIÓN 2010-2022

La Visión de País es la imagen objetivo de los que se propone para Honduras en 28 años, que está compuesta por objetivos con metas concretas que se deben cumplir.

Plan de Nación es una guía con acciones específicas para alcanzar la Visión de País con una vigencia de 12 años; siendo éste un instrumento que contiene lineamientos estratégicos con indicadores.

2.4.2 LEYES FORESTALES APLICABLES

- El sector forestal de honduras es determinado por la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre decreto 98-2007 (ICF, 2007) .
- Es de resaltar que el país cuenta con una Política Nacional Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre 2013-2022 acuerdo ICF/013A-2013 (ICF, 2013).
- También se cuenta con el decreto ejecutivo PCM 068-2014 Programa Nacional de Generación de Ingresos y empleo de energía comunitaria para una vida mejor.
- El Decreto Ejecutivo PCM 003-2016 declara emergencia nacional para la extracción, uso y aprovechamiento de productos y subproductos forestales resultantes de la aplicación del Decreto Ejecutivo PCM051-2015, publicado en el Diario Oficial “La Gaceta” el 12 de agosto del 2015, con el propósito de fortalecer las acciones de control de la plaga del gorgojo descortezador del pino y disminuir el riesgo de propagación de incendios forestales.

- En el tema ambiental el país cuenta con la Ley General del Ambiente Decreto Ejecutivo 104-93

2.4.3 LEYES SECTOR ENERGÉTICO APLICABLES

- En el tema de energía el sector energético dispone de la Ley General de la Industria Eléctrica (Decreto 404-2013).
- La Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables Decreto 70-2007 y su reforma (Decreto 138 – 2013).
- Ley para la Producción y Consumo de Biocombustibles Decreto 144-2007 y su reforma (Decreto 295-2013).

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿El proyecto será rentable bajo las condiciones analizadas?
2. ¿Dónde se encuentra disponible la materia prima?
3. ¿Cuál será el costo de la inversión?
4. ¿Cuánto será la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero?
5. ¿En qué porcentaje se podría disminuir los incendios forestales debido al aprovechamiento de la biomasa forestal en la producción de energía?

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

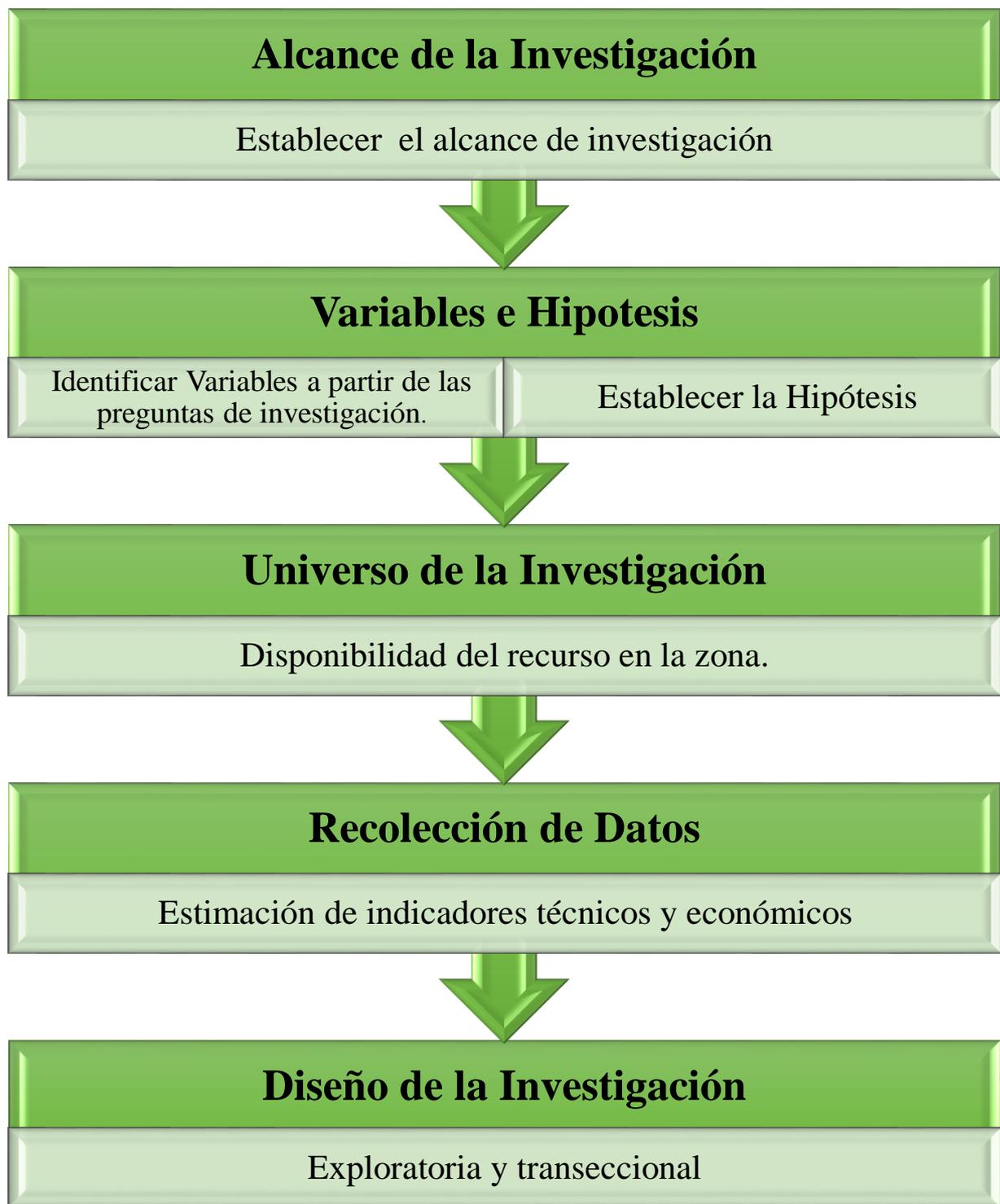


Figura 1. Esquema metodológico

Fuente: elaboración propia

3.3. HIPÓTESIS

En las investigaciones exploratorias no se formulan hipótesis; sin embargo, esta investigación presenta un alcance descriptivo por lo que se podría realizar algunos pronósticos como ser:

- Generación de energía en MWh- año
- Crecimiento poblacional y necesidad de energía eléctrica.

Por otra parte, con base a lo expuesto en dicha metodología, a continuación se presentan las variables identificadas para dar respuesta a las preguntas de investigación.

Tabla 4. Identificación de variables

Pregunta de Investigación	Variable	Tipo de variable
1. ¿El proyecto será rentable bajo las condiciones analizadas?	Transporte y procesamiento del recurso	Dependiente
2. ¿Dónde se encuentra disponible la materia prima?	Disponibilidad del recurso (Toneladas)	Dependiente
3. ¿Qué tipo de materia prima se encuentra disponible?	Caracterización de materia prima (tipo)	Independiente
4. ¿Cuál será el costo de la inversión?	Costo por Kilovatio	Independiente
5. ¿Cuánto será la reducción de emisiones de Gases efectos invernaderos?	Factor de Emisión	Dependiente
6. ¿En qué porcentaje se podría disminuir los incendios forestales debido al aprovechamiento de la biomasa forestal en la producción de energía?	Hectáreas bajo manejo forestal	Independiente

Fuente: Elaboración propia

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación a realizar es un análisis de viabilidad, siendo el objetivo de la investigación conocer si el lugar seleccionado reúne las condiciones necesarias para la instalación de la planta de generación de energía eléctrica, por lo que no habrá manipulación de variables, estableciendo un diseño de la investigación no experimental, cuantitativo transeccional, ya que la recolección de datos será única y servirá de base para el estudio.

La primera fase de la investigación será exploratoria, en la cual se investigan las fuentes disponibles de biomasa forestal cercanas a la zona de influencia de proyecto, en un radio de 40 kilómetro a la redonda; los posibles costos de transporte de la materia prima; la disponibilidad de conectarse a la red eléctrica nacional; caldera a utilizar para la generación de energía eléctrica.

Una vez identificadas las variables anteriormente mencionadas, se pasa a la segunda fase que es transeccional descriptivo mediante la cual se puede establecer el perfil del proyecto que permite concluir su viabilidad y factibilidad. Es por ello que resulta muy importante el poder describir los siguientes aspectos para el desarrollo del proyecto bajo estudio:

- Describir la materia prima disponible y su poder calorífico para el aprovechamiento con fines energético.
- Descripción del proceso productivo para generación de energía.

3.5. RECOLECCIÓN DE DATOS

Fuente de Datos Primarios

- Datos de cobertura eléctrica (ENEE)
- Datos de oferta y demanda
- Precios de la materia prima
- Precios maquinaria, equipo y herramientas

Datos Secundarios

- Revisión Bibliográfica

ESQUEMA DEL ESTUDIO

Estudio de mercado

- Definición del producto
- Determinación de la demanda
- Determinación de precios del producto

Estudio técnico

- Capacidad instalada del proyecto
- Enumeración de maquinarias, equipos y herramientas necesarias
- Requerimiento de personal

Estudios financieros

- Análisis de resultados
- Flujo de caja
- Estructura de costos de financiamiento
- Índices de evaluación del proyecto
- Análisis de sensibilidad

Cronograma de ejecución

- Fecha de inicio del proyecto
- Fecha de Finalización del Proyecto

Aspectos legales

- Requerimientos Legales

Aspectos ambientales

- Componentes
- Reducción de emisiones

Aspectos socioeconómicos

- Actividades económicas
- Infraestructuras existente o preexistente

Figura 2- Esquema contenido propuesto

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 ESTUDIO DE MERCADO

4.1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La mala calidad en el suministro de energía eléctrica en el departamento de Olancho, incide de forma negativa en la industrialización de sus productos (por ejemplo agrícolas) excluyendo la posibilidad de dar mayor valor agregado a sus materias primas, disminuyendo la oportunidad de generar riqueza en este departamento. Por tanto, considerando que la zona posee muchos recursos renovables y que aquí se concentra la reserva forestal más grande de Honduras, se hace importante el manejo y aprovechamiento en forma sostenible para la generación de energía eléctrica que permitirá promover el desarrollo de la región.

4.1.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA

Dentro del aspecto evaluativo de manejo y uso de la biomasa forestal, como factor social y económico, se analiza la oportunidad de generar una utilidad con este recurso natural para la sociedad hondureña, considerando el sector energético renovable.

Por ser este un proyecto de viabilidad técnica y económica, se determinó que el análisis de oferta es monopólica porque existe un solo productor del bien natural en la zona oriental del país, tanto para las áreas urbanizadas como para las áreas rurales, imponiendo calidad de energía, estabilidad, precio y cantidad.

4.1.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

En el proceso de la ejecución del proyecto se analizó el entorno de los compradores interesados en la energía de biomasa forestal. Eventualmente este tipo de viabilidad genera un alto costo de inversión para el comprador, lo que significa que sólo dos tipos de

compradores tienen la capacidad suficiente para adquirir este servicio de energía renovable. Uno de ellos es un alto consumidor calificado que se refiere a aquellas empresas con un alto porcentaje de consumo de energía eléctrica, como ser empresarios de hoteles, propietarios de centros comerciales, fabricas industriales, maquiladoras entre otras. El segundo comprador es el Estado de Honduras, representado por el Gobierno Central, debido a la cantidad de proyectos y empresas estatales que requieren energía de diversas fuentes que puedan ser proporcionadas a bajo costo.

4.1.4. FACTORES INFLUYENTES EN LA DEMANDA

Precio del bien

Dentro del proceso de venta lo que justifica la adquisición del servicio al final es el precio, equivalente a 0.162 centavos de dólar el kilovatio-hora que es un precio relativamente similar al que contrata la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).

Capacidad de compra

- a. Al desarrollar dicho proyecto, una ventaja importante en el punto viable es el despacho de energía por contratos; y es dentro de este rubro que las competencias no se ven involucradas.
- b. Los contratos para la venta de energía eléctrica están formalizados en un periodo de 15 y 20 años, manteniendo el precio a 0.162 centavos de dólar el kilovatio-hora, sin ser modificado durante todo el periodo de vigencia del contrato de generación de energía eléctrica. El nivel de renta disponible es aceptable debido a que en la zona oriental del departamento de Olancho, no existe una planta de generación de energía con biomasa. Además, este es un

recurso abundante en la zona, por lo que el tema de costo de producción del mismo resultará importante para este análisis.

Expectativas futuras

Al indagar en la viabilidad energética con el valioso recurso natural de los residuos forestales es evidente que tendrá un crecimiento potencial, ya que las oportunidades para crecer en este rubro son muy altas, porque permiten obtener energía limpia y amigable con el ambiente, a través de los múltiples residuos forestales del uso de la madera mejor conocida como biomasa. La justificación de crecimiento se determina a través de una relación de temporalidad, ejecutada en base a una demanda continua, porque permanece durante largos periodos de tiempo y, en base al estudio realizado, se ha determinado que los trabajos serán abordados por contratos.

Influencias de Niveles de consumo anteriores

- a. En el contexto hondureño, se investigó que existentes proyectos de energía renovable con diferentes tipos de biomasa, como ser: forestal, bagazo de caña, raquis de palma africana, cultivos energéticos como el King grass.
- b. Actualmente existen 15 proyectos en operación instalados en 8 departamentos en el territorio nacional. Este proyecto en estudio podría incorporarse a la lista de proyectos involucrados en la generación de energía renovable con biomasa forestal.
- c. Recopilando datos se observa que éste será un proyecto rentable, genera altos costos de inversión, pero se recupera la inversión en 8 años de producción.

4.2 MÉTODO DE ESTUDIO DE MERCADO

4.2.1 MERCADO POTENCIAL

En referencia al problema general en el departamento de Olancho, por su ineficiente sistema de calidad en energía eléctrica, se puede concluir que es una limitante para el desarrollo económico y social de esta zona oriental de Honduras. Se están excluyendo recursos necesarios que pueden provocar una explotación exponencial no sólo en el recurso de la biomasa, sino también de otros recursos naturales que el departamento posee, tales como el agua y la tierra que son ricos precursores para integración de nuevos proyectos a futuro.

4.2.2 SEGMENTAR EL MERCADO

El montaje de la nueva planta es el inicio de expansión territorial para el crecimiento y desarrollo del departamento de Olancho; eso significaría que, de momento, no habrían otras plantas que generen igual o mayor cantidad de energía a través de biomasa forestal para el departamento, pero si existen plantas de generación de energía con otras fuentes de recursos naturales como ser centrales hidroeléctricas que están ubicadas en la zona, pero que no logran cubrir la demanda de energía eléctrica que consume la zona.

4.3 ANÁLISIS DE PRECIO DEL RECURSO

En este punto del proyecto se determinara que tan factible resulta la utilidad propuesta para la inversión. Existe un punto clave en la determinación del precio que es influenciado por la cantidad de horas de energía que se despache al sistema interconectado nacional. El origen del precio incurre en todos los costos operativos que la planta genera, es de ahí que se comienza analizar el precio del recurso a utilizar. La compra de la biomasa forestal se estima

35.00 dólares americanos la tonelada de biomasa y se requiere un consumo 52,645 toneladas de biomasa por año, con un promedio de humedad del 30%.

4.4 DETERMINACIÓN DEL PRECIO

Todo precio de venta está relacionado con el costo de producción, administración, más la utilidad. El proyecto conlleva una sensibilidad crítica a cambios de precio de venta de la energía que al mismo costo de la materia prima, ya que si la materia prima se incrementa hasta en 100 por ciento el proyecto no se ve afectado, porque al incrementarse los costos de compra de la biomasa se incrementa el costo del combustible, pero la rentabilidad del proyecto es aceptable. En cambio si el precio de venta de la energía disminuye el proyecto se ve afectado en su Tasa Interna de Retorno, poniendo en riesgo su ejecución.

4.5 CONTROL DE PRECIOS

Analizando el carácter financiero denominamos la entidad del precio en dos agentes financieros, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Presente Neto (VPN). Con los datos obtenidos del estudio financiero observamos que manteniendo un precio de 0.162 centavos de dólar el kilovatio-hora obtenemos un TIR de un 31 por ciento, este será el estándar de mayor precio que se mantendrá mientras el precio de combustible no exceda los límites del precio de compra. Una disminución en el precio de venta a 0.108 centavos el kilovatio hora pondría en riesgo la tasa de retorno.

4.6 CONCLUSIÓN ANÁLISIS DE MERCADO

Referente a la estructura del estudio de mercado, se concluye que es un proyecto viable y factible por lo atractivo de envolver un proyecto de dicha complejidad con residuos forestales. Construir una planta de generación de energía renovable es una forma de engrandecer los valiosos recursos naturales que nuestro país Honduras posee. Además de brindar energía a un alto porcentaje de hondureños que viven en zona oriental con acceso a energía eléctrica con baja calidad en el suministro, que permitiría cambiar la forma de vida de muchos de ellos. Al evaluar los beneficios del montaje de este proyecto, se concluye que a nivel social éste representa grandes beneficios ya que permitirá generar empleo a 350 personas, aproximadamente, en la zona de influencia del proyecto; además de la generación de crecimiento y desarrollo económico en la zona de Campamento .

4.7 ESTUDIO TÉCNICO

4.7.1 CAPACIDAD INSTALADA DEL PROYECTO

Según los análisis realizados y teniendo en cuenta la disponibilidad del recurso en la zona, se estima una capacidad instalada de 4000 Kilovatios Hora (kW/hr) con esto se entregará al Sistema de Interconexión Nacional (SIN) la cantidad de 32,000 kW/hr al año.

4.7.2 MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para el desarrollo del proyecto de generación de energía con biomasa forestal se requieren maquinarias, equipos y herramientas especializadas, las cuales se enuncian a continuación:

- **EQUIPO**

Para generar el vapor que moverá una turbina, se estima el uso de una caldera de vapor Hurst Boiler, 2000 Hp, 450 PSI, con sistema de parrilla oscilante, como se muestra en la siguiente ilustración:

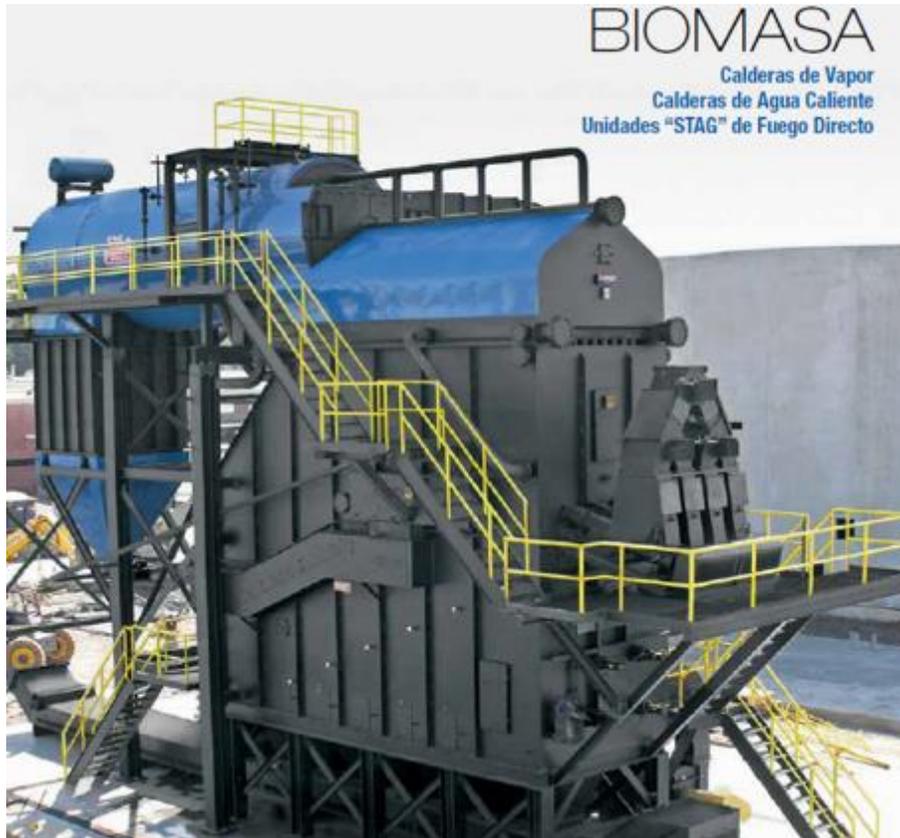


Ilustración 8. Caldera de vapor que funciona con residuos forestales

Fuente: Hurst Boiler, 2016

- **MAQUINARIA REQUERIDA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA**
 - Chipeadora Vermer modelo BCL 1000 (capacidad 50 m³ / hr)
 - Chipeadora Lippel modelo PFL 400x700 (capacidad 70 m³ / hr)
 - Brazos mecánicos de carga

- Cargadoras CAT 930
- Camiones
- Vehículos de trabajo con tracción 4x4
- Taller mecánico /industrial
- Afiladoras
- Báscula pesadora de camiones



Ilustración 9. Chipiadora móvil para transformar la biomasa en combustible

Fuente: elaboración propia



Ilustración 10. Transporte de biomasa hasta la planta de generación de energía
Fuente: elaboración propia



Ilustración 11. Báscula que determina la cantidad de biomasa que ingresa a la planta
Fuente: elaboración propia



Ilustración 12. Cargadora CAT 930 para realizar movimientos del combustible
Fuente: elaboración propia

- **HERRAMIENTAS**

- Motosierras
- Ganchos para madera
- Palas de gancho
- Taladros
- Soldadora
- Esmeril
- Pulidoras

4.7.3 REQUERIMIENTO DE PERSONAL

Teniendo en cuenta el tipo de proyecto y el grado de complejidad, se requiere de la integración de un equipo multidisciplinario para el desarrollo de las obras y operaciones del proyecto, de acuerdo a los puestos requeridos se enuncian a continuación:

- Gerente general

- Relacionador público
- Apoderado legal
- Gerente administrativo
- Gerente de planta
- Ingeniero ambiental
- Ingeniero forestal
- Contador general
- Secretaria
- Ingenieros de planta
- Personal de seguridad
- Personal de mantenimiento
- Personal de laboratorio
- Personal para el área de bascula
- Motoristas de cargadoras
- Ayudantes para carga y descarga
- Personal de aseo

4.8. ESTUDIO FINANCIERO

Se ha realizado el siguiente análisis financiero considerando los aspectos técnicos del apartado anterior, mismos que se presentan a continuación:

Utilización de Software (Retscreen)

Para evaluar el proyecto de energía renovable se utilizó el programa RETScreen International, en la cual tendremos una disponibilidad de suministro de energía del 91.3%, exportando a la red 32,000 MWh/año, mostrando los resultados obtenidos a continuación:

Tabla 5. Modelo de energía RETScreen

Sistema eléctrico de potencia del caso propuesto		Costos iniciales incrementales	
Tecnología	Otro		
Disponibilidad	h	8,000	91.3%
Método de selección de combustible	Un sólo combustible		
Tipo de combustible	Pino - corteza		
Precio del combustible	\$/t	35,000	
Otro			
Descripción			
Capacidad de generación eléctrica	kW	4,000.00	Vea la base de datos del producto
Electricidad exportada a la red	MWh	32,000	
Fabricante			
Modelo			
Rendimiento calórico	kJ/kWh	4,858	
Combustible requerido	GJ/h	19.4	
Tarifa de exportación de electricidad	\$/MWh	160.00	

Fuente: Elaboración propia con RETScreen

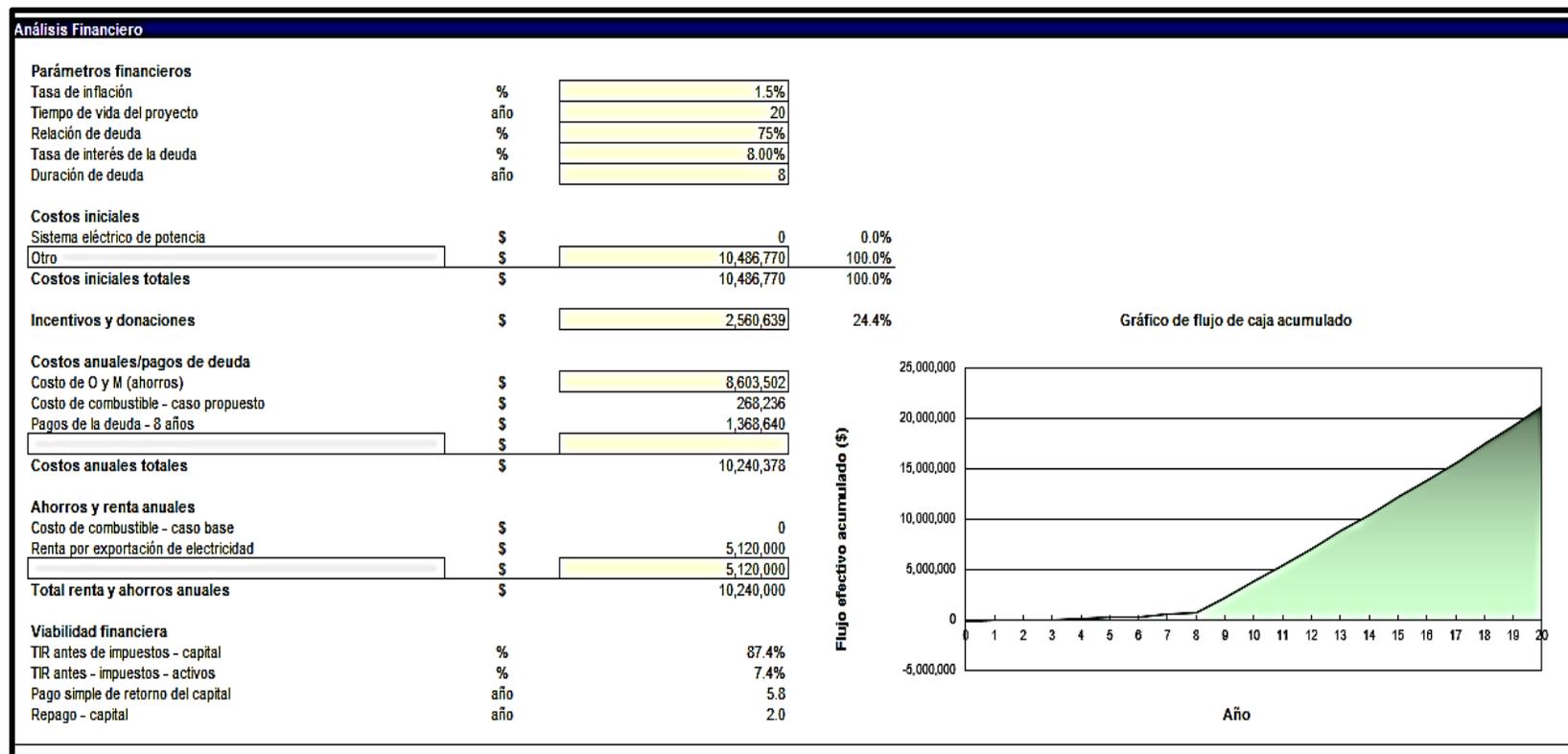
Tabla 6. Análisis de emisiones de GEI

Análisis de Emisiones				
Caso base del sistema eléctrico (Línea de base)		Factor emisión de GEI (excl. T y D)	Pérdidas T y D	Factor emisión de GEI
Pais - Región	Tipo de	tCO2/MWh	%	tCO2/MWh
Honduras	Todos los tipos	0.332		0.332
Electricidad exportada a la red	MWh	32,000	Pérdidas T y D	
Emisiones GEI				
Caso base	ICO2	10,618.9		
Caso propuesto	ICO2	289.1		
Reducción anual bruta de emisiones GEI	ICO2	10,329.8		
Derechos de transacción por créditos GEI	%			
Reducción de emisiones GEI anual neta	ICO2	10,329.8	es equivalente a	1,892 Autos y camiones livianos no utilizados
Renta por reducción de GEI				
Tasa crédito reducción de GEI	\$/tCO2	0.00		

Fuente: Elaboración propia con RETScreen

En base a los resultados mostrados anteriormente, se reducen 10,329.8 toneladas de dióxido de carbono, lo cual es equivalente a 1,892 vehículos en movimiento.

Tabla 7. Análisis financiero del proyecto



Fuente: Elaboración propia con RETScreen

Con base al análisis realizado por medio de dicho software se determina que el análisis financiero es viable, ya que muestra una TIR de 87.4% y un VPN positivo. Por tanto, se recomienda el desarrollo de dicho proyecto, teniendo un retorno de capital de 5.8 años

Tabla 8. Costo de Inversión del proyecto

Considerando los aspectos económicos analizados a continuación se muestran los resultados relacionados al costo de inversión:

TOTAL INVERSIÓN		10,486,770.82
CAPITAL DE TRABAJO		863,520.67
Fondos Propios*	25.00%	3,485,213.37
Bancos	75.00%	7,865,078.12
Total	100.00%	11,350,291.49

Monto a financiar	7,865,078.12
Plazo, años	8
Período de gracia	2
tasa de interés, US\$	8%

Año	Pagos Anuales							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Saldo Inicial	7,865,078.12	7,865,078.12	7,865,078.12	6,554,231.77	5,243,385.41	3,932,539.06	2,621,692.71	1,310,846.35
Amortización de capital	0.00	0.00	1,310,846.35	1,310,846.35	1,310,846.35	1,310,846.35	1,310,846.35	1,310,846.35
Intereses	629,206.25	629,206.25	576,772.40	471,904.69	367,036.98	262,169.27	157,301.56	52,433.85
Saldo Final	7,865,078.12	7,865,078.12	6,554,231.77	5,243,385.41	3,932,539.06	2,621,692.71	1,310,846.35	0.00
Saldo Promedio	7,865,078.12	7,865,078.12	7,209,654.94	5,898,808.59	4,587,962.24	3,277,115.88	1,966,269.53	655,423.18

Fuente: Elaboración propia

Este tipo de proyectos son financiados hasta un 75% con fondos de la banca nacional, el desarrollado le corresponde un equity del 25%, teniendo un plazo de financiamiento de 8 años con un periodo de gracia de 2 años, con una tasa de intereses en dólares de un 8%.

Tabla 9. Flujo de caja

El flujo de caja del proyecto muestra un comportamiento favorable a partir del año dos. Para una mejor idea se muestra el análisis completo:

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos									
Inversión Inicial	10,486,770.82								
Capital de Trabajo	112,651.16	792,816.59							
Saldo de caja		0.00	0.00	6,427,794.96	13,324,099.73	20,764,490.48	28,769,517.66	37,360,674.39	46,560,436.78
Venta de Energía Eléctrica	0	0	15,480,433.58	16,254,455.26	17,067,178.03	17,920,536.93	18,816,563.77	19,757,391.96	20,745,261.56
Total ahorros	10,599,421.99	792,816.59	15,480,433.58	22,682,250.22	30,391,277.76	38,685,027.41	47,586,081.44	57,118,066.36	67,305,698.34
Gastos									
Maquinaria y Equipo	10,486,770.82								
Costo Biomasa		0.00	2,031,439.49	2,133,011.46	2,239,662.03	2,351,645.14	2,469,227.39	2,592,688.76	2,722,323.20
Mantenimiento (2%)		0.00	209,735.42	220,222.19	231,233.30	242,794.96	254,934.71	267,681.45	281,065.52
Seguros y administración (1.5%)			157,301.56	165,166.64	173,424.97	182,096.22	191,201.03	200,761.08	210,799.14
Personal	112,651.16	121,663.26	409,294.88	442,038.47	477,401.55	515,593.68	556,841.17	601,388.46	649,499.54
Gestión cenizas			5,264.50	5,527.73	5,804.11	6,094.32	6,399.03	6,718.99	7,054.94
Combustibles y Lubricantes			4,170,213.33	4,378,724.00	4,597,660.20	4,827,543.21	5,068,920.37	5,322,366.39	5,588,484.71
Total gastos	10,599,421.99	121,663.26	6,983,249.18	7,344,690.49	7,725,186.17	8,125,767.52	8,547,523.71	8,991,605.13	9,459,227.04
Margen de explotación	0.00	671,153.33	8,497,184.40	15,337,559.73	22,666,091.59	30,559,259.88	39,038,557.73	48,126,461.23	57,846,471.30
Amortización Préstamo	0.00	0.00	1,398,236.11	1,398,236.11	1,398,236.11	1,398,236.11	1,398,236.11	1,398,236.11	0.00
BAII	0	671,153	7,098,948	13,939,324	21,267,855	29,161,024	37,640,322	46,728,225	57,846,471
Intereses préstamo		671,153.33	671,153.33	615,223.89	503,365.00	391,506.11	279,647.22	167,788.33	55,929.44
Saldo Final	0	0	6,427,795	13,324,100	20,764,490	28,769,518	37,360,674	46,560,437	57,790,542

Fuente: Elaboración propia

Con base a los resultados del flujo de caja, se establece un cambio favorable a partir del año 2, ya que en los años 0 y 1 es la etapa de construcción y, por tanto, no hay ingresos en el flujo de caja.

Tabla 10. Estado de resultado planta de biomasa sin beneficios fiscales

Teniendo en cuenta la entrada en vigencia la Ley General de la Industria Eléctrica no se consideran los beneficios fiscales e incentivos, los cuales eran contemplados en los análisis de este tipo de proyectos mediante la Ley de incentivos a las energías renovables 70 – 2007.

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos									
Inversión Inicial									
Venta de Energía Eléctrica			15,480,433.58	16,254,455.26	17,067,178.03	17,920,536.93	18,816,563.77	19,757,391.96	20,745,261.56
Total ahorros	0.00	0.00	15,480,433.58	16,254,455.26	17,067,178.03	17,920,536.93	18,816,563.77	19,757,391.96	20,745,261.56
Egresos									
Costo Biomasa	-	-	2,031,439	2,133,011	2,239,662	2,351,645	2,469,227	2,592,689	2,722,323
Mantenimiento (2%)	-	-	209,735	220,222	231,233	242,795	254,935	267,681	281,066
Seguros y administración (1.5%)	-	-	157,302	165,167	173,425	182,096	191,201	200,761	210,799
Personal	112,651	121,663	409,295	442,038	477,402	515,594	556,841	601,388	649,500
Gestión cenizas	-	-	5,265	5,528	5,804	6,094	6,399	6,719	7,055
Combustibles y Lubricantes	-	-	4,170,213	4,378,724	4,597,660	4,827,543	5,068,920	5,322,366	5,588,485
Intereses	629,206.25	629,206.25	576,772.40	471,904.69	367,036.98	262,169.27	157,301.56	52,433.85	0.00
Depreciaciones	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47
Total gastos	1,785,337.88	1,794,349.97	8,603,502.04	8,860,075.64	9,135,703.61	9,431,417.26	9,748,305.74	10,087,519.45	10,502,707.51
Utilidad antes de Impuestos	-1,785,337.88	-1,794,349.97	6,876,931.54	7,394,379.62	7,931,474.41	8,489,119.67	9,068,258.04	9,669,872.51	10,242,554.05
Impuestos	0	0	1,719,233	1,848,595	1,982,869	2,122,280	2,267,065	2,417,468	2,560,639
Utilidad Neta	-1,785,337.88	-1,794,349.97	5,157,698.65	5,545,784.72	5,948,605.81	6,366,839.75	6,801,193.53	7,252,404.38	7,681,915.54

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados encontrados el proyecto siempre sigue siendo favorable, aún sin incentivos fiscales, sólo que los ingresos serían menores considerando sus ingresos a partir del año 2.

Tabla 11 Balance General del Proyecto

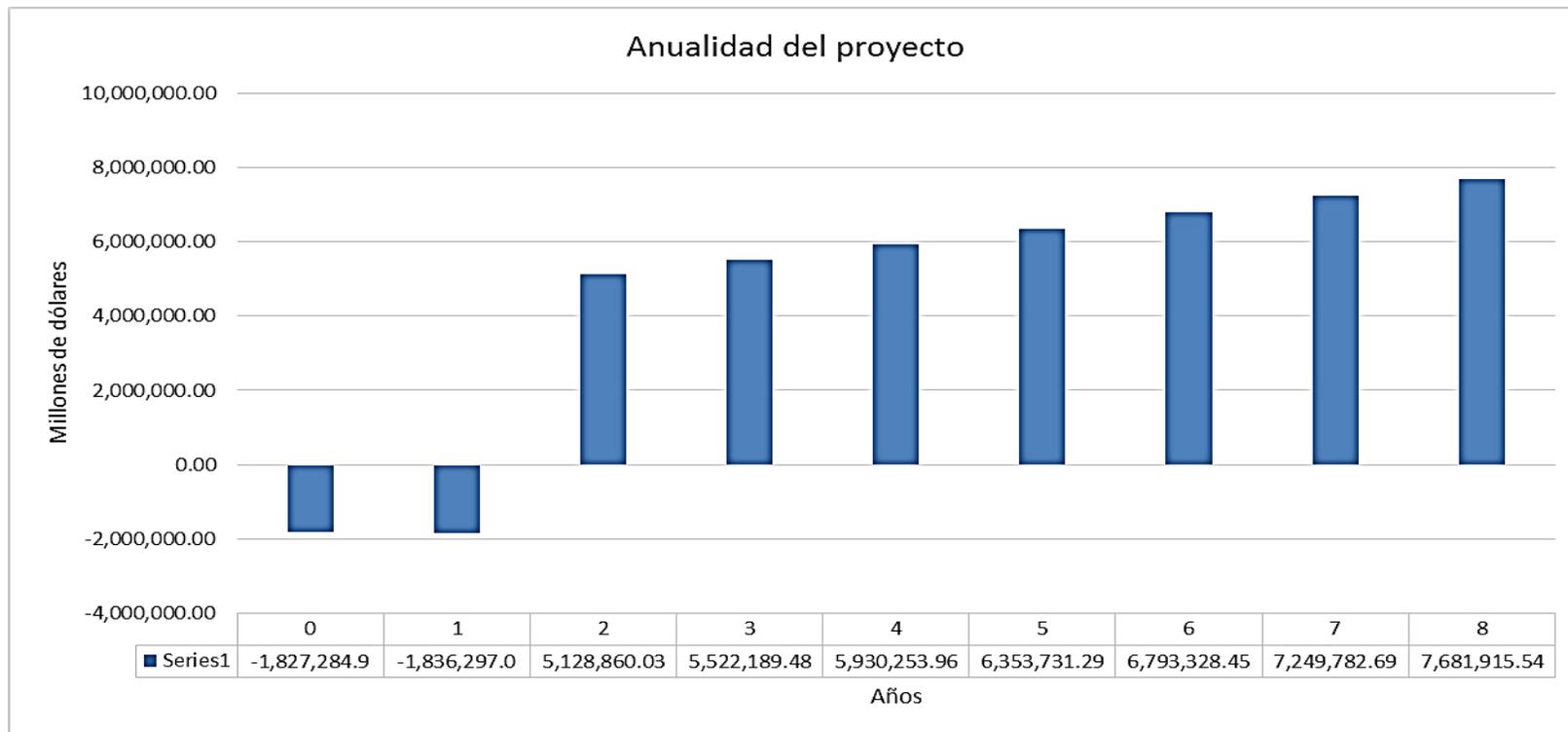
ESTADO DE SITUACION FINANCIERA								
al 31 de Diciembre								
Año	1	2	3	4	5	6	7	8
ACTIVOS								
ACTIVOS CORRIENTES								
Caja y Bancos	11,279,588	15,480,434	22,682,250	30,391,278	38,685,027	47,586,081	57,118,066	67,305,698
TOTAL ACTIVOS CORRIENTES	11,279,588	15,480,434	22,682,250	30,391,278	38,685,027	47,586,081	57,118,066	67,305,698
ACTIVOS NO CORRIENTES								
Terrenos	51,966	51,966	51,966	51,966	51,966	51,966	51,966	51,966
Planta	9,134,000	9,134,000	9,134,000	9,134,000	9,134,000	9,134,000	9,134,000	9,134,000
Línea de Transmision	433,000	433,000	433,000	433,000	433,000	433,000	433,000	433,000
Oficinas	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Equipo	817,805	817,805	817,805	817,805	817,805	817,805	817,805	817,805
Depreciacion Acumulada	-620,010	-1,240,020	-1,860,030	-2,480,040	-3,100,050	-3,720,060	-4,340,070	-4,960,080
TOTAL ACTIVOS NO CORRIENTES	9,866,761	10,486,771						
TOTAL ACTIVOS	21,146,349	25,967,205	33,169,021	40,878,049	49,171,798	58,072,852	67,604,837	77,792,469
PASIVO								
PASIVOS CORRIENTES								
Prestamos por Pagar	1,398,236	1,398,236	1,398,236	1,398,236	1,398,236	1,398,236	1,398,236	
TOTAL PASIVOS CORRIENTES	1,398,236	0						
PASIVOS NO CORRIENTES								
Prestamos por Pagar a Largo Plazo	6,991,181	5,592,945	4,194,709	2,796,473	1,398,237	2,796,472	1,398,236	0
TOTAL PASIVOS NO CORRIENTES	6,991,181	5,592,945	4,194,709	2,796,473	1,398,237	2,796,472	1,398,236	0
TOTAL PASIVOS	8,389,417	6,991,181	5,592,945	4,194,709	2,796,473	4,194,708	2,796,472	0
	8,389,417	6,991,181	5,592,945	4,194,709	2,796,473	1,398,237	2,796,472	1,398,236
CAPITAL								
Capital Social	16,420,514	15,801,126	16,670,113	17,843,168	19,035,279	17,451,020	18,684,434	21,397,175
Reserva Legal			368,146	395,350	423,582	452,889	483,319	512,128
Utilidades (Pérdidas) Acumuladas		-3,663,582	3,174,898	10,537,817	18,444,822	26,916,464	35,974,235	45,640,612
Utilidad de l Período	-3,663,582	6,838,480	7,362,919	7,907,005	8,471,642	9,057,771	9,666,377	10,242,554
TOTAL CAPITAL	12,756,932	18,976,024	27,576,076	36,683,340	46,375,325	53,878,144	64,808,365	77,792,469
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	21,146,349	25,967,205	33,169,021	40,878,049	49,171,798	58,072,852	67,604,837	77,792,469

Fuente: elaboración propia

En el balance anterior se muestra el comportamiento del proyecto en términos económicos en un periodo de ocho años.

Gráfico 2. Utilidad neta sin beneficios fiscales del proyecto

A continuación se muestra el comportamiento anual en términos económicos del proyecto, en donde los primeros años no se reporta flujo positivo hasta el segundo año.



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en consideración que en los años 0 y 1, son los años de construcción de la planta, se tiene un flujo negativo, pero teniendo sus ingresos positivos a partir del año 2, que es cuando la planta ya está en operación.

Tabla 12. Tasa Interna de Retorno (TIR) y Valor Presente Neto (VPN)

El comportamiento de la TIR y VPN se muestra favorable (positivo), con lo cual se demuestra cuantitativamente que el proyecto puede gozar de apoyo financiero de instituciones de primer y segundo piso.

Año	Costo (\$)
Inversión Inicial	-10,486,770.82
0	-783,804.50
1	-792,816.59
2	7,881,960.51
3	8,406,399.77
4	8,950,485.75
5	9,515,122.18
6	10,101,251.73
7	10,709,857.39
8	11,286,034.52
TIR	37%
VPN	\$ 54,787,720.31

Fuente: Elaboración propia

El proyecto presenta una TIR del 37% y un VPN de 54,787,720.31. Con estos resultados, el proyecto es viable económicamente

Tabla 13. Análisis de sensibilidad en el precio de energía

El proyecto es mucho más sensible a cambios en precio de venta que al costo de la materia prima. Asimismo, una reducción en 40% del precio de venta (\$108) pone en peligro la inversión.

Precio \$	TIR	VPN
180.00	37%	54,787,720
171.00	34%	48,485,629
162.00	31%	42,183,538
153.00	28%	35,881,245
144.00	24%	29,579,355
126.00	16%	16,975,173
108.00	5%	4,370,991

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Análisis de sensibilidad en el costo de la biomasa

Adicionalmente se muestra que, un aumento de hasta 100% en la tonelada de materia prima, no afecta la rentabilidad. Una reducción en 40% del precio de venta (\$108) pone en peligro la inversión.

Costo \$	TIR	VPN
35.00	37%	54,787,720
36.75	36%	53,960,720
38.50	36%	53,133,720
40.25	36%	52,306,720
42.00	35%	51,479,720
45.50	35%	49,825,721
49.00	34%	48,171,721
70.00	29%	38,247,722

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Análisis de sensibilidad con variación en el precio de biomasa sin gorgojo

Costo \$	Aumento	TIR	VPN
35.00	0	37%	54,787,720
36.75	5%	36%	53,960,720
38.50	10%	36%	53,133,720
40.25	15%	36%	52,306,720
42.00	20%	35%	51,479,720
45.50	30%	35%	49,825,721
49.00	40%	34%	48,171,721
70.00	100%	29%	38,247,722

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Análisis de sensibilidad con variación en el precio de biomasa con gorgojo

Costo \$	Reducción	TIR	VPN
15.00	-57%	41%	64,239,147
15.75	-55%	40%	63,884,718
16.50	-53%	40%	63,530,290
17.25	-51%	40%	63,175,861
18.00	-49%	40%	62,821,433
19.50	-44%	40%	62,112,576
21.00	-40%	39%	61,403,719
30.00	-14%	38%	57,150,577

Fuente: Elaboración propia

Actualmente en el año 2017 se obtiene biomasa a un costo de 15 dólares la tonelada; este precio se obtiene en virtud de la abundancia de biomasa producto del gorgojo descortezador.

Tabla 17. Capacidad instalada de la planta de biomasa

ítem		1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de biomasa anual disponible	T	47,200	47,200	47,200	47,200	47,200	47,200	47,200	47,200
PCI (Poder calórico Inferior)	MWh/t	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32
Energía disponible	MWh	156,704	156,704	156,704	156,704	156,704	156,704	156,704	156,704
Disponibilidad anual	Horas	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Caudal posible de entrada horno	t/h	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90
Potencia de entrada horno	MW	19.6	20	20	20	20	20	20	20
Rendimiento térmico horno-caldera	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Potencia nominal caldera	MW	17.6	18	18	18	18	18	18	18
Entalpía del vapor a 60 bar / 450°C	kJ/kg	3,305	3,305	3,305	3,305	3,305	3,305	3,305	3,305
Entalpía condensados a 105°C	kJ/kg	440	440	440	440	440	440	440	440
Salto de entalpía	kJ/kg	2,865	2,865	2,865	2,865	2,865	2,865	2,865	2,865
Salto de entalpía	kWh/kg	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796
Producción vapor caldera	T/h	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1
Biomasa disponible para generación	MWh	156,704	156,704	156,704	156,704	156,704	156,704	156,704	156,704
Rendimiento eléctrico biomasa a electricidad	%	22.0%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%
Energía eléctrica generada anual	MWh	34,475	34,475	34,475	34,475	34,475	34,475	34,475	34,475
Potencia eléctrica posible turboalternador	MW	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31
Autoconsumo	%	7.0%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%
Potencia a producir	MW	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01
MWh anual	MWh	32,062	32,062	32,062	32,062	32,062	32,062	32,062	32,062

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento eléctrico de la biomasa al convertirla en electricidad es del 22%, generando 34,475 MWh de energía eléctrica pero la planta tiene un autoconsumo de 7% y entregando al sistema de interconexión nacional 32,062 MWh anual.



Ilustración 13. Requisitos para acceso a recursos financieros

Fuente: BCIE

Existen bancos de segundo piso, como el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), que ofrece apoyo económico para realizar estudios de pre factibilidad en proyectos de energía renovable hasta un máximo de generación de 5 Megavatios.



El Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) es un organismo financiero multilateral que tiene como misión promover la integración y el desarrollo económico y social equilibrado de los países centroamericanos.

La Iniciativa MIPYMES Verdes cuenta con el apoyo financiero del Gobierno de Alemania a través del KfW, la Unión Europea por medio de su Facilidad de Inversiones para América Latina (LAIF), sumado a la participación del BCIE como unidad ejecutora.

Cuenta con recursos reembolsables (préstamos):

- **Financiamiento de Inversiones Ambientales** y no reembolsables:
- **Asistencia Técnica a Instituciones Financieras**
- **Financiamiento de Estudios Energéticos**



¿Qué es la Iniciativa MIPYMES Verdes?

Es una Iniciativa dirigida a las MIPYMES con el fin de contribuir con la protección del clima y del medioambiente al impulsar inversiones ambientales en los temas de Eficiencia Energética y Energía Renovable.

Objetivo

Crear un acceso eficiente y sostenible de productos financieros para el financiamiento de inversiones ambientales que correspondan a las necesidades de las MIPYMES en Centroamérica.

Países Beneficiarios

Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica.

Instituciones Participantes

Instituciones intermediarias que cumplan con los requisitos de elegibilidad establecidos por el BCIE, de conformidad con la normativa vigente.

Beneficiarios Finales

Personas propietarias de micros, pequeñas y medianas empresas legalmente constituidas y con un número de empleados permanentes de 1 a 100.

Destinos

La institución financiera podrá utilizar los recursos para otorgar préstamos bajo los siguientes destinos y tomando en cuenta sus características:

Destinos a Financiar	Ejemplos de Inversiones	Plazo	Período de Gracia
Capital de Trabajo	Mantenimiento de equipo de generación, reemplazo de luminarios	Hasta 3 años	Hasta 6 meses
Activo Fijo	Adquisición de paneles solares para un hotel.		Hasta 18 meses
Proyecto de Inversión	Diagnósticos energéticos, mano de obra, equipos y materiales, entre otros.		Hasta 36 meses
Vivienda Productiva	Negocio y vivienda con el fin exclusivo de ahorrar energía.		
Local Comercial	Construcción de un local nuevo con diseños bioclimáticos para el ahorro de energía	Hasta 10 años	Hasta 12 meses
Preinversión y asistencia Técnica Reembolsable	Pago del estudio energético para el cual se desee el financiamiento.	Hasta 2 años	Hasta 6 meses

Tipos de Proyectos

- **Proyectos de Eficiencia Energética** que realicen un ahorro mayor o igual al 15% del consumo energético facturado.
- **Proyectos en Energía Renovable** hasta 5 MW.

Ilustración 14. Requisitos para acceder a recursos financieros

Fuente: BCIE

El BCIE, a través de la iniciativa MIPYMES VERDE, coloca fondos no reembolsables para el financiamiento de inversiones ambientales en proyectos de energía renovable.

Asimismo, la investigación realizada a entidades financieras nacionales que apoyan el desarrollo de proyectos de energías renovables, exigen ciertos requisitos que se presentan a continuación:

- La relación de desembolsos y aportes del desarrollador serán en forma “pari pasu” (igualdad de condiciones), manteniendo en todo momento la distribución 75% banco y 25% desarrollador.
- Tasa de interés en dólares americanos: 8%
- Tipo de facilidad: Préstamo Garantía Fiduciaria
- Plazo: 8, 10, 12 o 15 años
- Años de gracia: 2 años
- La tasa de interés queda sujeta a revisión en base trimestral.
- Comisión: 0.25% por desembolso durante el periodo de gracia y posteriormente anual sobre saldo

4.9 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto deberá tener una fecha de inicio y una fecha de finalización. Una vez finalizado la construcción de la planta de biomasa ésta deberá funcionar sin interrupción alguna un mínimo de 8,000 horas anuales durante un periodo de 20 años.

4.9.1 PLAZOS DE EJECUCIÓN

- Compra de la caldera: 1 mes
- Compra de la turbina: 2 meses
- Ingeniería básica: 5 meses
- Apertura de la obra: 7 meses
- Llegada de la caldera a la obra: 13 meses
- Ingeniería de detalle: 14 meses
- Llegada de la turbina a la obra: 16 meses
- Primer arranque: 24 meses
- Pruebas y arranque de la planta: 26 meses (Boiler, 2016)

4.10 ASPECTOS LEGALES

Para la ejecución del proyecto se requiere un Contrato de Venta de Energía a Largo Plazo (PPA por sus siglas en inglés) el cual puede ser establecido con grandes consumidores calificados o con el Gobierno de la República. Esto en apego a la Ley de Generación de la Industria Eléctrica por medio del Decreto No. 404 – 2013. Además a continuación se presenta un ejemplo de contrato:

SUMARIO		
Sección A Decretos y Acuerdos		
24-2013	PODER LEGISLATIVO Decreta: Aprobar el Contrato No. 54-2012 relativo al "Suministro de Energía Eléctrica entre la Sociedad Honduran Green Power Corporation, S.A. de C.V., y la Empresa Nacional de Energía Eléctrica con Recursos Naturales.	A. 1-36
	Decreto No. 11-2013.	A.37-55
	PODER EJECUTIVO Decreto Ejecutivo Número 08-2013.	A. 56-57
	SECRETARÍA DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE AGRICULTURA Y GANADERÍA Acuerdo No. 1264-12.	A. 58-59
	AVANCE	A. - 60
Sección B Avisos Legales		B. 1-12
<small>Desprendible para su comodidad</small>		

SIN, siendo dichos valores promedios a la firma del Contrato: Ocho con 56/100 Dólares de los Estados Unidos de América por kilovatio-mes (US\$ 8.68/kW-mes) de costo de potencia y Ciento Treinta y Tres con 83/100 Dólares de los Estados Unidos de América por Megavatio-hora (US\$ 133.83/MWh), equivalente a US\$ 0.13383 por kWh, Ciento Veintiséis con 59/100 Dólares de los Estados Unidos de América por Megavatio-hora (US\$ 126.59/MWh), equivalente a US\$ 0.12659 por kWh y Ciento Quince con 87/100 Dólares de los Estados Unidos de América por Megavatio-hora (US\$ 115.87/MWh), equivalente a US\$ 0.11587 por kWh respectivamente para los horarios punta, semivalle y valle, aprobados por la SERNA y publicados el 18 de febrero del 2012 en el Diario Oficial La Gaceta. 13)

Ilustración 15. EJEMPLO DE CONTRATO 54-2012- HGPC

Fuente: Diario Oficial La Gaceta

4.11 ASPECTOS AMBIENTALES

1. Componente de reforestación a través de creación de viveros cercanos a los sitios de extracción de biomasa para reforestar áreas donde no exista la regeneración natural.



Ilustración 16. Actividades de creación de viveros

Fuente: Elaboración propia

2. Componente de protección de regeneración natural



Ilustración 17. Regeneración natural con protección

Fuente: Elaboración propia

3. Componente de Protección de cuencas hidrográficas a través de la prevención y combate de incendios forestales. Esto con la finalidad de proteger el ecosistema del sitio, el cual incluye la flora y fauna que ahí se ubica.



Ilustración 18. Actividades de control de incendios en cuenca hidrográfica

Fuente: Elaboración propia

4.12 ESTIMACIÓN DE EMISIONES REDUCIDAS

Se estima que la puesta en marcha del proyecto dejará de emitir 159,396 toneladas de dióxido de carbono equivalente, ya que se estaría sustituyendo el uso de energías fósiles por energía de fuente renovable, para ello se presenta la siguiente tabla con la estimación indicada:

Región	Factor emisión Mix eléctrico	Unidad	Generación anual (MWh)	tCO ₂ e reducidas anual	Fuente
<i>Honduras</i>	0.498	tCO ₂ e/MWh	32000	159,396	UNFCCC, CDM-PDD

Por tanto, al generar 32,000 MWH por año, se evita emitir a la atmósfera 159,396 toneladas de Dióxido de Carbono, equivalentes (tCO₂e) de forma anual y tomando en cuenta la duración del proyecto a 20 años se dejarían de emitir a la atmósfera un total de 3,187,920 de toneladas de Dióxido de Carbono equivalentes.

En cuanto a América Latina, según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe se han adelantado procesos voluntarios de medición de la Huella de Carbono de productos; no obstante, esta Comisión indica que no solo debe interpretarse la gestión de mitigación de los GEI como un ejercicio de marketing propio de las empresas involucradas en ello, sino como un desafío del Estado. En este sentido, se ha generado normatividad local, nacional y mundial a partir de cumbres y foros, donde cada nación ha asumido un compromiso directo e indirecto frente a su responsabilidad ambiental con el planeta. El protocolo de Kyoto de la convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático es una de las políticas internacionales más importantes en este tema, que afecta la competitividad de los países.(Chacón, Pinzón, Ortegón, & Rojas Berrio, 2016, p. 3).

“Por otra parte, los problemas asociados a los combustibles fósiles (problemas medioambientales, sostenibilidad e incremento del coste), incentivan la inversión e investigación en soluciones alternativas cada vez más eficientes; a la vez que sostenibles y respetuosas con el medio ambiente” (Bonilla, Roca, de la Calle, & Dormido, 2016, p. 1).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Según la revisión de los planes de manejo aprobados por el Instituto de conservación forestal podemos afirmar que existe un potencial muy grande de biomasa forestal en la zona de influencia del proyecto, lo cual es suficiente para operar la planta de energía eléctrica con biomasa por un periodo de 20 años.

Debido a que ya existen los caminos para la extracción de la madera, no se requiere inversión adicional para extraer la biomasa con camiones y llevarla a las instalaciones de la planta.

2. Para la instalación de la planta de energía eléctrica, que funcionará con biomasa forestal como combustible, se requiere una inversión de diez millones cuatrocientos ochenta y seis mil setecientos setenta (10,486,770) dólares americanos, con un periodo de 8 años como retorno de la inversión.
3. La caldera ideal que requerirá el proyecto es una caldera de vapor con sistema de parrillas oscilante que consumirá el combustible disponible en la zona y que cumple con las características técnica que solicitara el fabricante de la caldera, tanto en tamaño de la biomasa, como el porcentaje de humedad que esta va a contener.
4. Se estima una reducción de 159,396 toneladas de Dióxido de Carbono equivalentes (tCO₂e) de forma anual y este proyecto incluirá una chimenea de 50 metros de altura con sistemas de filtros de humo de acuerdo a la normativa internacional que permite liberar al ambiente 130 partes por millón.
5. De 377 incendios forestales reportados por el Instituto de Conservación Forestal en el año 2015, se podrán disminuir 20 incendios forestales cada año en el departamento

de Olancho, debido a que los bosques están bajo el aprovechamiento de la planta de biomasa. Esta tendrá la responsabilidad de realizar rondas en los sitios forestales de donde se extrae la biomasa para minimizar que se presenten incidencias de incendios

6. Con base a los resultados obtenidos del análisis de investigación se concluye que el proyecto es viable financieramente, teniendo una TIR del 37% y una VPN de 54,787,720.31, con una generación de energía eléctrica de 32,063 MWh/año. Por tanto, el proyecto presenta una Tasa Interna de Retorno favorable, lo cual permite buscar financiamiento en la banca nacional.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Identificar un alto consumidor para firmar un contrato para vender la energía eléctrica que producirá la planta por un periodo de 15 años, lo cual aseguraría obtener los ingresos necesarios y poder cumplir con los requisitos del financiamiento.
2. Firmar contratos a largo plazo con los propietarios de los bosques para garantizar el suministro de biomasa durante esté en operación la planta de generación de energía eléctrica.
3. Se recomienda a los potenciales desarrolladores ampliar la investigación de este proyecto para acceder a un contrato de compra venta de energía en virtud que ya está en operación la comisión reguladora de energía eléctrica, quien es el ente encargado para supervisar la compra de energía eléctrica.

ANEXOS

Tabla 18. Tabla de categorización ambiental, apartado referente a generación de energía con biomasa

SECTOR	SUBSECTOR	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	CIU-3	CÓDIGO	CATEGORÍA			
						1	2	3	4
SECTOR 06. ENERGIA	A. Generación de energía	011 Generación térmica a partir de otras fuentes.	Generación a partir de Biodiesel, Biomasa, biogás, otras y subestación del generador	3510	06ª011	0.5 – 3 MW	> 3-15 MW	> 15 – 30 MW	> 30 MW

Fuente: Elaboración propia, con datos de la tabla de categorización ambiental, 2015

La Secretaria de Recursos Naturales Ambiente y Minas, cuenta con una tabla de categorización ambiental donde este proyecto entra en la categoría 2, según tamaño de la planta que son 4 Megavatios de potencia instalada.

CARTA DE INTENCIÓN DE VENTA DE BIOMASA FORESTAL

Yo _____, mayor de edad, casado, hondureño y de este domicilio, actuando en mi condición de _____ y Representante legal de la Industria Forestal _____ del Domicilio de _____, inscrita en el Instituto de conservación Forestal (ICF), con Registro Numero _____ la cual se dedica a la Transformación de madera en rollo para el mercado nacional. Por este medio y en mi condición expresada, le hago formal intención de venta a la sociedad mercantil Tesis GER 03, representada por el señor EDWIN ENRIQUE CASTILLO VEGA, de la siguiente materia prima que se describe a continuación: TONELADAS MENSUALES DE RESIDUOS Y SOBANTES DE MADERA, ASERRIN, ASTILLAS, LEÑA Y SIMILARES, exclusivamente para ser usado en la generación de energía eléctrica producida por medio de biomasa forestal.

Es entendido que esta intención de venta estará regulada por las cláusulas y condiciones mediante un contrato de suministro que

Oportunamente suscribiremos las partes involucradas, bajo la supervisión de una institución financiera autorizada por el estado para suministrar los fondos necesarios para la ejecución de un proyecto privado denominado TESIS GER 03. Por lo antes expresado y para que surta los efectos legales pertinentes firmo por duplicado la presente Carta de Intención de Venta en la ciudad de Campamento, departamento de Olancho, a los _____ días del mes de _____ del año dos mil _____.

Representante Legal

Ing. Carlos Alonzo Zelaya

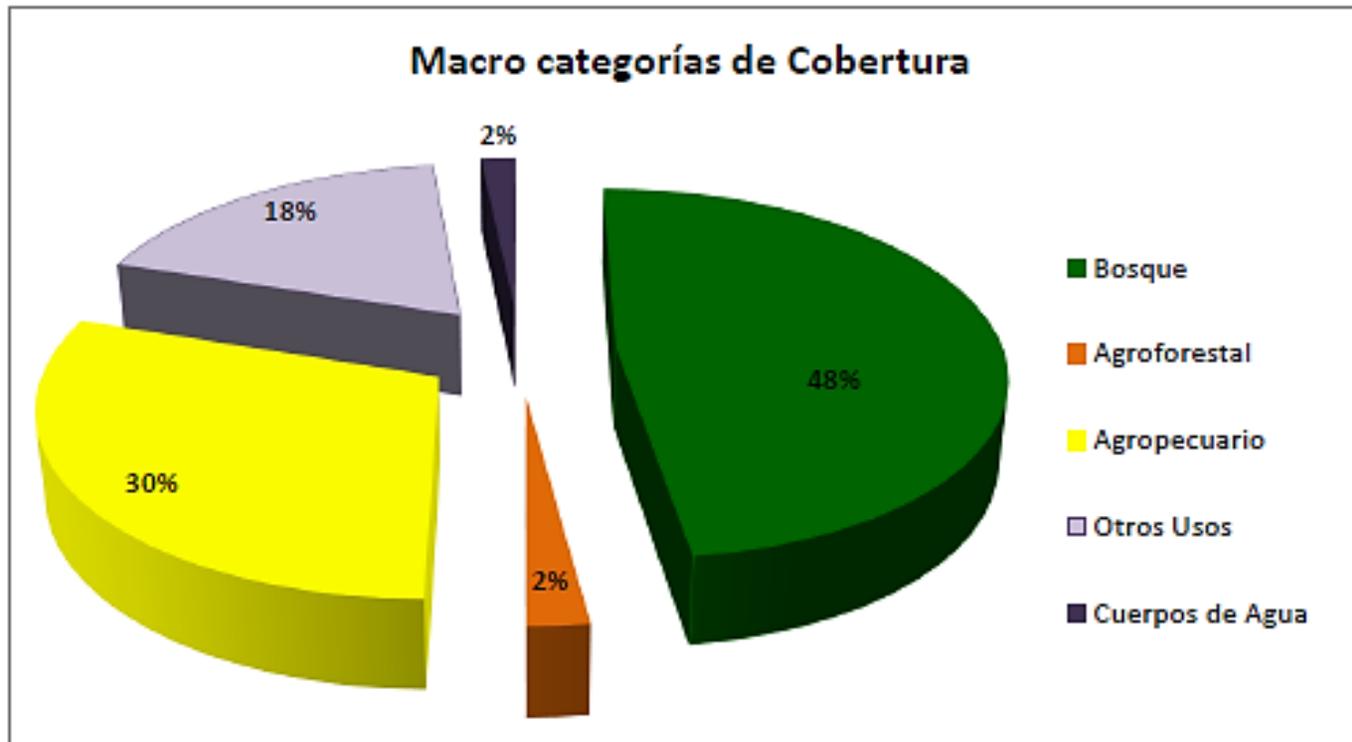
Gerente Operaciones de Proyecto

Ilustración 19. Carta de intención de venta de biomasa forestal

Fuente: Elaboración propia con datos de Procesadora Madera de Oriente, 2016

El proyecto contara con una carta de intención para la compra de biomasa forestal a los propietarios de los bosques en la zona de influencia del proyecto.

Gráfico 3 Macro categorías de cobertura de bosque



Fuente: Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra de Honduras (Unidad de Monitoreo Forestal/CIPF, ICF)

Fuente: ICF, 2015

El territorio nacional cuenta con una cobertura del 48% de bosque forestal y latifoliado.

Tabla 19. Capacidad instalada MW en Honduras del 2010 - 2015

	Unidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total	MW	1 642,4	1 780,6	1 782,6	1 806,4	1 850,2	2 307,3
	Porcentaje de crecimiento	0,4	8,4	0,1	1,3	2,4	24,7
Hidro	MW	526,4	536,2	537,8	557,9	624,5	636,9
Eólica	MW	0,0	102,0	102,0	102,0	152,0	152,0
Cogeneración	MW	93,5	137,5	137,5	137,5	154,3	174,0
Solar							388
Térmica	MW	1 022,5	1 005,0	1 005,4	1 009,1	919,4	956,4
Renovable	MW	619,9	775,6	777,2	797,3	930,8	1 350,9
No renovable	MW	1 022,5	1 005,0	1 005,4	1 009,1	919,4	956,4
Pública	MW	589,0	589,0	589,0	589,0	529,0	529,0
Privada	MW	1 053,4	1 191,6	1 193,6	1 217,4	1 321,2	1 778,3
Participación porcentual con respecto al total anual							
Renovable	%	37,7	43,6	43,6	44,1	50,3	58,5
No renovable	%	62,3	56,4	56,4	55,9	49,7	41,5
Pública	%	35,9	33,1	33,0	32,6	28,6	22,9
Privada	%	64,1	66,9	67,0	67,4	71,4	77,1

Fuente: CEPAL, 2015

FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Tabla 20. Financiamiento del Proyecto

Monto total a financiar		\$ 8,918,056.00		
Plazo de financiamiento (años)		10		
Tasa de interes		9.50%		
Gastos Cierre Fin.				
Costo Estructuracion		0.75%		\$ 66,885.42
Participation Fee		0.25%		\$ 22,295.14
Comision Desembolsos		0.25%		\$ 5,629.52
Supervision		0.25%		\$ 5,629.52
Aseguramiento		0.25%		\$ 22,295.14
			Total	\$ 122,734.75
Pagos por año		4		
Gracia en operación (periodos)		10		
total periodos de pago		40		
Pagos de capital trimestral		\$ 222,951.40		

Fuente: LSOLE, 2014

El fabricante de calderas ofrece financiar el proyecto a una tasa de interés del 9.5%, a un plazo de financiamiento de 10 años, realizando cuatro pagos por año, con un periodo de gracia de 2.5 años.



Sección A

Secretaría de Energía Recursos Naturales, Ambiente y Minas MIAMBIENTE

ACUERDO MINISTERIAL No. 016-2015

TABLA DE CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL
DEL SECRETARIO DE ESTADO EN LOS
DESPACHOS DE ENERGÍA, RECURSOS
NATURALES, AMBIENTE Y MINAS,

CONSIDERANDO: En virtud de lo establecido en la Ley General del Ambiente y sus reformas, la Ley General de Administración Pública, el Reglamento de la Ley General del Ambiente y el Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA), la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (MIAMBIENTE), para lograr el cumplimiento fiel de los objetivos y responsabilidades encomendadas, procede a modernizar y emitir una nueva Tabla de Categorización Ambiental de la República de Honduras.

CONSIDERANDO: Que habiéndose emitido el Acuerdo No. 189-2009 del 7 de septiembre de 2009,

SUMARIO

Sección A Decretos y Acuerdos

SECRETARÍA DE ENERGÍA RECURSOS NATURALES, AMBIENTE Y MINAS "MIAMBIENTE". Acuerdo No. 016-2015.	A.1-57
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS. Acuerdo No. 01414.	A.57-60

Sección B
Avisos Legales
Desprendible para su comodidad
B. 1-28

publicado en el Diario Oficial "La Gaceta" el 31 de diciembre de 2009 y vigente desde el 1 de enero de 2010, y posteriormente el Acuerdo Ejecutivo No. 008-2015 del 14 de septiembre del 2015 contentivo del Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA) vigente, se hace necesario emitir la correspondiente Tabla de Categorización Ambiental en el ordenada, debiéndose por lo tanto derogar el Acuerdo No. 1714-2010 publicado en el Diario Oficial "La Gaceta", el 23 de febrero de 2011 concerniente a la anterior Tabla de Categorización Ambiental.

Ilustración 20. Acuerdo Ministerial, No. 016-2015 - Tabla de categorización ambiental

Fuente: Diario Oficial La Gaceta, 2015

NORMAS DE DESEMPEÑO PARA PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE

Tabla 21. Normas de desempeño para proyectos de energía renovable

1.- Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales y Sociales e Impactos
<p>Aquí lo que se describe es lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">- Aquí se detallan todos los riesgos e impactos detectados ambientales y sociales del proyecto- Determinar por orden o prioridad el impacto y que tipo medidas de mitigación serán brindadas, evitar minimizar o compensarlo están realizando lo anterior brindado por la Secretaría de Estado competente.- Se describe el plan de gestión ambiental y social con el que cuentan.- Como manejan la relación con las comunidades afectadas y otros actores sociales a lo largo del ciclo del proyecto.- Incluir un mecanismo de comunicación continua y la implementación de mecanismo de quejas.- Su estrategia de gestión ambiental y social.
2.- Trabajo y Condiciones Laborales
<p>Aquí es necesario de qué forma su proyecto abarca los siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">- El trato justo, no discriminatorio, igualdad de oportunidades- La relación entre los trabajadores y la gerencia- Cumplir con la legislación y regulación nacional sobre empleo y trabajo- Proteger a los trabajadores, en particular aquellos en categorías vulnerables- Promover la seguridad y la salud ocupacional- Evitar el trabajo forzoso y el trabajo infantil
3.- Eficiencia de Recursos y Prevención de la Contaminación
<p>Este numeral se refiere a cómo su proyecto trabaja en relación a lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">- Cómo evitan o minimizan la contaminación relacionada al proyecto y protegen la salud humana y el medio ambiente- Cómo promueven el uso sostenible de los recursos, entre ellos la energía y el agua- Cómo su proyecto reducirá las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). <p>Por ejemplo: en un proyecto de biomasa: ¿Cómo mitiga su proyecto estos impactos?</p> <p>Tanto en etapas de operación y construcción:</p> <ul style="list-style-type: none">- Aguas residuales- Manejo y disposición final de desechos sólidos y peligrosos- Calidad de agua del embalse, colonización de macrofitas / lechuguín- Emisiones de GEI provenientes del embalse.- Reducción de disponibilidad de agua, aguas abajo del embalse.

<ul style="list-style-type: none"> - Concentración de contaminantes en el área sujeta a caudales reducidos. - Vulnerabilidad a los efectos del cambio climático.
4.- Salud Comunitaria y Seguridad
<p>Describir cómo sus proyectos cumplen con lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cómo anticipan y evitan impactos adversos en la salud y seguridad de las comunidades afectadas - Cómo garantizan a salvaguardar el personal y propiedad de acuerdo con los principios relevantes de derechos humanos. - Sistemas de alerta temprana - Respuesta a emergencia - Fuerzas de seguridad - Reducción / modificaciones de caudal - Saneamiento - Transmisión de enfermedades
5.- Adquisición de Tierras y Reasentamiento Involuntario
EN CASO QUE APLIQUE
6.- Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales
<p>Se refiere fundamentalmente lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proteger y conservar la biodiversidad - Mantener los beneficios derivados de los servicios ecosistémicos - Fomentar el manejo sostenible de los recursos naturales vivos - Integrar las necesidades de conservación con las prioridades de desarrollo
7.- Pueblos Indígenas
EN CASO QUE APLIQUE
8.- Patrimonio Cultural
EN CASO QUE APLIQUE
9.- Los detalles del proyecto de consulta y divulgación local, llevado a cabo

Fuente: Banco Atlántida, 2015

Tabla 22. Plan de inversión planta de biomasa

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Sub total por rubro
				US\$/U		
Terrenos	TERRENO	Mz	5	9090.909091	45,454.55	51,966.17
	MOVIMIENTO DE TIERRA	Horas	100	65.12	6,511.63	
Planta	PLANTA DE ENERGIA	C/U	1	7,834,000	7,834,000	9,134,000
	INSTALACION DE PLANTA DE ENERGIA	C/U	1	500,000	500,000	
	CONSTRUCCION DEL PROYECTO	C/U	1	800,000	800,000	
Línea de Transmisión	LÍNEA DE TRANSMISIÓN A SUB ESTACION, 10KM	C/U	1	433,000	433,000	433,000
Oficinas	OTRAS OBRAS FISICAS	C/U	1	50,000	50,000	50,000
Equipo	CHIPEADORA VERMER MODELO BC1000 (capacidad 50 M3 / hr)	C/U	2	48,200	96,400	817,805
	CHIPEADORA LIPPEL MODELO PFL 400x700 (capacidad 70 M3 / hr)		2	127,600	255,200	
	BRAZOS MECANICOS DE CARGA		2	25,000	25,000	
	CARGADORAS CAT 930 (Seminuevas)	C/U	3	100,000	300,000	
	CAMION		1	18,605	18,605	
	PICK UP 4X4		1	30,000	30,000	
	TALLER MECANICO /INDUSTRIAL		1	25,000	25,000	
	AFILADORA BMS500CU	C/U	1	7,600	7,600	
	BASCULA PESADORA DE CAMIONES	C/U	1	60,000	60,000	
				TOTAL	10,486,771	10,486,770.82

Fuente: Elaboración propia

La planta contará con todos los equipos, maquinaria, vehículos y terrenos para su buen funcionamiento, el proyecto requiere la construcción de una línea de transmisión de 10 kilómetros.

Tabla 23. Estado de resultado con beneficios fiscales

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos									
Inversión Inicial									
Venta de Energía Eléctrica			15,480,433.58	16,254,455.26	17,067,178.03	17,920,536.93	18,816,563.77	19,757,391.96	20,745,261.56
Total ahorros	0.00	0.00	15,480,433.58	16,254,455.26	17,067,178.03	17,920,536.93	18,816,563.77	19,757,391.96	20,745,261.56
Egresos									
Costo Biomasa	-	-	2,031,439	2,133,011	2,239,662	2,351,645	2,469,227	2,592,689	2,722,323
Mantenimiento (2%)	-	-	209,735	220,222	231,233	242,795	254,935	267,681	281,066
Seguros y administración (1.5%)	-	-	157,302	165,167	173,425	182,096	191,201	200,761	210,799
Personal	112,651	121,663	409,295	442,038	477,402	515,594	556,841	601,388	649,500
Gestión cenizas	-	-	5,265	5,528	5,804	6,094	6,399	6,719	7,055
Combustibles y Lubricantes	-	-	4,170,213	4,378,724	4,597,660	4,827,543	5,068,920	5,322,366	5,588,485
Intereses	629,206.25	629,206.25	576,772.40	471,904.69	367,036.98	262,169.27	157,301.56	52,433.85	0.00
Depreciaciones	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47	1,043,480.47
Total gastos	1,785,337.88	1,794,349.97	8,603,502.04	8,860,075.64	9,135,703.61	9,431,417.26	9,748,305.74	10,087,519.45	10,502,707.51
Utilidad antes de Impuestos	-1,785,337.88	-1,794,349.97	6,876,931.54	7,394,379.62	7,931,474.41	8,489,119.67	9,068,258.04	9,669,872.51	10,242,554.05
Impuestos	0								
Utilidad Neta	-1,785,337.88	-1,794,349.97	6,876,931.54	7,394,379.62	7,931,474.41	8,489,119.67	9,068,258.04	9,669,872.51	10,242,554.05

Fuente: Elaboración propia

Si actualmente estuviera en vigencia el decreto 70-2007, que ofrecía beneficios fiscales, el proyecto sería más rentable ya que no pagaría impuestos durante los primeros 10 años de su operación.

CENTRAL DE COGENERACIÓN MEDIANTE BIOMASA

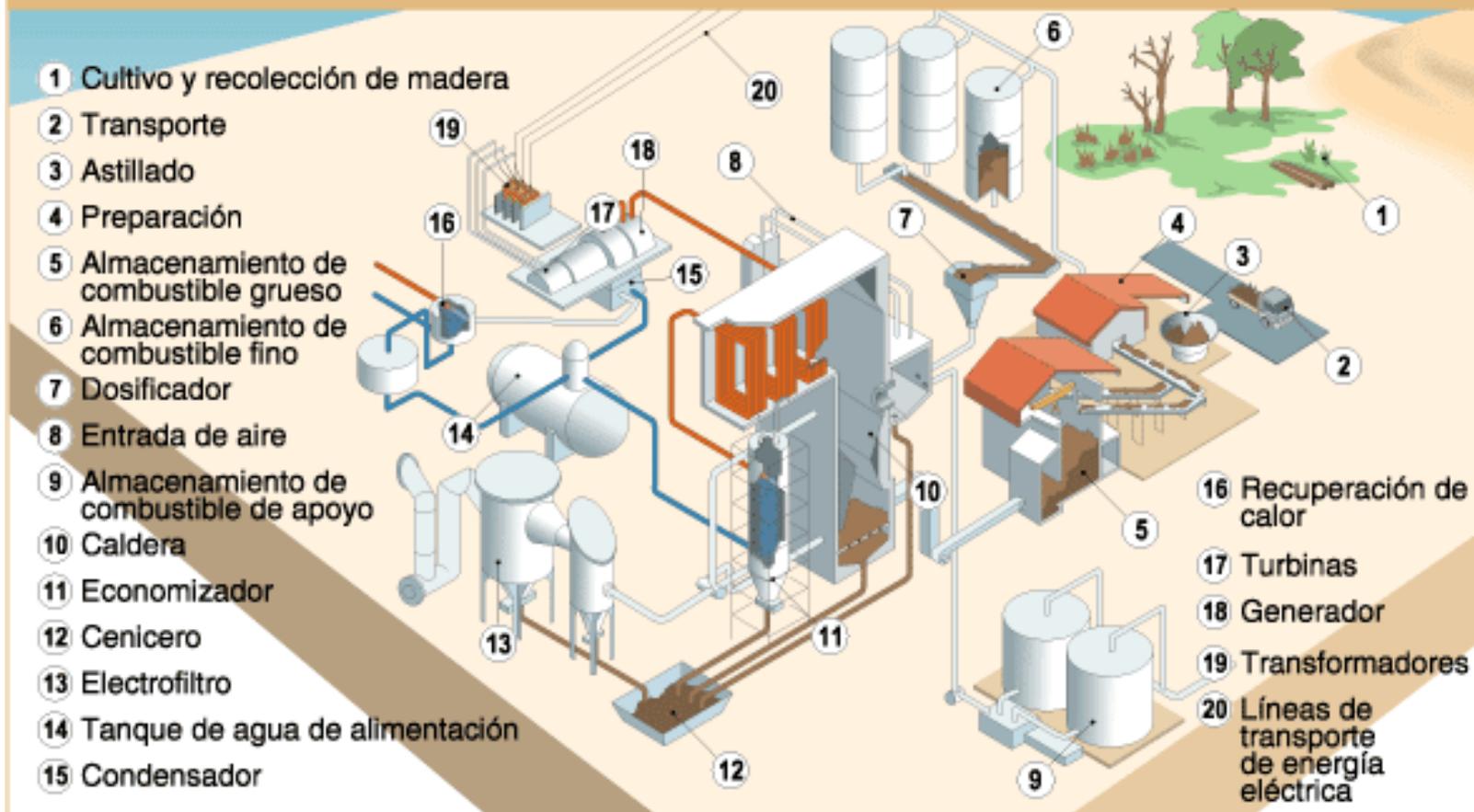


Ilustración 21 Diagrama de distribución de planta de biomasa

Fuente: Asociación Española de la Industria Eléctrica (UNESA), año 2010

BIBLIOGRAFÍA

1. Boiler, H. (2016). SOLUCIONES DE COMBUSTIBLE ALTERNATIVO, 11.
2. Bonilla, J., Roca, L., de la Calle, A., & Dormido, S. (2016). Modelo Dinámico de un Recuperador de Gases -Sales Fundidas para una Planta Termosolar Híbrida de Energías Renovables. *Elsevier*, 12.
3. Carlos Andrés Núñez Viveros, Gallego Hidalgo, G. J., & Buenaventura Vera, G. (2013). Diseño metodológico de la evaluación de proyectos energéticos bajo incertidumbre en precios: caso de cogeneración de energía en una empresa en Cali. *Elsevier*, 14.
4. CEPAL. (2015). *Estadísticas de producción de electricidad de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)*. Mexico: Cepal. Recuperado a partir de <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Maestria%20Energia%20Renovable/Tesis/Textos%20para%20Redactar%20Tesis/Cepal%20Estadad%C3%ADsticas%20de%20Producc%C3%ADo%20de%20electricidad%20de%20los%20paies%20del%20Sistema%20de%20la%20Integraci%C3%B3n%20Centroamericana.pdf>
5. Chacón, I., Pinzón, A. c., Ortégón, L., & Rojas Berrio, S. P. (2016). Alcance y gestión de la huella de carbono como elemento dinamizador del branding por parte de empresas que implementan estas prácticas ambientales en Colombia. *Elsevier*, 12.
6. CN. (2010). República de Honduras, Visión de País 2010 – 2038 y Plan de Nación 2010- 2022. Recuperado a partir de http://www.se.gob.hn/media/files/leyes/LC_10.pdf
7. CONADEH. (2016). Informe Especial El gorgojo descortezador del pino y otras graves amenazas ambientales a la vida digna de los hondureños y hondureñas. Recuperado a partir de <http://conadeh.hn/wp-content/uploads/2016/05/Informe-Especial-Gorgojo-del-Pino-y-Amenazas-Ambientales.pdf>
8. Elías Castells, X. (2012). *Biomasa y bioenergía* (1.^a ed.). España. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=10592194&p00=biomasa>

9. Endesaeduca. (2016). *Centrales de biomasa*. España: Endesa. Recuperado a partir de http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/produccion-de-electricidad/xiv.-las-centrales-de-biomasa
10. ENEE. (2016). EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE COBERTURA ELÉCTRICA. Recuperado a partir de [http://www.enee.hn/planificacion/2016/Cobertura/DOCTO.-COBERTURA-ELECTRICA_2015_-05_FEB_2016_version_A%20%20%20\(05-05-16\)%20Rev.Censo-2013%20\[06-05-16\].pdf](http://www.enee.hn/planificacion/2016/Cobertura/DOCTO.-COBERTURA-ELECTRICA_2015_-05_FEB_2016_version_A%20%20%20(05-05-16)%20Rev.Censo-2013%20[06-05-16].pdf)
11. ESCARES MARTÍNEZ, M. J. (2014). *Estudio de Factibilidad para el Diseño e Implementación de Biomasa Forestal como Medio de Calefacción a ACS en Viviendas Sociales*. Universidad Austral de Chile, Chile. Recuperado a partir de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfci.74e/doc/bmfci.74e.pdf>
12. FAO. (2010). Dendroenergía. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/forestry/energy/es/>
13. Flores Castro, W. C. (2016). *El sector energía de Honduras: aspectos necesarios para su comprensión y estudio* (1.ª ed.). Honduras. ISBN: 978-99926-52-78-7
14. Garcés, P. (2013). *Energía Sostenible–Perspectiva Regional: Centroamérica – América Latina y El Caribe*. Costa Rica. Recuperado a partir de http://www.iea.org/media/training/presentations/Day_1_Session_2c_OLADE_Overview.pdf
15. Garnier, J.-Y. (2007). *Manual de Estadísticas Energéticas* (p. 208). Francia: OCDE/AIE. Recuperado a partir de https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/statistics_manual_spanish.pdf
16. Icf. (2007). Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Decreto 98-2007. Recuperado a partir de http://www.forestcarbonpartnership.org/sites/fcp/files/Documents/tagged/Honduras_New_Forestry_Law.pdf
17. ICF. (2015). *Anuario Estadístico Forestal de Honduras 2015* (p. 140). Honduras. Recuperado a partir de <http://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2016/08/CIPF.-Anuario-Estadistico-Forestal-de-Honduras-2015.pdf>
18. Mejía, S. (2015). Iniciativa Lepaguare Bioenergy planta energía biomasa 15 MWe.

19. Millhone, J., & Estrada, C. (2016). *GUÍA HACIA UN FUTURO ENERGÉTICO SUSTENTABLE PARA LAS AMÉRICAS*. México: Red Interamericana de Academias de Ciencias. Recuperado a partir de http://www.ianas.org/books/books_2016/libro_energia_web.pdf
20. Morelos Gómez, J. (2016). Análisis de la variación de la eficiencia en la producción de biocombustibles en América Latina. *Elsevier*, 7.
21. Muñoz Cabré, M., López-Peña, Á., Kieffer, G., Ferroukhi, R., & Hawila, D. (2015). *Energías Renovables en América Latina 2015* (Sumario de Políticas) (p. 28). Abu Dhabi: IRENA. Recuperado a partir de http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Latin_America_Policies_2015_ES.pdf
22. Pineda, G. (2015). *Calderas para Biomasa*. Honduras.
23. Plan de Manejo Forestal. (2016). Recuperado a partir de <http://www.grn.cl/plan-de-manejo-forestal.html>
24. PNUD, G. (2002). Manuales sobre energía renovable: Biomasa., 56.
25. Rba Ambiental. (2015). Bioenergía. Recuperado a partir de <http://www.rba-ambiental.com.ar/bioenergia/que-es-la-bioenergia/>
26. Rico, J. (2007). *Energía de la biomasa (1.ª ed.)*. España: IDAE. Recuperado a partir de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10374_Energia_de_la_biomasa_07_28e17c9c.pdf
27. Roca, J. (2016). Las 10 mayores plantas de biomasa del mundo. España. Recuperado a partir de [Las 10 mayores plantas de biomasa del mundo](#)
28. Sole, D. (2014). Propuesta Económica Caldera Biomasa Lsole.
29. Spanevello, R., & Alejandra G. Suárez , Ariel M. Sarotti. (2013). Fuentes alternativas de materia prima. *Elsevier*, 8.

GLOSARIO

Aprovechamiento forestal: extracción de los recursos forestales del medio en que se encuentren, incluyendo los maderables y no maderables. Los recursos forestales maderables están constituidos por la vegetación leñosa susceptible de aprovechamiento o uso.

Áreas protegidas: Sitio cuya protección es importante para la existencia de animales y plantas.

Biomasa forestal: residuos biodegradables procedentes de la vegetación de las áreas boscosas.

Bosque: lugar poblado de árboles y arbustos, área que presenta una importante densidad de árboles.

Caldera: máquina o dispositivo de ingeniería diseñado para generar vapor.

Capacidad instalada: potencial de producción o volumen máximo de producción que una empresa en particular, unidad, departamento o sección, puede lograr durante un período de tiempo determinado.

Cobertura eléctrica: acceso a una red pública de distribución de energía.

Conflagración: fuego o llama de gran tamaño que destruye a todo lo que deberá quemarse, este se le conoce como incendio.

Consumo de energía: energía consumida por un aparato eléctrico cuya potencia fuese un kilovatio hora.

Demanda eléctrica: cantidad de energía que se necesita en un momento determinado y se mide en kilovatios.

Emisiones: vertido de determinadas sustancias a la atmósfera.

ENEE: Empresa Nacional de Energía Eléctrica. Organismo autónomo responsable de la producción, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica en Honduras.

Energía eléctrica: forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico.

Energía renovable: energía que utiliza los recursos inagotables de la naturaleza, como la biomasa, las radiaciones solares o el viento.

Especies forestales: Especie arbórea, arbustiva, de matorral o herbácea que no es característica de forma exclusiva del cultivo agrícola.

Forma “pari passu”: frase en latín que literalmente significa lo que suele traducirse como en igualdad de condiciones.

Gasificación de combustible: proceso termoquímico por el que un sustrato carbonoso (carbón, biomasa, plástico) es transformado en un gas combustible mediante una serie de reacciones que ocurren en presencia de un agente gasificante.

Generación de energía: transformar alguna clase de energía química, cinética, térmica, lumínica, nuclear, solar entre otras, en energía eléctrica.

Gorgojo descortezador: insecto que se alimentan de los tejidos del cambium vascular y de la corteza interna de los árboles.

ICF: Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre.

Incendio forestales: siniestro causado intencional, accidental o fortuitamente por el fuego que se presenta en áreas cubiertas de vegetación, árboles, pastizales, maleza, matorrales.

Materia orgánica: conjunto de células animales y vegetales descompuestas total o parcialmente por la acción de microorganismos.

Matriz energética nacional: representación cuantitativa de toda la energía disponible, en un determinado territorio, región, país, o continente para ser utilizada en los diversos procesos productivos.

Planes de manejo: instrumento que planifica la gestión del patrimonio ecológico o el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales de un terreno determinado, resguardando la calidad de las aguas y evitando el deterioro de los suelos.

Potencia firme: potencia máxima que podría generar una unidad de generación con un alto nivel de seguridad.

PPA: contrato entre dos partes, uno que genera electricidad el vendedor y otro que está buscando comprar electricidad el comprador.

Proceso biológico: etapas que se dan en forma natural en los seres vivos y que influyen de alguna manera en el entorno y en ellos mismos.

Protección forestal: conjunto de medidas que tienden a la preservación, recuperación, conservación y uso sostenible del bosque.

Reforestar: acción por la cual se vuelve a poblar de árboles un territorio.

Sector energético nacional: sector de actividades primarias, secundarias y terciarias destinadas a la producción, transportación, innovación, manejo y venta de los productos energéticos del país.

SIN: Sistema de Interconexión Nacional.

Sub-estequiométrica: cálculo de las relaciones cuantitativas entre los reactivos y productos en el transcurso de una reacción química.

Suministro energético: conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Este conjunto está dotado de mecanismos de control, seguridad y protección.

Viabilidad: probabilidades de llevarse a cabo o de concretarse gracias a sus circunstancias o características.