



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Artes en Gestión de Mercados Eléctricos
Regulados

**IMPACTOS ECONÓMICO, AMBIENTAL Y SOCIOPOLÍTICO DE LOS PROYECTOS DE
ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN HONDURAS: EL CASO DEL PARQUE EÓLICO
YAUUYPE SAN LUCAS**

Ing. Emil Ricardo Cáliz Gómez

Asesorado por el PhD. Ing. Renato Giovanni Ponciano Sandoval

Guatemala, octubre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPACTOS ECONÓMICO, AMBIENTAL Y SOCIOPOLÍTICOS DE LOS PROYECTOS DE
ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN HONDURAS: EL CASO DEL PARQUE EÓLICO
YAUYUPE EN SAN LUCAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. EMIL RICARDO CÁLIX GÓMEZ

ASESORADO POR EL PHD. ING. RENATO GIOVANNI PONCIANO
SANDOVAL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN DE MERCADOS ELÉCTRICOS
REGULADOS**

GUATEMALA, OCTUBRE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez.

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada.
EXAMINADO	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Ismelda Isabel López Tohom
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**IMPACTOS ECONÓMICO, AMBIENTAL Y SOCIOPOLÍTICOS DE LOS PROYECTOS
DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN HONDURAS: EL CASO DEL PARQUE EÓLICO
YAUYUPE EN SAN LUCAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 14 de julio de 2020.



Emil Ricardo Cáliz Gómez



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101 - 24189102

DTG. 541.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **IMPACTOS ECONÓMICO, AMBIENTAL Y SOCIOPOLÍTICO DE LOS PROYECTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN HONDURAS: EL CASO DEL PARQUE EÓLICO YAUYUPE SAN LUCAS**, presentado por el Ingeniero Emil Ricardo Cáliz Gómez, estudiante de la **Maestría en Gestión de Mercados Eléctricos Regulados**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, octubre de 2021.

AACE/cc



Guatemala, octubre de 2021

LNG.EEP.OI.042.2021

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“IMPACTOS ECONÓMICO, AMBIENTAL Y SOCIOPOLÍTICO DE LOS PROYECTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN HONDURAS: EL CASO DEL PARQUE EÓLICO YAUYUPE SAN LUCAS”

presentado por **Emil Ricardo Cáliz Gómez** quien se identifica con carné **201990330** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión de mercados eléctricos regulados** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Guatemala, 27 de noviembre 2020.

M.Sc. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.Sc. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: **“IMPACTOS ECONÓMICO, AMBIENTAL Y SOCIOPOLÍTICO DE LOS PROYECTOS DE ENERGÍA ELECTRICA RENOVABLE EN HONDURAS: EL CASO DEL PARQUE EÓLICO YAUYUPE SAN LUCAS”** del estudiante **Emil Ricardo Cálix Gómez** quien se identifica con número de carné 999001507 del programa de **Maestría en Gestión de Mercados Eléctricos Regulados**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,


M.Sc. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador
Área de Desarrollo Socio Ambiental y Energético
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería USAC



Guatemala, 29 de octubre de 2020

**Ingeniero M.Sc.
Edgar Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería USAC
Ciudad Universitaria, Zona 12**

Distinguido Ingeniero Álvarez:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que como asesor de trabajo de graduación del estudiante Emil Ricardo Cáliz Gómez, Carné número 201990330, cuyo título es **"IMPACTOS ECONÓMICO, AMBIENTAL Y SOCIOPOLÍTICO DE LOS PROYECTOS DE ENERGIA ELECTRICA RENOVABLE EN HONDURAS: EL CASO DEL PARQUE EÓLICO YAUYUPE SAN LUCAS"**, para optar al grado académico de Maestro en Gestión de Mercados Eléctricos Regulados, he procedido a la revisión del mismo.

En tal sentido, en calidad de asesor doy mi anuencia y aprobación para que el estudiante Cáliz Gómez, continúe con los trámites correspondientes.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,



Dr. Renato Giovanni Enciano Sandoval
Ingeniero Químico
Asesor

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Como arquitecto del universo.
Mi madre	Irma Julia Gómez (q. d. e. p.), quien siempre supo conducir hacia adelante el destino de nuestra familia.
Mi hermano	Rigoberto Ochoa, mi hermano, mi amigo, baluarte del equipo familiar.
Mis hijas	Marian, Marie, Mariel y Gabrielle Cáliz, mis bellas y siempre amorosas.
Mis amigos	Quienes siempre han estado allí cuando más lo he necesitado.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme sus puertas y formarme en esta maestría.
Facultad de Ingeniería	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Asesor	PhD. Ing. Renato Ponciano por su tiempo y dedicación
Mis amigos de la facultad	Solimar Cárdenas, Ana Lucía Martínez, Pablo Orellana, Jorge Nolasco, así como todos los demás que cursamos la maestría
Mis amigos de PEYSSA	Por permitirme realizar este trabajo relacionado con el proyecto eólico Yauyupe San Lucas, y que sin su inigualable y valiosa ayuda no hubiese podido llevarlo a buen término.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XVII
OBJETIVOS.....	XXVII
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XXIX
INTRODUCCIÓN.....	XXXI
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Transiciones energéticas.....	2
1.1.1. Definiciones fundamentales.....	2
1.1.2. Tecnologías convencionales.....	4
1.1.3. Tecnologías no convencionales.....	6
1.1.4. Características de un sistema eléctrico confiable y flexible.....	8
1.1.5. Migración tecnológica	11
1.2. Aerogeneradores.....	13
1.2.1. Descripción	13
1.2.2. Evolución técnica.....	16
1.2.3. Costos	19
1.3. Parques de generación eólica y sus impactos económicos.....	21
1.3.1. Descripción.....	22
1.3.2. Evaluación de sitios y principios de diseño.....	23
1.3.3. Modelos de negocios.....	26

1.3.4.	Estímulos económicos a energías limpias.....	29
1.3.5.	Desarrollo sostenible.....	30
1.3.6.	Reseña histórica parques eólicos de Honduras	32
1.4.	Impactos socio ambientales de parques de generación eólica.....	34
1.4.1.	Problemática en torno a la construcción de parques eólicos	34
1.4.2.	Conflictos sociales.....	36
1.4.3.	Afectación, en medio físico y biológico.....	37
1.4.4.	Afectación antropomórfica.....	40
1.4.5.	Matriz de Leopold.....	42
1.5.	Mercado eléctrico hondureño.....	43
1.5.1.	Reseña histórica.....	43
1.5.2.	Organización	46
1.5.3.	Contratos de energía PPA (<i>Power Purchase Agreement</i>).....	48
1.6.	Marco Legal	50
1.6.1.	Ley Marco Del Subsector Eléctrico año 1994, Aclaraciones y Reformas.....	50
1.6.2.	Ley Generación Energías Renovables.....	52
1.6.3.	Ley Marco del Subsector eléctrico año 2013 y reformas Subsecuentes.....	54
2.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	59
2.1.	Enfoque metodológico.....	59
2.2.	Unidad de análisis.....	60
2.3.	Descripción de las Variables	61

2.3.1.	Variables legales, sociales y políticas que impactan en la realización del proyecto eólico Yauyupe San Lucas.....	61
2.3.2.	Variables de impactos económicos, sociales y ambientales que se proyectarían al implementarse el proyecto de generación eléctrica en base a energía renovable Yauyupe San Lucas.....	66
2.3.3.	Variables de impacto Sociopolítico de los proyectos de energía eléctrica renovable en el caso del parque eólico Yauyupe San Lucas.....	68
2.3.4.	Variables de impacto ambiental de los proyectos de energía eléctrica renovable en el caso del parque eólico Yauyupe San Lucas.	73
2.4.	Fases del estudio	74
2.5.	Técnicas de análisis de información.....	76
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	77
3.1.	Factores económicos, legales, sociales y políticos que afectan la realización del proyecto eólico Yauyupe San Lucas.....	77
3.1.1.	Descripción relevante de las comunidades en el área de influencia del proyecto eólico PEYSSA	77
3.1.2.	Estatus proyectos de producción de energía eléctrica en base a energías renovables período 2012-2019; Energía eléctrica producida por plantas eléctricas en Honduras a diciembre de 2019; Reducción de carbono en base a la producción de energía eléctrica mediante	

	tecnologías de energía renovable en Honduras (2012- 2018).....	79
3.1.3.	Contratos de arrendamiento M.A.I.P.	82
3.1.4.	Presencia institucional y seguridad	82
3.1.5.	Aceptación social	83
3.1.6.	Potencial eólico área de explotación	86
3.1.7.	Proceso legal de suscripción del <i>Power Purchase Agreement</i> (PPA) entre PEYSSA- ENEE.....	89
3.2.	Impactos económicos, sociales y ambientales que se darían al implementarse el proyecto de generación eléctrica en base a energía renovable Yauyupe San Lucas.....	89
3.2.1.	Nivel socioeconómico M.A.I.P	89
3.2.2.	Beneficios económicos M.A.I.P. (C.B.E.).	91
3.2.3.	Impacto sociopolítico de los proyectos de energía eléctrica renovable en Honduras: El caso del parque eólico Yauyupe San Lucas.....	92
3.2.4	Impacto ambiental de los proyectos de energía eléctrica renovable en Honduras: El caso del parque eólico Yauyupe San Lucas.....	96
3.3.	Obstáculos que deben ser resueltos y las acciones que deben realizarse para la implementación de proyectos de generación eléctrica en base a energía renovable en Honduras.....	97
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	99
4.1.	Determinación de los factores económicos, legales, sociales y políticos que afectan la realización del proyecto eólico Yauyupe San Lucas.	99
4.1.1.	Premisas económicas	99

4.1.2.	Premisas económicas – políticas.....	101
4.1.3.	Premisas Legales	102
4.1.4.	Premisas Social.....	103
4.1.5.	Síntesis resultadas de los factores económicos, legales, sociales y políticos que afectan la realización del proyecto eólico Yauyupe San Lucas.....	104
4.2.	Impactos económicos, sociales y ambientales que se dan al implementarse el proyecto eólico Yauyupe San Lucas.	105
4.2.1.	Impacto económico.....	106
4.2.2.	Impactos socioeconómicos y mitigaciones	106
4.2.3.	Impactos socioambientales y mitigaciones.....	112
4.3.	Obstáculos que deben ser resueltos y acciones que deben realizarse para la implementación de proyectos de generación eléctrica en base a energía renovables en Honduras.....	115
4.4.	Identificación, cuantificación y descripción de los impactos económicos, ambientales y sociopolíticos generados al implementarse proyectos de energía renovable en Honduras.....	118
	CONCLUSIONES	121
	RECOMENDACIONES.....	123
	REFERENCIAS	125
	APÉNDICES	135
	ANEXOS.....	147

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa político de Honduras	XX
2.	Mapa político departamento de “El Paraíso”	XX
3.	Ubicación del proyecto eólico Yauyupe San Lucas.....	XXI
4.	Ubicación de la zona del parque eólico Yauyupe San Lucas.....	XXII
5.	Zona del parque eólico Yauyupe San Lucas.....	XXIII
6.	Ubicación de aerogeneradores del parque eólico Yauyupe San Lucas.....	XXIV
7.	Molino de viento con uso dual (molienda y bombeo)	14
8.	Turbina danesa Gedser.....	17
9.	Estructura organizacional del sector energético hondureño.....	47
10.	Sabe de la existencia del proyecto.....	85
11.	Percepción de beneficios a la comunidad.....	85
12.	Percepción de beneficios individuales.....	86

TABLAS

I.	Variables legales, sociales y políticas	61
II.	Variables de impacto económico	66
III.	Variables de impacto sociopolítico	68
IV.	Variables de impacto ambiental	73
V.	Datos de las comunidades en el área de influencia del proyecto.....	78
VI.	Capacidad instalada, energía eléctrica en operación a diciembre 2019, CO ₂ /MWh atrapado	80

VII.	Generación de energía eléctrica en operación	80
VIII.	Proyectos incorporados en el quinquenio 2015 – 2019	81
IX.	Organizaciones comunitarias de base por aldeas, municipio de San Lucas.....	82
X.	Eventos de socialización del proyecto	84
XI.	Actividad económica	90
XII.	Variable del IDH, municipios del área de influencia 2009	91
XIII.	Impacto socioeconómico	92
XIV.	Composición poblacional	93
XV.	Infraestructura escolar	94
XVI.	Matrícula.....	94
XVII.	Patrimonio cultural	95
XVIII.	Beneficio socioeconómico	96
XIX.	Impacto biológico y físico.....	97

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
US\$	Dólares norteamericanos
GWh	Gigawatt por hora
Hz	Hertz
km	Kilómetro
kV	Kilovoltio
kW	Kilowatt
MW	Megawatt

GLOSARIO

Aerodinámica	Parte de la mecánica que estudia el movimiento de los gases sobre los cuerpos estacionados y el comportamiento de los cuerpos que se mueven en el aire.
Aerogeneradores	Generador de energía eléctrica que es accionado por la fuerza del viento o fuerza eólica.
AHPEE	Asociación Hondureña de Productores de Energía Eléctrica.
Antropogénicos	Hace referencia a los efectos, resultados o procesos que son consecuencia de las acciones humanas.
Antropomórfica	Relacionado con las cosas que tienen forma o apariencia humana o lo relativo a ello.
AOM	Administración, operación y mantenimiento.
Avifauna	Conjunto de aves de un país o región.
Biótico	Lo relativo a los organismos vivos o lo relacionado con ellos.

Buje	Corresponde a la pieza cilíndrica que reviste por el interior los elementos mecánicos que giran alrededor de un eje.
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
CO₂	Dióxido de carbono es un compuesto de carbono y oxígeno que existe como gas incoloro en condiciones de temperatura y presión estándar.
Cogeneración	Procedimiento mediante el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica útil (vapor, agua caliente sanitaria).
CREE	Comisión Reguladora de Energía Eléctrica.
DECA	Dirección General de evaluación y control Ambiental.
DGE	Dirección General de Energía.
EEHSA	Empresa Energía Eólica de Honduras S.A.
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica.
ENERCON	Empresa constructora de aerogeneradores.
ERV	Energías renovables variables.
FNRNC	Fuentes no renovables no convencionales.

FOSODE	Fondo Social de Desarrollo Eléctrico.
Fotovoltaico	Aquello que genera una fuerza electromotriz cuando se encuentra bajo la acción de una radiación luminosa.
FRE	Fuentes de energía renovables.
FRNC	Fuentes renovables no convencionales.
I+D	Investigación y desarrollo.
IDH	Índice de desarrollo humano.
IEA	<i>International Energy Agency.</i>
IHAH	Instituto Hondureño de Antropología e Historia.
MAIP	Municipios del área de influencia del proyecto.
MTOE	Millón de toneladas equivalentes al petróleo.
NO₂	El dióxido de nitrógeno son gases contaminantes que atrapa el calor y es perjudicial para el medio ambiente.
ODS	Operador del sistema.
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía.

PEYSSA	Proyecto Parque Eólico Yauyupe San Lucas.
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
PPA	<i>Power Purchase Agreement</i> , es un acuerdo o contrato de compraventa de energía entre un generador y un comprador, generalmente por un largo plazo de tiempo.
RAE	Real Academia Española.
Smart Grids	Redes de distribución eléctricas inteligentes.
SEN	Secretaria de estado en el despacho de Energía.
SERNA	Secretaria de recursos naturales.
SO₂	Dióxido de azufre Gas corrosivo que se produce por la quema de combustibles, como el carbón y el petróleo, que contienen azufre.
WTP	Disposición a pagar (<i>Willingness to Pay</i>) por una mejoría en la calidad.

RESUMEN

La fluctuación de precios, el ser importadores netos de combustibles fósiles y los problemas de contaminación derivados de su quema han provocado la intensificación del aprovechamiento de las energías renovables en la producción de energía eléctrica.

El objetivo de este estudio fue identificar, cuantificar y describir los impactos económicos, ambientales y sociopolíticos generados al implementarse proyectos de energía renovable en Honduras tomando como caso de estudio el proyecto Parque Eólico Yauyupe San Lucas (PEYSSA).

Para ellos se consultó información oficial del gobierno de Honduras, estudios propios realizados por el personal de PEYSSA, así como datos levantados en las zonas de influencia del proyecto.

Los resultados indicaron que existe un amplio marco para nuevos proyectos renovables, pero con restricciones en su contratación, que se han implementado metodologías innovadoras para crear valor agregado en los ámbitos socioeconómicos y ambientales y que PEYSSA contribuirá por el modelo implementado a generar una rebaja en los precios de venta de energía en el país al negociarse precios de US\$ 92.00 MW/h versus el precio de US\$ 112.00 MW/h que por ley debía corresponder al costo marginal de corto plazo del año 2014, fecha de acuerdo del primer borrador de contrato.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El incremento de las energías renovables es evidente, por lo cual afirma IEA (citado en Martínez, Rivas y Vera, 2015) mencionan que “en 1973, las energías renovables — geotérmica, solar, eólica y otras— solo aportaron el 0.1 por ciento, y para 2012, aportaron el 1.1 por ciento, logrando un incremento de 140 Mtoe” (p. 3). Las energías renovables contribuyen a la reducción en la contaminación, a su vez son recursos locales, que al ser aprovechados contribuyen en la reducción de la dependencia energética.

La energía eólica específicamente ha logrado una gran madurez tecnológica que continuará mejorando en los próximos años reflejándose en la reducción de costos, a la vez que ha logrado niveles de interrelación con los propietarios de las tierras lo que se ha vuelto un nuevo modelo de emprendimiento en conjunto. “Entre los modelos de emprendimiento se pueden citar los casos danés, alemán, japonés y estadounidense en que se incentiva que los dueños de la tierra sean accionistas de los parques eólicos, lo que incrementa la aceptación social de los proyectos” (Ferreira y García , 2013, pp. 49-50).

En Honduras la energía eólica representa un 9.16 % de la matriz energética total por lo que desde el punto de vista de penetración tecnológica existe espacio para incursionar en este negocio a la par que coadyuva en la solución estructural requerida en el sistema eléctrico hondureño.

Por otra parte, a pesar de las bondades que las energías renovables en general ofrecen, estas presentan algunos inconvenientes, según el tipo de fuente considerada,

los parques eólicos, como menciona Castillo (2011) “tienen un impacto que debe ser considerado en el paisaje y en la avifauna” (p. 3).

Complementariamente cuando la ubicación del parque no es la idónea, puede provocar efectos negativos en la fauna silvestre como un incremento en la mortalidad y la fragmentación del hábitat. Estos riesgos pueden ser atenuados, en parte mediante una adecuada localización y mediante la implementación de medidas de mitigación.

Considerando la experiencia de otros países cercanos, entre ellos México, existe una tendencia hacia la desarticulación de los proyectos de energía eólica y el desarrollo sostenible. De acuerdo con Castillo (2011), en su artículo de revista titulado *Problemática en torno a la construcción de parques eólicos en el istmo de Tehuantepec, en la región de La Venta, México*, los beneficios económicos a la población a raíz de la construcción de proyectos de energía eólica ha producido una diversificación del tejido social mediante la promoción del comercio y las actividades agropecuarias , pero el crecimiento del número de proyectos de energía eólica desarrollados en el estado no ha incidido en otras dimensiones del desarrollo más allá del beneficio económico.

De acuerdo con OLADE (2013) en Honduras, para el año 1994 se presentó un desfase entre la demanda de energía eléctrica y la oferta de generación dando origen a una grave crisis de racionamiento. El Estado de Honduras en esa fecha optó, como alternativa para resolver el problema, la apertura a la inversión privada en el segmento de generación mediante la selección de plantas diésel, con costos bajos de inversión y períodos de construcción cortos, objetivo que se alcanzó otorgando un conjunto de incentivos que a la postre resultaron perversos para la economía.

Durante el período de los años 2007 a 2014 los precios de los derivados del petróleo mantuvieron una tendencia hacia el alza, elevando los costos de generación

de las plantas que operan con este tipo de combustible, para el caso de las plantas de generación renovables sus costos de acuerdo a los contratos hondureños no sufren ninguna alteración del precio en dólares durante toda la vigencia del contrato; sumado a este fenómeno, se observa un incremento acelerado en las pérdidas técnicas y sobre todo de las no técnicas en el sistema de distribución de energía de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). Como se podía esperar, con un aumento en los costos de generación y una baja recaudación por venta de energía, las finanzas de la empresa estatal soportaron una profunda crisis, sin que se vislumbre aún una solución sostenible en el tiempo.

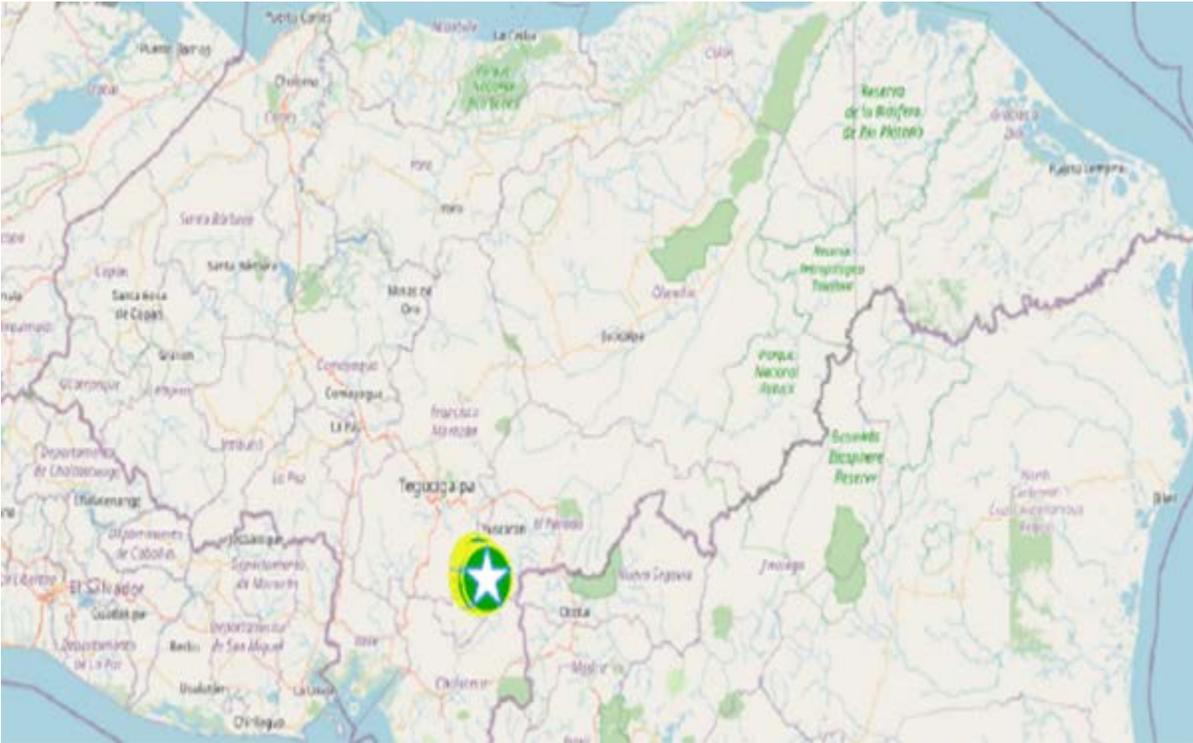
Para Montano (2016) el estado de Honduras ha tratado de corregir la distorsión económica entre los costos y la recaudación mediante reformas al subsector eléctrico desagregando sus funciones y abriendo la industria al sector privado permitiendo la libre competencia. Este proceso de reformas se ha realizado sin considerar la creación de leyes temporales para emprendimientos que ya estaban en proceso por lo que se desconoce el impacto real de las medidas tomadas, su efectividad y el costo socioeconómico que estas tendrán.

Actualmente en Honduras se trabaja desarrollando el proyecto energético eólico, parque eólico Yauyupe San Lucas S.A. (PEYSSA), el cual plantea un modelo de negocio con equilibrio entre ganancia-planeta-gente y que busca incluir a todos los participantes (inversores, dueños de predios, comunidades involucradas, entre otros) como asociados.

Acercas del proyecto eólico parque eólico Yauyupe San Lucas Sociedad Anónima está localizado en el departamento de El Paraíso en los municipios de San Lucas y Yauyupe y el departamento de Francisco Morazán en el municipio de Maraita (línea de transmisión), a unos 80 kms al sureste de Tegucigalpa. Para llegar al sitio debe tomarse la carretera de Tegucigalpa – Zamorano – Güinope – San Lucas.

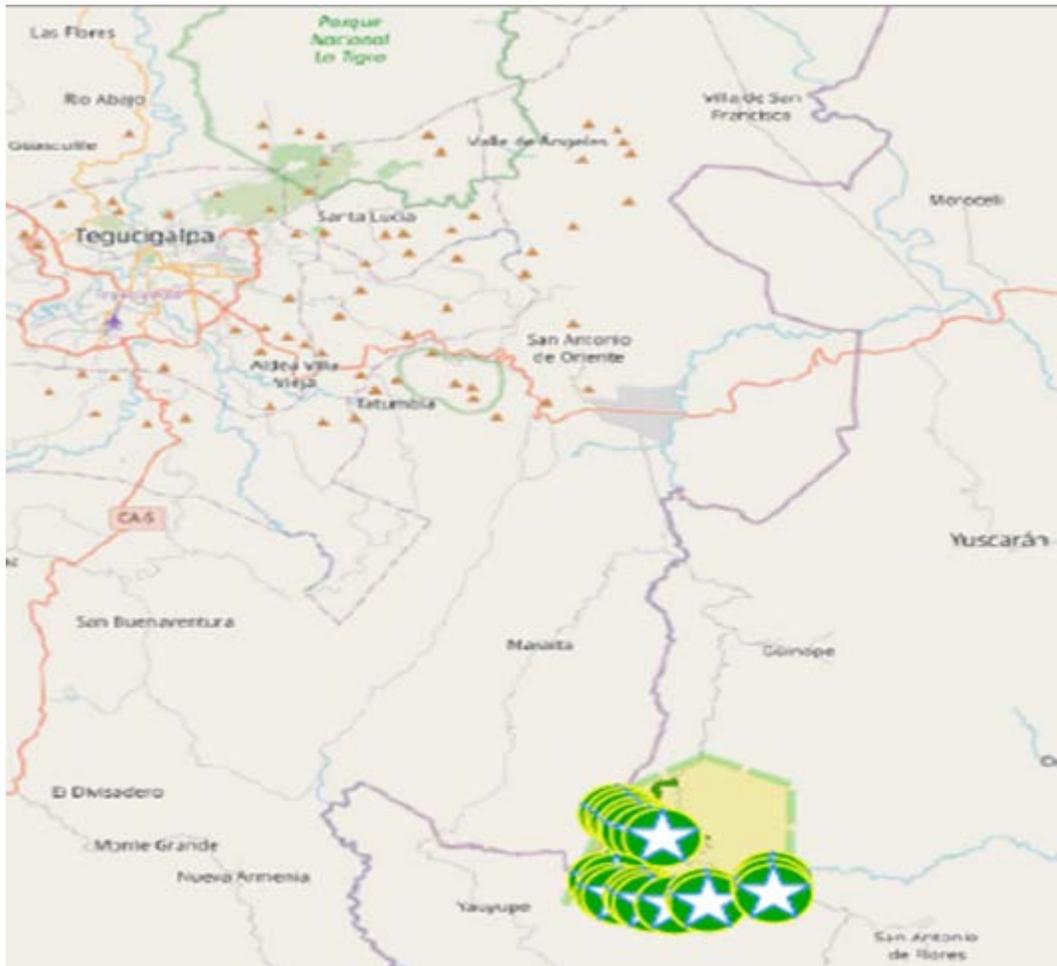
El área geográfica del proyecto comprende una extensión total de 38.1 km², que incluyen las regiones conocidas como la Montaña, el Barrero en la Montaña y cerro Junacatal todos con una altura promedio de 1,400 a 1,600 m.s.n.m. conformado por las siguientes coordenadas UTM georreferenciadas. Si bien el polígono estudia un sector del municipio de Güinope, este no se incluye en la construcción final del proyecto.

Figura 3. **Ubicación del proyecto eólico Yauyupe San Lucas**



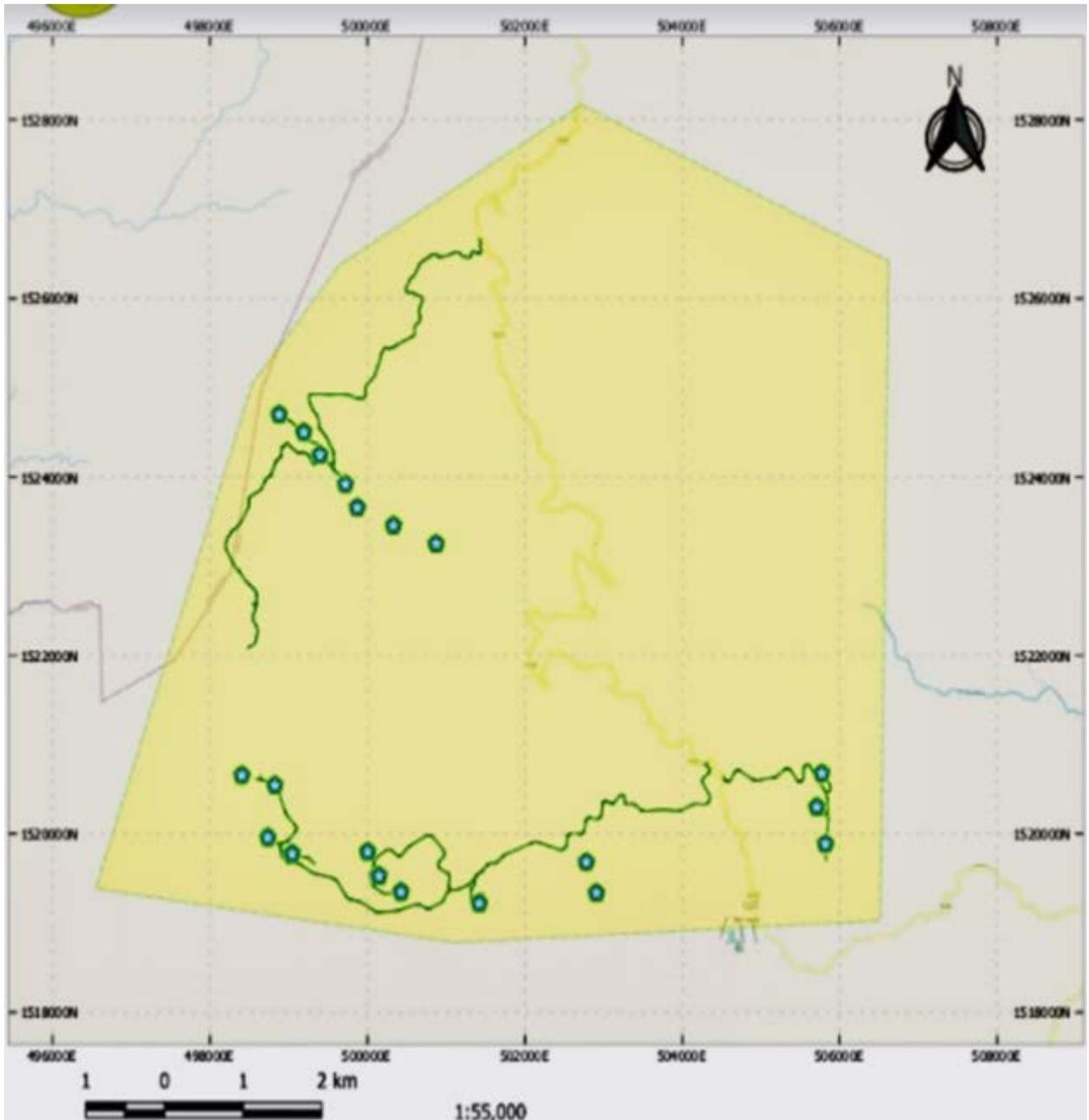
Fuente: Corporación de Desarrollo Ambiental S.A. [CODESA] (2020). *Estudio de evaluación de impacto ambiental.*

Figura 4. Ubicación de la zona del Parque eólico Yauyupe San Lucas



Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación de impacto ambiental.*

Figura 5. Zona del parque eólico Yauyupe San Lucas



Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación de impacto ambiental.*

Figura 6. **Ubicación de Aerogeneradores del Parque Eólico Yauyupe San Lucas**

 **AEROGENERADOR**

<u>Número</u>	<u>Norte (m)</u>	<u>Este (m)</u>	<u>Elevación (m)</u>	<u>Descripción</u>
1	1524700	498881	1640	E2 5MW
2	1524501	499194	1650	E2 5MW
3	1524246	499400	1627.3	E2 5MW
4	1523917	499723	1627.6	E2 5MW
5	1523657	499874	1602.2	E2 5MW
6	1523455	500333	1610	E2 5MW
7	1523250	500876	1609.2	E2 5MW
8	1520656	498407	1749.4	E2 5MW
9	1520543	498827	1705.5	E2 5MW
10	1519959	498738	1710	E2 5MW
11	1519777	499047	1770	E2 5MW
12	1519798	500005	1711.4	E2 5MW
13	1519528	500150	1760	E2 5MW
14	1519349	500429	1700.1	E2 5MW
15	1519223	501424	1670	E2 5MW
16	1519682	502783	1557.1	E2 5MW
17	1519338	502912	1485.3	E2 5MW
18	1520677	505776	1390	E2 5MW
19	1520300	505712	1431.1	E2 5MW
20	1519886	505822	1342.1	E2 5MW

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación de impacto ambiental.*

La reconfiguración del subsector eléctrico en el año 2013, afectó directamente a PEYSSA pues no fue aprobado su contrato de compra de energía eléctrica (*Power Purchase Agreement*) por el estado, ya que si bien se llenaban los requisitos correspondientes a la ley vigente al momento de desarrollo del proyecto (Decreto 70-2007), se generó un limbo jurídico al no contemplarse en el Decreto 404-2013,

artículos temporales para emprendimientos que ya estaban en proceso concebidos en base al Decreto 70-2007.

Si bien existe un camino legal que garantiza las inversiones bajo el principio de no aplicabilidad de retroactividad legislativa, se presenta el problema de incremento en los costos económicos asociados al proyecto, así como los marcos sociopolíticos que puedan obstaculizar temporalmente la toma de decisiones por parte del estado.

Es por ello por lo que se pretendió abordar los temas económico, ambiental y sociopolítico de los proyectos de energía renovable en Honduras, tomando como caso de estudio el parque eólico Yauyupe San Lucas, de tal forma que su caso pueda dar información que sirva de guía en la implementación de proyectos similares.

Esto condujo al planteamiento de la pregunta principal del estudio: ¿Cuáles son los impactos económicos, ambientales y sociopolíticos de los proyectos de generación eléctrica en base a energía renovable en Honduras?, considerando como caso de estudio el parque eólico Yauyupe San Lucas en Honduras.

La respuesta de esta interrogante nace de las respuestas obtenidas de las siguientes preguntas auxiliares, en las que se consideró como base de estudio - análisis la medición de impactos del proyecto eólico Yauyupe San Lucas:

- ¿Qué factores económicos, legales, ambientales, sociales y políticos pueden afectar la realización de los proyectos de generación eléctrica en base a energía renovable en Honduras?
- ¿Qué obstáculos deben ser resueltos y que acciones deben realizarse para la implementación de proyecto de generación eléctrica en base a energía renovable en Honduras?

- ¿Cuáles deben ser las tácticas y estrategias necesarias para asegurar la realización de los proyectos de generación eléctrica sobre la base de energía renovable en Honduras, considerando los impactos que pueden generar estos?

Dado que es una investigación descriptiva y se medirá la situación en que se encuentra el proyecto del parque eólico PEYSSA, esta investigación se llevará hasta la descripción del status del proyecto Parque Eólico Yauyupe San Lucas S.A. al cierre del año 2019 en términos de factibilidad técnica, económico – financiera, socio – ambiental, obtención de su PPA (*Power Purchase Agreement*), cumplimiento legal y regulatorio dentro del mercado eléctrico hondureño. Dejando establecido de esta forma el alcance de la investigación no se verá alejado más allá de los puntos de interés fijados previamente.

OBJETIVOS

General

Cuantificar y describir los impactos económicos, ambientales y sociopolíticos generados al implementarse proyectos de energía renovable en Honduras, considerando como caso de estudio el parque eólico Yauyupe San Lucas en Honduras.

Específicos

1. Identificar los factores económicos, legales, sociales y políticos que afectan la realización del proyecto eólico Yauyupe San Lucas, midiendo los aspectos cuantitativos y cualitativos que le atañen.
2. Especificar los impactos económicos, sociales y ambientales medidos en el proyecto de generación eléctrica con base en energía renovable Yauyupe San Lucas.
3. Indicar los obstáculos identificados que deben ser resueltos y las acciones que deben realizarse para la implementación de proyectos de generación eléctrica en base a energía renovable en Honduras, con base en los resultados medidos en el proyecto de generación eléctrica con base en energía renovable Yauyupe San Lucas.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

La naturaleza de la investigación fue no experimental ya que las variables fueron analizadas en su estado natural sin manipulación. A su vez se dirigió a una temporalidad transversal ya que los datos se manejaron en un tiempo único.

Su alcance fue de carácter descriptivo por que se definió las características de los fenómenos y aspectos bajo estudios sin centrarse en las razones por las que se produjeron, simultáneamente la investigación tuvo un matiz tanto documental como de campo debido a que sus fuentes de apoyo fueron obtenidas de ambos formatos. Se realizó como una investigación aplicada pues con ella se buscó abordar y resolver problemas prácticos. Se empleó un enfoque mixto ya que midió en qué grado se encontraba una cualidad en un acontecimiento en específico (cuantitativa), a su vez que se presentaron cualidades ante algunos de los acontecimientos medidos (cualitativa).

La población estudiada correspondió a las zonas del área de Influencia del proyecto parque eólico Yauyupe San Lucas Sociedad Anónima (PEYSSA) en los municipios de San Lucas y Yauyupe en el departamento del Paraíso, a la vez el municipio de Maraita departamento de Francisco Morazán. Para el análisis se dividió en subpoblaciones dadas por el área social (personas) y ambiental (medios bióticos y físicos).

Respecto al estudio de las variables se organizaron según el impacto producido en las siguientes dimensiones; económica, sociopolítica y ambiental. Resaltando que ciertas variables permanecieron independientes, debido a su tipología y la información recaudada así mismo se agregaron variables que no

fueron consideradas en un estudio preliminar, pero se tomaron en cuenta para enriquecer el estudio (presencia Institucional y seguridad, composición poblacional, patrimonio cultural, proceso legal de suscripción del *Power Purchase Agreement* entre PEYSSA y ENEE).

El estudio se cubrió mediante cinco fases las cuales se comenzaron por revisar fuentes de literatura de la industria de generación eólica, seguidamente se procedió a recolectar los datos correspondientes, mediante un análisis de tipología cuantitativa como cualitativa, se continuó por organizar la información, operar e integrar las variables dando paso a definir, cuantificar y resumir los impactos encontrados respecto a factores económicos, legales, sociales, ambientales y políticos, concluyendo con formular propuestas para la solución o mejoras para obstáculos que pueden afectar el proyecto eólico Yauyupe, al mismo tiempo se identificaron las ventajas y beneficios de dichas propuestas.

Las técnicas utilizadas para el análisis de información se tomaron basándose en los procedimientos indicados en diseños cuantitativos para el análisis e interpretación de la Información, además, se utilizó la matriz de Leopold para el análisis de la información.

INTRODUCCIÓN

Los humanos que han habitado en la tierra siempre han sobresalido por la capacidad de innovar en el conocimiento tecnológico, pero a lo largo del tiempo se han convertido en grandes devoradores de energía afectando al medio ambiente para sostener el actual estilo de vida y como consecuencia de la gestión que se hace de la energía eléctrica, se presencia a escala global un deterioro marcado en la sostenibilidad del planeta a causa de su impacto en el medio ambiente, pues mucha de esa energía requerida proviene de la quema de combustibles derivados del petróleo y el carbón en centrales termoeléctricas, las cuales producen residuos altamente contaminantes así como altos niveles de gases tipo invernadero que aumentan la temperatura atmosférica, teniendo consecuencias a largo plazo debido a que estos gases son nocivos para la vida del ambiente.

En cuanto a Honduras se refiere, el sector eléctrico no se rezaga en esfuerzos para encontrar nuevas alternativas, se busca sustituir estas formas de energía provenientes de combustibles fósiles altamente contaminantes por energías renovables tales como la hidroeléctrica, eólica y solar, sobre todo en la producción de energía eléctrica.

La presente investigación hace mención y determina los impactos económicos, ambientales y sociopolíticos que producen los proyectos de energía eléctrica renovable en Honduras tomando como caso de estudio, el proyecto del parque eólico Yauyupe San Lucas ubicado en el departamento de el Paraíso, Honduras. La relevancia de la investigación radica en que a la fecha no se ha estudiado ningún proyecto de producción de energía renovable en el medio

ambiente de Honduras integrando simultáneamente las dimensiones económicas, ambientales y sociopolíticas.

La investigación tomó de base el análisis de un caso de estudio real con la intención de brindar una pauta y asesoramiento en la toma de decisiones para los individuos que deseen invertir en proyectos de energía renovable, brindando así las directrices y consideraciones más apropiadas sobre las prácticas que deben de ser implementadas en este tipo de proyectos y a su vez ofrecer información para futuros estudios correlacionados.

El método de investigación utilizado en la investigación se dividió en cinco etapas las cuales iniciaron por el proceso de una revisión documental relacionada con las energías renovables; se prosiguió con la recopilación de datos mediante análisis tanto cualitativo como cuantitativo de los datos agregando una observación directa, indirecta y de campo; luego se procedió investigando e integrando los datos recopilados para obtener nuevos datos, continuando con la definición de los factores e impactos económicos, legales, sociales, ambientales y políticos involucrados en el proyecto eólico Yauyupe San Lucas; para de este modo finalmente proponer soluciones a fin de superar los obstáculos en las dimensiones previamente mencionadas.

En el primer capítulo, se encuentra la recopilación basada en el proceso de proyectos de energías renovables y todos los fundamentos relevantes. El segundo capítulo, presenta el proceso detallado de recolección de datos e investigación y desarrollo del parque eólico Yauyupe San Lucas.

El tercer capítulo, manifiesta sistemáticamente los resultados recolectados en campo y los resultados recolectados en investigaciones anteriores. Finalmente, en el cuarto capítulo, continuamos analizando las premisas

obtenidas y presentando los argumentos que pueden validar el trabajo de investigación.

La energía eléctrica es una de las principales formas de energía en el mundo actual, se utilizan actualmente en el día a día en la iluminación del hogar, las comunicaciones de radio y televisión, aparatos eléctricos que ya constituyen parte del diario vivir que vuelven de la vida más placentera y fáciles de llevar.

Se puede concordar en que es un recurso indispensable hoy en día, por eso mismo cada vez se vuelve más relevante hacer un uso eficiente y responsable de ella porque si bien es cierto, la energía eléctrica no afecta el medio ambiente por sí misma, la manera en cómo se consigue sí lo hace y es parte de la responsabilidad social no solo comprender el efecto que esto tiene dentro del medio ambiente sino también actuar en consecuencia para buscar alternativas amigables con los ecosistema tomando en cuenta para esas posibles soluciones los distintos factores que en la presente investigación se irán desarrollando.

1. MARCO TEÓRICO

El método utilizado para construir el marco teórico es vertebrado. La comprensión de este trabajo requiere conocer sobre:

- Las transiciones energéticas, que nos indican los cambios estructurales en el tiempo, en el uso de las energías por el hombre y su modificación para su beneficio.
- Los aerogeneradores, como las máquinas que aprovechan el recurso del viento, para realizar las transiciones energéticas de energía eólica a energía mecánica, y más recientemente a energía eléctrica.
- Los parques de generación eólica, como el conjunto de aerogeneradores con los cuales se explota el recurso eólico con fines comerciales.
- Los impactos socio ambientales de los parques de generación eólica, los cuales son necesarios conocer para en los casos negativos poder evitarlos o minimizarlos y en los positivos empoderarnos y maximizarlos.
- El mercado eléctrico hondureño que corresponderá al mercado en el cual trazaremos la producción de energía eléctrica que los desarrolladores hondureños en base a energías renovables pudiesen generar.
- El marco legal hondureño del subsector eléctrico que nos presenta todo el andamiaje legal en el cual se debe manejar la producción y comercialización de la energía eléctrica en Honduras.

1.1. Transiciones energéticas

Grubler, Wilson y Nemet (2016) definieron una transición energética como:

A un cambio significativo en un sistema de energía que podría estar relacionado con un factor o con una combinación de factores tales como estructura de sistema, escala, economía y política energética. Generalmente se define como un cambio en el estado de un sistema de energía, a diferencia de un cambio en una tecnología energética o en una fuente de combustible en particular.

Un buen ejemplo es el cambio de un sistema preindustrial -basado en la biomasa tradicional y otras fuentes de energía renovable (viento, agua y fuerza muscular)- a un sistema industrial -caracterizado por una mecanización generalizada (energía de vapor) y el uso de carbón. Las participaciones de mercado que alcanzan umbrales preespecificados se emplean generalmente para caracterizar la velocidad de la transición (El carbón frente a la biomasa tradicional). En este sentido, los umbrales de participación de mercado típicos son 1 %, 10 % para las participaciones iniciales, y 50 %, 90 % y 99 % para las participaciones resultantes luego de una transición. (pp. 18-25)

1.1.1. Definiciones fundamentales

Fouquet (2011) indica que “un sistema energético antropogénico contempla tres componentes fundamentales: El recurso energético primario o natural, sus conversiones y la variedad de usos específicos que los flujos de energía disponible proporcionan” (pp. 198-199).

Los sistemas más simples en el pasado lejano visualizaban un número reducido de fuentes usando una o dos clases de conversión energética en forma precaria y con una muy baja eficiencia del recurso. Como el fuego (con base en madera), en su conversión a calor y luz artificial y su uso para cocinar, así como iluminarse durante la noche.

A su vez Fouquet (2011) agrega:

La sociedad moderna en contraste utiliza innumerables fuentes primarias de energía (agua, carbón, petróleo, uranio, viento, mareas, entre otros). Estos mediante sofisticados métodos y dispositivos las transforman en la energía de su conveniencia (mecánica, eléctrica, radiación, entre otros). Con innumerables propósitos (iluminación, transporte, procesos industriales, producción intensiva de alimentos, entre otros).

Todos los sistemas energéticos modernos requieren de infraestructuras en las cuales su misma operación requiere considerables cantidades de energía. La infraestructura energética comprende no sólo los componentes tangibles (ejemplo las líneas de transmisión eléctrica o los oleoductos) sino la organización y gerencia necesarios para extraer, guardar, procesar los combustibles y manejar los flujos de energía consecuentes.

En la actualidad los costos de energía son un factor crítico que determina la viabilidad o no de cualquier sistema energético y solo los que son capaces de proveer un alto retorno de ganancias son considerados. Estos costos de energía no son medibles en términos energéticos, pero sí pueden ser monetizados como capital y costos de operación. Todos los sistemas antropogénicos crean impactos ambientales, algunas de las

externalidades que producen dichos impactos en los procesos de conversión energética han sido eliminadas o reducidos a niveles aceptables mediante mejores métodos de producción o mediante controles eficientes (la extracción de carbón superficial y la desulfuración del gas son dos ejemplos de ello), otros como los gases de efecto invernadero aún están pendientes de ser cuantificados en el costo real de la energía. (pp.198-199)

Incorporando a ello lo indicado por Huff, Bode, Neumann y Haslauer (2014):

Actualmente se entiende como transiciones energéticas a los cambios en el uso de un tipo de energía a otro en el sector energético, donde estos cambios no son fenómenos aislados y se dan en todo el mundo. Los términos que los rigen, sus motivaciones y objetivos, políticas gubernamentales y condiciones de mercado pueden diferir en cada país.

Dichas transiciones producen una gran diversidad de desafíos y oportunidades. Una de las motivaciones más importantes que intervienen en las decisiones relacionadas con las transiciones energéticas es la seguridad en el suministro de la energía. Esto usualmente se combina con la necesidad de aumentar la competitividad usando los enfoques que consideren el menor costo en el suministro. (pp. 2-3)

1.1.2. Tecnologías convencionales

El artículo de Energía y Sociedad (2016) menciona que:

Se considera como tecnologías de generación eléctrica convencionales: aquellas en que su I+D sea en los métodos de obtención de sus combustibles primarios como en los procesos de transformación de estos

en energía eléctrica es completamente maduro. Por su forma actual de explotación sigue siendo económicamente rentable su uso. (párr. 32-35)

Estas formas de generación eléctrica incluyen tecnologías con costos fijos muy altos, pero con costos variables muy bajos como represas hidroeléctricas, centrales atómicas, entre otros. Permiten el almacenamiento de su combustible primario (agua, uranio, carbón, hidrocarburos). No adjuntan la incorporación de sus impactos medioambientales en el costo de producción (carbón, hidrocarburos). Manejan consideraciones particulares en el despacho de energía por los operadores de los sistemas.

Energía y Sociedad (2016) expone:

Entre las tecnologías que integran este grupo se consideran:

- Centrales hidráulicas: aprovechan la energía del agua sea por retención en un embalse como el flujo continuo de un río. Se considera una de las mejores opciones energéticas pues sus impactos ambientales pueden ser manejables, no producen gases de efecto invernadero, aunque en la actualidad son susceptibles al cambio climático.
- Centrales Nucleares: se basa en la fisión de elementos radiactivos. Dado su régimen de funcionamiento rígido (tardan días en llegar a su nivel óptimo de producción), son usadas como fuentes de producción base.
- Geotérmica: aprovecha el calor almacenado bajo la tierra para producir vapor el cual mueve un generador eléctrico.

- Centrales térmicas convencionales (carbón y petróleo): esta tecnología quema sus combustibles para producir vapor o energía mecánica directa, el cual es turbinado para producir electricidad. Bajo la mira por su gran impacto medioambiental (producción de CO₂, los costos de implementar soluciones a este impacto por ahora son económicamente no rentables.
- Biomasa y Cogeneración: considera la conversión de la biomasa (forestal, agrícola, cultivos energéticos) directamente como combustible para producir vapor para procesos productivos y la generación eléctrica. Es altamente eficiente y maneja una huella de carbono neutra, sin embargo, su uso es estacional. Actualmente se maneja el uso de sus calderas quemando biomasa en período de cosecha y carbón en el resto del año. (párr. 31-36)

1.1.3. Tecnologías no convencionales

Debido a la continua escasez o disminución de recursos primarios de energía, los cambios climáticos imperantes, regulaciones ambientales más fuertes, la volatilidad y altos precios de los combustibles fósiles tradicionales (carbón e hidrocarburos), la seguridad energética de poder depender de fuentes propias o de bajo riesgo en los mercados internacionales (gas licuado) así como una contraparte de avances en la investigación y desarrollo tecnológico se ha tendido a favorecer el uso de tecnologías de generación eléctrica alternativas.

Estas fuentes alternativas se les conocen actualmente como fuentes renovables no convencionales (FRNC).

Para Energía y Sociedad (2016):

Entre las energías no convencionales tenemos:

- Solar (fotovoltaica y termosolar): la primera aprovecha la luz solar en forma directa para convertirla en energía eléctrica mediante el uso de paneles solares. Una de las opciones más prometedoras de generación ya que el costo de sus paneles cae drásticamente año con año con las mejoras tecnológicas en su producción. La termosolar convierte la energía solar en calor del cual se produce vapor, es aún una opción económicamente onerosa de producir energía. Permite el almacenamiento mediante métodos indirectos.
- Eólica: aprovecha el movimiento del aire para mover un generador eléctrico. Por ahora es la tecnología más madura y rentable entre las FRNC.
- Hidrocinética marina, constituida por:
 - Mareomotriz, basada en el ascenso y descenso del agua de mar.
 - Undimotriz la cual aprovecha el movimiento de las olas.
 - Maremotérmica obtenida por el gradiente térmico de la diferencia de temperaturas entre la superficie y las aguas profundas.
 - Potencial osmótico, basado en la diferencia de concentración salina entre el mar y el agua dulce de la desembocadura de los ríos.

- Biomasa: se considera en este apartado la materia orgánica (biomasa vegetal, sobrantes de grasas animales y vegetales) que sea susceptible de transformar en combustibles alternativos.
- Piezoeléctrica: considera la presión ejercida por el movimiento para producir electricidad.

Se considera a su vez entre las FNRNC, la generación con gas natural y las plantas de ciclo combinado. (párr. 45-50)

Complementariamente Cuervo (2015) indica que tanto las FRNC como las FNRNC muestran grandes ventajas medioambientales:

El gas natural presenta ventajas económicas plausibles. Las otras opciones no convencionales (solar fotovoltaica y termosolar, la eólica y la hidrocínética no convencional) aún presentan un panorama de inversiones riesgosas desde el punto de vista financiero por la intermitencia en la disponibilidad de sus recursos y su dependencia de las variaciones climáticas estacionales. (pp. 48-49)

1.1.4. Características de un sistema eléctrico confiable y flexible

Palma *et. al.* (2019) señalan que:

Independientemente de las causas que impulsan el desarrollo de las energías renovables en los sistemas eléctricos, ya sea promovido por directrices políticas o como efecto de la evolución de costos de producción,

se reconoce que el mundo transita hacia una matriz de generación cada vez más renovable.

En esta transición las energías renovables variables (ERV2) tienen un rol cada vez más relevante. Dada la naturaleza variable y con grados de incerteza de su fuente de energía primaria, su inserción en los sistemas eléctricos no está exenta de complejidades. En respuesta, emerge la noción de la flexibilidad de los sistemas eléctricos como un componente esencial en la implementación de esta transición. (p. 77)

La flexibilidad expresa la capacidad de un sistema eléctrico de potencia para mantener un suministro continuo frente a variaciones en la generación o consumo, independientemente de su origen. Corresponde a la capacidad disponible para hacer frente a cambios.

En diversos sistemas en el mundo se reconoce y propicia la incorporación de nuevos recursos para aportar flexibilidad, tales como la respuesta de la demanda, la forma de operar y coordinar los sistemas, reequipamientos de plantas existentes, participación de las renovables variables en los servicios complementarios, generación distribuida despachar, interconexiones de sistemas, almacenamiento, entre múltiples otros. (Palma *et. al.*, 2019, p.10)

A mediano plazo se busca balancear las desviaciones e incertidumbres estacionales, a corto plazo las diarias y horarias, y en tiempo real asegurar la estabilidad, seguridad y calidad del servicio en el sistema. Los aportes a la flexibilidad no se restringen a generación y demanda, sino que también incluyen los restantes componentes del sistema como las redes de transmisión y distribución.

La flexibilidad se enfrenta con otros desafíos del sector como el incremento de la resiliencia de los sistemas y de las comunicaciones, de la mano de avances en telecomunicaciones y dispositivos inteligentes.

Palma *et. al.* (2019) indican que

Para el incremento de la flexibilidad de los distintos países, en consonancia con las directrices de organizaciones internacionales como la International Energy Agency (IEA), las medidas pueden resumirse en el perfeccionamiento y profundización de los mercados competitivos de modo que las señales de precios reflejen la escasez, direccionando comportamientos e inversiones, en todas las escalas de tiempo y segmentos. (p. 77)

A su vez agrega Palma *et. al.* (2019) “los mecanismos encontrados en la experiencia internacional, para fomentar la flexibilidad, son transversales a toda la industria e involucran todos sus segmentos: generación, transmisión, distribución y comercialización” (p. 5). Estos involucran los segmentos: generación, transmisión, distribución y comercialización

Se identifican múltiples espacios de perfeccionamiento que incluyen:

- El diseño y la operación del mercado spot de energía.
- Nuevos servicios complementarios, incluyendo cuestiones relativas a las rigideces del parque térmico.
- La planificación y operación de la transmisión, particularmente su celeridad para adaptarse a cambios o imprevistos.

1.1.5. Migración tecnológica

Actualmente la energía que mayoritariamente impulsa nuestro mundo y economía se basa en los hidrocarburos y el carbón.

El informe de Romero (2006) menciona que las migraciones tecnológicas en el ámbito energético siempre estarán basadas en la posible disponibilidad de una nueva fuente que en principio sea más económica y/o sustentable. En la actualidad en esa sustentabilidad influye poderosamente el ámbito ambiental y los posibles efectos del calentamiento global.

Indica Romero (2006) que:

Mucho se ha especulado en la posibilidad de contar con un régimen tecnológico donde predomine el uso de fuentes de energía limpias, sustentables, económicamente competitivas y que garanticen el progreso industrial y el bienestar social y económico. La pregunta por responder es ¿Cuál será el rumbo a seguir ante un inminente cambio tecnológico que nos conduzca a un sistema energético diferente al del uso intensivo del petróleo?

Actualmente existe todo un debate en cuál será la tecnología que cumpla con los requisitos antes mencionados. Por un lado, se cuenta con las tecnologías relacionadas con las fuentes renovables de energía (FRE) que son un conjunto de tecnologías probadas y técnicamente viables para suplantar al petróleo y el carbón, pero aun manejan cierta desventaja económica. (pp. 10-11)

Dentro de las tecnologías relacionadas con fuentes renovables de energía y candidatas se encuentran:

- Energía solar (módulos fotovoltaicos para generación eléctrica y plantas termo-solares).
- Energía eólica (aerogeneradores).
- Caídas de agua (microturbinas hidroeléctricas).
- Biogás (biodigestores).
- Hidrocinética (mareas y olas).
- Hidrógeno (electrolizadores y celdas de combustible).”.

Por otro lado, Romero (2006) indicando que:

Se encuentran las tecnologías relacionadas con la energía nuclear, las cuales han probado su factibilidad técnica y económica. Aunque es altamente intensiva en capital, aunado a ello, la humanidad relaciona el empleo de la energía nuclear con la guerra y destrucción, a la par de tener presente en la memoria tres accidentes con energía nuclear en la producción de energía, por si fuera poco, los desechos radiactivos siguen siendo un punto de discusión en cuanto a la disposición final.

La percepción manejada a nivel global es que la mayoría de las economías del mundo apostarán a las tecnologías de las FRE. Estas maduran a gran velocidad con lo que están llegando a ser económicamente competitivas por sí mismas, presentan la ventaja de la generación distribuida en algunos casos (generar cerca del sitio de consumo). La diversidad de fuentes disponibles y la sustentabilidad que tanto se ha discutido en las últimas fechas. (pp. 10-11).

1.2. Aerogeneradores

Un aerogenerador es un generador eléctrico que funciona convirtiendo la energía cinética del viento en energía mecánica a través de una hélice, y está a su vez en energía eléctrica gracias a un alternador, donde las palas de un aerogenerador giran entre 13 y 20 revoluciones por minuto, según su tecnología, a una velocidad constante o bien a velocidad variable, donde la velocidad del rotor varía en función de la velocidad del viento para alcanzar una mayor eficiencia.

1.2.1. Descripción

Un molino de viento, para Manwell, McGowan y Rogers (2009) “es una máquina capaz de convertir la energía del viento en energía mecánica rotacional” (p. 2). Su construcción característica la constituye un juego de veletas o aspas que son las que reciben directamente el empuje del viento. Estas se conectan a un buje en donde se transfiere la energía mecánica captada del viento a un eje rotatorio y de allí a la aplicación mecánica que queramos dar.

Continúan expresando Manwell *et. al.* (2009) que “las primeras referencias existentes de molinos de viento datan del siglo IX en Persia. Se considera como un caso particular los Países Bajos en donde durante siglos fue usado en la molienda de granos y el bombeo de agua” (p. 3). La figura 7 presenta un ejemplo de un molino de viento con uso dual (molienda y bombeo) usado hasta el siglo XIX en los Países Bajos.

El uso de los aerogeneradores un punto importante a considerar es que el recurso eólico no es transportable siendo solo convertible en los sitios donde sopla. Es por ello por lo que debe ser producido en su sitio y transportado como

otro tipo de producto o de energía, en el caso eléctrico a los centros de consumo mediante el uso de líneas de transmisión eléctrica.

Actualmente se estudia como una opción a futuro poder convertir esta en hidrógeno con la posibilidad de usarla como fuente de energía alterna. Siguen indicando Manwell *et. al.* (2009) que “a partir del siglo XIX y comienzos del siglo XX nacen los aerogeneradores o turbinas de viento la cual se considera como una máquina que convierte la energía eólica en energía eléctrica” (p. 3).

Una característica de la producción eléctrica con aerogeneradores es que solo pueden generarla en respuesta al recurso que esté disponible en el momento ya que no es posible guardar el viento para el momento en que lo requiramos. Por tanto, su producción es inherentemente fluctuante y no despachar a voluntad. Un sistema que tenga conectadas turbinas eólicas debe de alguna manera tener en cuenta esta variabilidad.

Figura 7. **Molino de viento con uso dual (molienda y bombeo)**



Fuente: Manwell, McGowan y Rogers (2009). *Wind energy explained theory, desing and aplication.*

Para Manwell *et. al.* (2009):

Se debe contemplar en la composición de un aerogenerador:

- Cimentación de obras civiles la cual sirve para anclar la máquina a tierra.
- Torre de montaje la cual varía en altura en función del barrido de rotación de las aspas.
- Góndola, el cual alberga el conjunto mecánico (eje, caja de velocidades, equipos de lubricación, frenos) y el conjunto eléctrico (generador eléctrico, cableados, sistemas de control y mando).
- Aspas, correspondiente a las piezas que reciben directamente el contacto del viento y lo convierten en energía mecánica.
- Buje, como la pieza mecánica en donde se acoplan las aspas, rotando y transmitiendo su potencia mecánica al eje que se acopla a la góndola.

Las turbinas de viento al ser considerados ya como generadores eléctricos están conectados a:

- Algún tipo de red eléctrica las cuales pueden incluir circuitos para cargar baterías (y su uso posterior en alguna aplicación eléctrica).
- Uso residencial (la cual puede ser en forma aislada o conectada en conjunto con la red eléctrica pública).
- En redes de sistemas eléctricos sea en forma de isla o en acoplado en conjunto con otras tecnologías.
- Como parte de grandes redes del servicio público eléctrico.

Esta última aplicación es la que más desarrollo e implementación ha tenido en donde turbinas del orden de 1.5 hasta 5 MW se utilizan en las redes de Europa y Estados Unidos, y más recientemente en China e India, América Latina, África y el resto de los otros países del mundo.

En redes eléctricas grandes, las turbinas eólicas se utilizan generalmente para reducir la carga eléctrica total en un sistema. En conjunto con generadores convencionales permiten guardar o reducir el uso de los combustibles primarios en los sistemas convencionales. (pp.2-3)

1.2.2. Evolución técnica

Manwell *et. al.* (2009) indican que:

Los primeros usos de la energía eólica en aerogeneradores se le atribuyen a Charles Brush en Cleveland, Ohio en 1888. Los primeros avances tecnológicos reales en aerogeneradores fueron realizados entre 1891 y 1918 por Poul La Cour en Dinamarca. Construyó turbinas generadoras de electricidad en el rango de 20 a 35 kW de capacidad. Parte de su innovación fue adaptar la última generación en el diseño de veletas de producción danesa.

Posterior a La Cour las turbinas fueron seguidas por una serie de turbinas fabricadas por Lykkegaard Ltd. y F. L. Smidth & Co antes de la Segunda Guerra Mundial. Estos variaban en tamaño de 30 a 60 kW. Justo después de la guerra, Johannes Juul erigió la turbina Gedser de 200 kW, en el sur este de Dinamarca. (pp. 15-16)

Figura 8. **Turbina danesa Gedser**



Fuente: Manwell, McGowan y Rogers (2009). *Wind energy explained theory, design and application.*

Esta máquina presentó innovaciones considerables para la época, muchas de ellas incorporadas en la actual tecnología de aerogeneradores. Tales como:

- El uso de tres palas como la forma más eficiente de aprovechamiento de la energía eólica.
- El uso de un freno de pérdida aerodinámica para el control de potencia.
- El uso de un generador de inducción (tipo jaula de ardilla) el cual es mucho más simple de conectar a la red que un generador síncrono. Estas innovaciones han sido parte del núcleo de la fuerte presencia danesa en el mercado eólico actual.

Según Manwell *et. al.* (2009) “uno de los pioneros en energía eólica en la década de 1950 fue Ulrich Hütter en Alemania. Su trabajo se centró en la aplicación de principios aerodinámicos modernos al diseño de turbinas eólicas” (p. 16). Si bien todos estos avances técnicos permitían una posible madurez de la industria eólica, los bajos precios y la fácil accesibilidad de los hidrocarburos y el carbón no hacían atractiva la explotación comercial de los aerogeneradores.

Por otra parte, indica Ochoa (2011) que se dio un resurgimiento del desarrollo eólico a finales de los años 1960 vinculado a los problemas medioambientales por efecto del desarrollo industrial.

El crecimiento irrestricto del desarrollo industrial inevitablemente llevaría a un colapso ambiental o a la necesidad de generar cambios. Entre los primeros culpables identificados se tenían a los combustibles fósiles. Estos además fueron protagonistas económicos con el disparo del precio en la crisis del petróleo de 1973 y la dependencia que el mundo tenía del suministro en solo un puñado de naciones productoras.

Complementa Ochoa (2011) por otra parte que “el uso de la energía nuclear como alternativa energética evidenciaba peligros potenciales los cuales se hicieron manifiestos con el desastre de la central nuclear *Three Mile Island* en 1979” (p.20).

La generación eólica comenzó a tener sentido económico y ambiental; Europa fue pionera siendo seguido por Estados Unidos.

Lo anterior, aunado a los desarrollos en I+D auspiciado y soportado por entes gubernamentales en los países desarrollados con potencial eólico (Dinamarca, Alemania, Estados Unidos y más recientemente China e India) han

llevado a turbinas del orden de 6 a 10 MW por máquina. De parques eólicos capaces de predecir con gran acierto la energía que podrán producir en 24 horas desde 5 días previos de anticipación, lo cual permite integrarlos en los mercados eléctricos como una alternativa viable.

1.2.3. Costos

Para Manwell *et. al.* (2009):

La energía eólica no era económicamente competitiva hasta la década de los años 1970 momento en el cual coinciden tres factores que se complementan.

- La apreciación del tema ambiental en el mundo.
- La identificación de los combustibles fósiles como parte fundamental del problema, así como sus crecientes costos de producción y la reacción social contra ellos.
- Los avances en I+D que han permitido que esta energía por sí sola y sin ayudas gubernamentales sea rentable y competitiva versus las energías convencionales. (p. 79)

Manwell *et. al.* (2009) expresan que “la crisis del petróleo a mediados de la década de 1970 hizo que los gobiernos de los países industrializados realizaran esfuerzos en el desarrollo de fuentes de energía alternativas que les garantizaran independencia energética” (p. 17).

La investigación se centró en el desarrollo económico de dos modelos viables:

- El de grandes máquinas (consideradas para ese momento como todo aerogenerador mayor de 100 kW de potencia) que pudiesen eventualmente ser usadas en gran escala en las redes públicas.
- El de pequeñas turbinas eólicas para ser usadas en sistemas aislados (que con los actuales desarrollos tecnológicos se ha demostrado que pueden también ser incorporados a las redes públicas (Smart Grids).

Por otra parte, Roger (2015) en su tesis Ventanas de oportunidad para el desarrollo del sector eólico argentino, expresa que para incentivar la I+D y generar el cambio a energías alternativas renovables se requirió realizar cambios en las políticas regulatorias de los servicios públicos, así como la implementación de incentivos, lo cual permitió tomar en consideración:

- Las energías renovables intermitentes (cuyo aprovechamiento no es continuo, sino que dependen de la intermitencia del recurso primario, como ser el viento o el sol) pudiesen conectarse a las redes eléctricas.
- El costo evitado (que se define como el método que determina el coste para evitar un efecto ambiental que sea perjudicial para las personas o para su entorno). Estos costes defensivos reflejan la cantidad que las personas están dispuestas a pagar (WTP) para eludir estos efectos (contaminación del agua o del aire) por cada kWh que las turbinas generan fuese pagado por la tarifa eléctrica.
- Créditos fiscales a la generación intermitente. Es a partir de estas modificaciones iniciales que la generación eólica comenzó a tener sentido económico.

De igual manera indica Manwell *et. al.* (2009) que como parte de las primeras experiencias en el desarrollo “el gobierno federal y algunos estados otorgaron créditos fiscales por inversión a quienes instalaron turbinas eólicas” (p. 18). La experiencia demostró no ser la mejor alternativa para estimular el desarrollo y despliegue de aerogeneradores productivos. Esta práctica fue abandonada y sustituida por créditos fiscales a la producción de energía con mejores resultados. Esto obliga indirectamente a la eficiencia productiva de energía en los aerogeneradores.

Para mediados de los 1990 la fabricación de turbinas de viento de gran tamaño se consolidó sobre todo en Dinamarca y Alemania, si bien desde principios del siglo XXI han surgido fuertes competidores en China, India y Estados Unidos.

Finalmente, Manwell *et. al.* (2009) indican que:

La alta demanda en la producción de aerogeneradores, los avances tecnológicos que garantizan altos niveles de fiabilidad y rendimiento, así como el aumento de la capacidad de potencia de cada máquina en forma individual ha hecho que el costo de la energía en base al viento sea en muchos sitios tan o más competitiva que las fuentes convencionales incluso sin incentivos. (p. 88)

1.3. Parques de generación eólica y sus impactos económicos

A continuación, se describirán los parques de generación eólica y su impacto económico.

1.3.1. Descripción

La Real Academia Española (2009) define el concepto de parque eólico como:

Instalación de producción de electricidad a partir de energía eólica, constituida por uno o varios aerogeneradores interconectados eléctricamente con líneas propias, que comparten una misma estructura de accesos y control, con medición de energía propia, así como con la obra civil necesaria. (párr. 1)

Según Manwell *et. al.* (2009) “los parques eólicos pueden estar colocados en tierra firme o en el mar los cuales cada uno de ellos tiene sus ventajas” (p. 313).

Los ubicados en tierra tienen usualmente un costo mucho menor de montaje y mantenimiento siendo por ahora los más habituales. Los parques marinos están experimentando un rápido auge en vista que permite colocar aerogeneradores de mayor capacidad, generan un menor impacto socio ambiental y los flujos eólicos tienden a ser más estables, de mayor duración y menores grados de turbulencia lo cual se convierte al final en una mayor producción eléctrica.

El tamaño de un parque eólico está dado por la capacidad de disponibilidad del recurso, la viabilidad económica de construcción y las condiciones del mercado del país en donde se desea instalar (capacidad de la red de absorber energía intermitente, contratos de venta de energía, financiamiento, entre otros). La práctica mundial los sitúa desde capacidades de 10 a 20 MW hasta parques de 100 a 300 MW como una sola unidad económica de explotación.

Considerando lo expuesto por Manwell *et. al.* (2009) que “en los parques eólicos se requiere la más eficiente conversión de energía del viento en energía mecánica útil, un generador ideal debe solo ralentizar el viento que pasa por él hasta 2/3 de su velocidad inicial (Ley de Betz)” (pp. 91-96). Al aplicar esta ley han descubierto que la disposición de tres palas permite un desempeño lo más cercano a lo ideal, una distribución equilibrada de las cargas mecánicas a la par de una menor contaminación acústica. Por ello los modelos tripalas son la norma en la industria eólica.

1.3.2. Evaluación de sitios y principios de diseño

“Los aerogeneradores pueden ser unidades individuales o en grupos, en cualquiera de los dos casos se requiere un trabajo detallado de planificación, coordinación y diseño ya que los errores suelen ser muy costosos” (Manwell *et. al.*, 2009, p. 313).

Se resumen la siguiente lista indicativa:

- El principio general que rige la evaluación de un sitio eólico conlleva maximizar la captura del recurso eólico minimizando las limitaciones que pudiesen surgir.
- La ubicación de un nuevo sitio debe tener en cuenta la existencia de emplazamientos ya existentes en las proximidades. Esto en vista que la integración de parques eólicos produce efectos locales y a gran escala en la operación de las redes eléctricas.

- Las turbinas una vez que el flujo del viento ha pasado por ellas produce turbulencias que requieren la separación entre sí de los aerogeneradores por distancias de:
 - No menores de 5 a 9 diámetros de su rotor en la dirección de los flujos de viento dominantes.
 - No menores de 3 a 5 veces de diámetro de rotor en la dirección perpendicular a dichos vientos.

No respetar este principio conlleva una fatiga acelerada de las máquinas a la vez que afecta la operación de las mismas.

- La ubicación más apropiada de cada turbina será aquella en que se maximicen los ingresos netos fruto del recurso eólico y se minimicen condiciones como el ruido, los impactos visuales, ambientales, de montaje y operativos.

Este proceso puede cubrir un rango muy amplio que incluye la prospección eólica del área geográfica de todo el parque hasta la colocación de cada turbina individual.

Se considera que hay cinco etapas principales que cubren estos requerimientos:

- Identificación primaria de áreas geográficas que requieran un mayor estudio: Se procede a buscar áreas con viento medio a alto partiendo de atlas de recursos eólicos u otros datos públicos de viento disponible. Se preseleccionan el tipo de turbina a utilizar para determinar la velocidad mínima útil de viento disponible.

- Selección de sitios candidatos: Consideraciones topográficas, ecológicas, geológicas, sociales y culturales deben tomarse en cuenta.
- Evaluación preliminar de sitios candidatos: Se consideran en principio los de mayor potencial económico, aceptación pública, seguridad y menor impacto ambiental. Una campaña de medición debe ser complementada en esta etapa.
- Evaluación final del sitio: Para los mejores sitios candidatos se requiere un estudio más detallado que incluya el análisis de la velocidad, direcciones predominantes, cizallamiento y turbulencia del viento.
- *Micrositing*: Consiste en la ubicación ideal de las turbinas, así como su posible producción de energía. Este paso se realiza mediante computadoras que modelan el viento, las iteraciones aerodinámicas entre turbinas que afectan la captura de energía, entre otros. Una campaña de medición que llegue a este nivel requiere entre 3 a 5 años de mediciones.

En la jerga del proceso de concebir un proyecto de energía hasta el punto de evaluación técnico – financiera, los entes que realizan este se les llama desarrolladores. Un desarrollador debe complementaria a la estimación del recurso eólico evaluar los problemas que pueden afectar la idoneidad de un sitio como ser:

- Consideraciones económicas como los costos de derechos de acceso, producción de energía, pérdidas técnicas (eólicas y eléctricas), impuestos, red de transporte, entre otros.

- Topográficos y de accesos, geológicos relacionados con el diseño de la base, resistencia dieléctrica del suelo para protección contra rayos, erosión.
- La adquisición de los derechos sobre la tierra, legalizaciones catastrales, derechos de servidumbre, entre otros.
- Contaminación, migraciones de aves, especies en peligro, impactos visuales y de ruido, distancia de las residencias, público, presencia de áreas cultural, histórica o arqueológicamente importantes. Competencia por el uso del suelo, interferencia con enlaces de microondas y otras comunicaciones, aeronavegación, entre otros. A su vez todos los permisos correlacionados (ambientales, arqueológicos, comunales, aeronavegación, gubernamentales, entre otros).
- Los acuerdos de compra – venta de energía que rijan para dicho sitio en particular.
- El financiamiento y apoyo público.
- La marca y modelo de turbina seleccionada.

1.3.3. Modelos de negocios

Para Mendoza, Tovar y Vera (2015):

La inclusión de las energías renovables en el suministro de energía requiere la transformación de los modelos tradicionales de negocios de las empresas eléctricas, ya que éstas consideran nuevos agentes y formas de participación.

El cambio en los modelos de negocios requiere considerar el equilibrio entre ganancia-planeta-gente, donde la ganancia no sea el principal objetivo; deben incluir a los agentes interesados, lo cual, implica cambiar el modelo de comunicación y toma de decisiones. (p.14)

El modelo de negocio eléctrico con fuentes renovables puede comprenderse desde dos perspectivas por parte de las empresas eléctricas, cuando se trata de proyecto con varios cientos de MW, y desde la perspectiva del consumidor, cuando el proyecto se encuentra en su propiedad o son menores a 1 MW.

Mendoza *et. al.* (2015) indican que

La tecnología eólica actualmente es considerada madura, aunque continuará en proceso de mejora e incremento de potencia, que serán traducidos en la reducción de costos de inversión, operación y mantenimiento. La mejora de la tecnología eólica es determinante en el papel que las empresas y los países asumen en el sector, debido a que representa alrededor del setenta y cinco por ciento de la inversión de un proyecto eólico. (pp. 14-15)

El desarrollo, la mejora y selección tecnológica, el factor de planta y la curva de potencia son trascendentales para el éxito de los proyectos, los niveles de estos factores ya hacen competitiva a la eólica con respecto a las fuentes convencionales.

En el desarrollo de parques eólicos Mendoza *et. al.* (2015) menciona que:

Algunos países han adoptado el modelo asociacionista con los propietarios de la tierra, y otros, solamente de renta de la tierra; esto y la discrepancia en los montos pagados por la renta de la tierra, inciden en la aceptación social de los parques eólicos.

Para los modernos modelos de negocios que involucran la energía eólica, sea desde la óptica de la empresa eléctrica o desde el consumidor, deben compaginarse tanto el desarrollo tecnológico, los aspectos económicos y los impactos socioambientales; debe ser claro que no existe un modelo de negocios generalizado en la industria, cada caso deberá aplicar las mejores prácticas ganar – ganar tanto para el inversor como para el sector social involucrado, así como el entorno en que se opera. (pp. 14-15)

Respecto al crecimiento de la energía eólica se puede mencionar:

La energía eólica continuará creciendo de manera sostenida en las siguientes décadas, debido a que es considerada una fuente libre de emisiones, no utiliza agua o combustibles en su operación, y la reducción de costos, que en algunas zonas del planeta ya la hace competitiva con las fuentes convencionales, se puede considerar que la estructura del sector eléctrico se modificará radicalmente con la inclusión de las tecnologías renovables no convencionales. (Mendoza *et. al.*, 2015 p. 4)

1.3.4. Estímulos económicos a energías limpias

La crisis financiera global del año 2008 y la subsecuente subida de los precios del petróleo, tal como indican Mundaca y Richter (2015), “incrementó la atención a las políticas de crecimiento económico verde, las economías bajas en carbón y la nueva economía verde” (p. 1175).

Explican Mundaca y Richter (2015) “la energía verde fue el objetivo de los paquetes de recuperación en muchos países, China y Corea del Sur pronto se convirtieron en los líderes mundiales en gasto verde” (p. 1175). La crisis financiera condujo a que muchos incluyeran como parte de sus políticas eco ambientales y de desarrollo sostenible, programas de estímulo económico (fiscales, créditos, reembolsos, entre otros).

Esto con el objeto de estimular el crecimiento verde, la creación de empleos y como soporte transicional a una economía descarbonificada.

Estos programas han variado de país a país en base a las condiciones particulares de cada uno de ellos. Países como Alemania y Estados Unidos a la par de limitar su dependencia en los combustibles fósiles y sus cambios fluctuantes en precio, consideraban prioridad estimular la I+D para disponer de patentes que les permitiera expandir sus economías vendiendo a terceros países.

Países como China priorizaron primero la producción de equipos, e instalar dichos equipos en su propio país para generar una demanda interna a la vez que simultáneamente dedicarse a la I+D para así alcanzar a los países pioneros en el desarrollo de tecnologías verdes.

Según Ferreira y García (2013):

En Europa, que con su posición geográfica privilegiada le permite disponer de un recurso eólico inmenso. A partir de no disponer de muchos recursos de combustibles fósiles, procedió a generar una serie de cambios en sus legislaciones las cuales entre otras:

- Bonificar los precios de energía renovable de tal forma que proveyese de una rentabilidad razonable a los parques eólicos (España, Alemania, Dinamarca).
- Invertir en industrias propias de fabricación de aerogeneradores, partes y equipos relacionados.
- Generar facilidades dentro de su sistema financiero que permitiera créditos expeditos y de bajo costo para proyectos eólicos. Facilidades en el marco legislativo para la obtención de los permisos correspondientes. (pp. 35-53)

1.3.5. Desarrollo sostenible

Citando a Kondoh, Hitoshi, Kishita y Schinichi (2014):

Un negocio sostenible se caracteriza por equilibrar entre sus facetas el triple resultado de ganancias, planeta y personas. En un diseño empresarial sostenible, es crucial considerar la interacción entre el negocio central y el entorno externo, estructurado de tal forma que no influya en el beneficio del negocio pero que a su vez incluya las necesarias propuestas de valor ambiental y social. (p. 367)

De igual manera Kondoh *et. al.* (2014) indica que:

Las modernas estrategias de negocios han identificado tres cuestiones clave que deben abordarse para construir un modelo de negocio sostenible:

- La taxonomía de la externalidad.
- La identificación de un modelo adecuado.
- La identificación de la interrelación entre ellos.

La definición de un modelo de desarrollo sostenible requiere considerar el impacto en la cultura, el impacto ambiental, el beneficio económico, así como los criterios técnico-ecológicos del proyecto. (p. 5)

A su vez, en los casos de generación eléctrica en base a energía eólica Garcia (2016) indica que:

A nivel local debe enfatizarse en el desarrollo sostenible tiene un enfoque transversal con la dimensión social, ambiental y económica la cual incluye:

- En lo social:
 - Aceptación Social
 - Consecuencias de la instalación de los aerogeneradores.
 - Por daños a la flora y fauna.
 - Por los cambios paisajísticos.
 - Beneficio Social
 - Compensación socio ambiental.

- Creación de empleo local en la etapa constructiva, operativa.
 - Becas para estudio de los empleos técnicos requeridos.
 - Fondos de desarrollo local para creación de valor.
- Cultural
 - Consideraciones y conservación de actividades tradicionales.
 - Pérdida de identidad.
 - Cambios en los usos y costumbres.
- En lo ambiental
 - Cambios en el comportamiento de la fauna.
 - Muerte por colisión de aves y murciélagos.
 - Construcción de obras para la conservación del medio ambiente.
- En los Beneficios Económicos
 - Participación como asociados por el uso de la tierra con contratos de arrendamiento no especulativos y considerando un ganar – ganar empresa – arrendador.
 - Generación de flujo monetario local derivado de la explotación del recurso eólico. (p. 51)

1.3.6. Reseña histórica parques eólicos de Honduras

Considerando y resumiendo lo indicado por Empresa Nacional de Energía Eléctrica (2016) “la historia del desarrollo eólico en Honduras es de reciente data” (p. 20).

Ozatea (2012) menciona que:

El 1 de octubre del 2008, la Empresa Nacional de Energía Eléctrica firmó con la empresa Energía Eólica de Honduras, S.A. subsidiaria de Globelec Mesoamerica Energy, el Contrato de Suministro de Energía de 20 años 33 por los 102 MW a producir con el Proyecto Eólico Cerro de Hula. (pp. 32-33)

Para el año 2015 entró en operación el parque eólico Vientos de Electrotecnia con 49.5 MW con contrato que vence en el 2035. Posteriormente y en la misma zona entró a operar el proyecto Vientos de San Marcos con 45 MW.

Para el año 2014 el Congreso Nacional aprobó el contrato de Eólica Cololaca con 112.5 MW de potencia, sin embargo, a la fecha dicho proyecto no ha comenzado aún su etapa constructiva.

De igual manera están registrados y aprobados ante el Ministerio de Recursos Naturales los estudios de los siguientes proyectos sin que a la fecha hayan sido aprobados por el congreso y comenzado sus procesos constructivos.

- Parque Eólico Los Tablones con 40 MW.
- Parque Eólico Chinchayote con 5 MW.
- Eólica Trujillo con 100 MW.
- Parque Eólico Güinope con 65 MW.

Para el caso del parque eólico parque eólico Yauyupe San Lucas con 100 MW, este fue aprobado por el congreso el permiso de explotación del recurso eólico y busca tramitar la aprobación de su Contrato de venta de energía.

1.4. Impactos socio ambientales de parques de generación eólica

En los entornos político, social, ambiental y académico se valora positivamente el papel de la energía eólica como contribuyente neto al logro del desarrollo sostenible. Sin embargo, es posible la existencia de costes ambientales y sociales ocultos cuando las empresas del sector operan en zonas con un menor grado de desarrollo socioeconómico. Estos costes no son suficientemente tratados ni revelados en los informes de sostenibilidad de la industria. Se considera que es prioritario analizar esta etapa de la construcción de este tipo de plantas. (Déniz, De la Rosal Leal y Verona, 2012, p. 5)

1.4.1. Problemática en torno a la construcción de parques eólicos

Indica Castillo (2011):

La generación de energía eólica junto con la energía solar ha tomado gran auge como una alternativa efectiva en la reducción de gases de efecto invernadero al reemplazar el uso de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica, por lo tanto, impactando favorablemente en evitar el cambio climático.

A pesar de estos beneficios tangibles en los ecosistemas, no se ha podido evaluar a plenitud todas las ventajas y desventajas que esta pueda producir en los entornos donde se instala, así como su efecto con el tiempo.
(p.1)

Castilla (2011) resalta la importancia de acotar que:

En la construcción de parques eólicos se ha podido evidenciar impactos sociales y ambientales negativos como ser: mortalidad en avifauna, pérdida de biodiversidad, conflictos en los derechos, usos y servidumbres de terrenos en las áreas de producción eólica, contaminación visual y auditiva, degradación de ecosistemas, entre otros. (pp. 3-5)

A su vez se ha podido constatar el manejo de medidas de mitigación positivas las cuales continúan en proceso de evaluación.

Puede considerarse que uno de los problemas principales de acuerdo con lo expresado por Mora (2016) es el “abordaje inicial, sin sesgos y altamente éticos que debe primar en los estudios de impacto socio ambiental dados la incertidumbre, los riesgos y la complejidad en los problemas y soluciones que deben ser acometidos y evaluados” (p. 158).

Para Castillo (2001):

Es relevante apuntar que en muchos países del área latinoamericana no existe una ley de energía eólica que regule puntualmente su impacto socio ambiental. Esto dificulta la elaboración y aplicación de medidas de mitigación, y, por ende, repercute en la solución de los impactos negativos.

Ante esto, los estudios de impacto ambiental sugieren apegarse a diferentes reglamentos y leyes generales en materia de conservación y prevención de contaminación del medio ambiente, sin embargo, no se han reglamentado mecanismos de verificación del cumplimiento de las leyes. (p.11)

Avanzar en el campo de la profilaxis, verificación y control en el campo de la mitigación ambiental ya que es inaplazable promover el uso de energías renovables para combatir el cambio climático y promover esquemas de justicia social y ambiental.

1.4.2. Conflictos Sociales

En la realización de proyectos de energías renovables uno de los problemas encontrados en el ámbito social es la dificultad de establecer procedimientos universales racionales que puedan ser aplicados para todo y para todo.

Cada proyecto debe resolver conflictos que se plantean entre las partes interesadas en la etapa de implantación del proyecto, en donde deben ser tomadas en cuenta las condiciones particulares del lugar o entornos relacionados.

Considerando lo planteado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2011):

En la planificación de los proyectos eólicos se debe tener en cuenta al menos abarcar los siguientes tópicos que resuelvan, eviten o mitiguen la siguiente problemática:

- La armonización de los intereses y expectativas de las comunidades y los participantes (entiéndase tanto las personas directamente beneficiadas con el arrendamiento de sus terrenos (asociados), como los vecinos comunitarios).

- Concientización de la población sobre los beneficios, importancia del proyecto, los posibles problemas a presentarse y la forma en que se resolverán, la información fidedigna y verdadera es el mejor escudo ante las suspicacias de las personas involucradas.
- Participación de los asociados y las comunidades en los beneficios obtenidos.
- Establecimiento de mecanismos de resolución de puntos conflictivos que deban resolverse.
- Definición y legalización de los predios a arrendarse para evitar conflictos legales y patrimoniales.
- Establecimiento de contratos de arrendamiento, documentos de compromisos comunitarios y otros justos y claros que eviten ambigüedades y posteriores fuentes de conflictos. (pp. 11-12)

La participación de la sociedad civil en los procesos locales de planificación y permisos puede facilitar la selección de los proyectos de energía renovable más pertinentes para la sociedad, mitigando posibles conflictos que pudiesen surgir.

1.4.3. Afectación en medio físico y biológico

Según Regueiro Ferreira (2011):

Los elementos susceptibles de sufrir impactos físicos y biológicos locales comprenden:

- Medio Inerte
 - Geología y geomorfología: En la fase de construcción se producen generalmente las mayores alteraciones sobre el medio físico debido a la realización de excavaciones, la edificación y la creación de accesos, los movimientos de tierra que producen la emisión de polvo y partículas volátiles, así como el vertido de residuos.

En los casos de existencia de vestigios arqueológicos estos pueden verse removidos y destruidos.

- La restauración posterior de las superficies afectadas, así como un plan de salvamento arqueológico es requerido.
 - Hidrología superficial: La construcción de las edificaciones requerirá grandes cantidades de agua lo cual debe ser tomado en cuenta para no afectar los medios bióticos y humanos. De existir fuentes superficiales de agua se debe considerar su conservación o restitución.
 - Calidad del aire y clima: Aunque es parte de estudio en el proceso preoperativo, al momento no se ha podido demostrar que las turbulencias del viento una vez que pasan por los aerogeneradores ocasionen variaciones apreciables en estos factores.
- Medio biótico: Flora y fauna.

- Alteración de la vegetación por la apertura de accesos y líneas de transmisión eléctrica.
- La tala de árboles es la práctica más común y extensiva de esta fase del proyecto.
- Resiembra de las especies eliminadas, así como plantas y arbustos en las zonas peladas y erosionadas que se crearán es requerida.
- En relación con la fauna se considera que las mayores afectaciones se producen sobre las aves y quirópteros (murciélagos).

Si bien la práctica ha demostrado que la colisión de estos con los aerogeneradores no es habitual, superficies planas para el posado de las aves (en especial especies migratorias) deben ser implementadas.

No se han encontrado afectaciones que no puedan ser mitigables sobre el resto de las especies terrestres y aéreas (mamíferos, reptiles, batracios, aves e insectos).

- Medio perceptual:
 - Unidades de paisaje. Se considera como afectación mayoritariamente al entorno antropomórfico. (pp. 6-8)

1.4.4. Afectación Antropomórfica

Los estudios de Castillo (2011) sobre la problemática en torno a la construcción de parques eólicos han determinado que existen diversos impactos sobre los seres humanos los cuales no suelen ser abordados adecuadamente en relación con los parques eólicos.

La mayoría de los parques existentes en el mundo son de construcción reciente por lo que hay carencia de estudios basados como un análisis después del hecho.

En los estudios de impacto ambiental generalmente se indica que al final de la construcción de un parque se realizarán procesos de limpieza y manejo de desechos. Se considera que algunos desechos pueden ser reciclados y otros se manejaran en almacenes, cementerios industriales o en rellenos sanitarios. (Castillo, 2011, p. 8)

El problema actual es que no hay planes integrales o estudios que indiquen que pasará con los residuos peligrosos o no peligrosos en un largo plazo. Para Castillo (2011) “para evitar los daños a la salud y el medio ambiente se debe considerar el desmantelamiento y disposición de la chatarra una vez concluida su vida útil (usualmente de 20 a 25 años)” (p. 10).

De igual manera muchos de los propietarios que han arrendado sus tierras están considerando la posibilidad de que pasará con sus tierras posteriormente. ¿Podrán ser aptas de nuevo para las actividades agrícolas tradicionales? ¿Se renovará o repotenciará el parque eólico y si es así el proceso de desmantelamiento anterior no dañará sus tierras aledañas?

Los aerogeneradores producen ruido mecánico (los equipamientos existentes en la góndola) y aerodinámico (sus palas).

Para Castillo (2011):

Se estima que los niveles de ruido de los aerogeneradores no representan un peligro para la salud de las personas y de los organismos que habitan cerca de los parques eólicos, no existen informes que analicen si el ruido de los aerogeneradores ha generado molestias, en particular estrés o deterioro en la calidad del sueño, así como la intensidad del ruido en comparación con otras fuentes de ruido en los alrededores. (p. 9)

Por otro lado, Castillo (2011) mencionó que “el movimiento de las aspas de los aerogeneradores en condiciones soleadas produce sombras en movimiento sobre el terreno. Esto resulta en cambios en la intensidad de la luz, este fenómeno se conoce como parpadeo de la sombra (*shadow flicker*)” (p.11).

Además, el *flicker* puede llegar a ser una distracción para los conductores e incluso causar accidentes automovilísticos.

Por otra parte, expresa Castillo (2011):

Si bien se ha descartado que la frecuencia del parpadeo de la sombra de un aerogenerador, del orden de entre 0.6-1.0 Hz, represente un problema de salud ya que sólo las frecuencias por encima de 10 Hz pueden provocar ataques epilépticos, se requieren estudios ambientales de larga duración.

La intensidad del parpadeo es dependiente a varias circunstancias las cuales menciona, “la ubicación de las personas en relación con el

aerogenerador, la velocidad y dirección del viento, la variación diurna de la luz del sol, la latitud geográfica del lugar y la topografía. (p.11)

Todos los aspectos anteriores solo han sido simulados y no han sido adecuadamente estudiados. Otro impacto es el riesgo por desbocamiento o incendio del aerogenerador, con el eventual desprendimiento de sus palas las cuales pueden impactar con gente en tránsito por el lugar.

1.4.5. Matriz de Leopold

Se usa como una herramienta de evaluación en entornos ambientales y socioeconómicos que permite generar una valoración cualitativa a partir de datos cuantitativos obtenidos en el campo.

La matriz de Leopold se entiende como:

Un método cualitativo de evaluación de impacto ambiental creado en 1971. Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. El sistema consiste en una matriz de información donde las columnas representan varias actividades que se hacen durante el proyecto y en las filas se representan varios factores ambientales que son considerados. Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores, uno indica la magnitud (de -10 a +10) y el segundo la importancia (de 1 a 10) del impacto de la actividad respecto a cada factor ambiental.

Las medidas de magnitud e importancia tienden a estar relacionadas, pero no necesariamente están directamente correlacionadas. La magnitud puede ser medida en términos de cantidad: área afectada de suelo, volumen de agua contaminada, entre otros. Por ejemplo, el caso de una

corriente de agua que erosiona una gran cantidad de suelo. En este caso, el impacto tiene una magnitud significativa, pero la importancia que tenga respecto al medio ambiente puede ser baja, ya que es una pequeña parte del suelo. (Leopold, Clarke, Hanshaw y Balsley, 1971, pp. 1-19)

1.5. Mercado eléctrico hondureño

A continuación, se describirá el mercado eléctrico hondureño desde sus inicios hasta la actualidad.

1.5.1. Reseña Histórica

De base a las reseñas oficiales indicadas por el gobierno de la República de Honduras, para ENEE (2015) se tiene que:

Los primeros antecedentes registrados de iniciativas de desarrollo de la energía eléctrica en Honduras datan de 1892, al implantar el servicio de alumbrado eléctrico en las ciudades gemelas de Tegucigalpa y Comayagüela. En 1894 se concesionó la empresa de Luz Eléctrica y Fuerza Motriz, en 1897, se creó la empresa de Luz Eléctrica. En 1899 se fundó la empresa de Agua y Luz, producto de la fusión de la junta de Agua y Luz Eléctrica.

El 20 de febrero de 1957, mediante el Decreto 48, fue creada la ENEE para operar bajo la figura de organismo autónomo responsable de la producción, comercialización, transmisión y distribución de energía eléctrica en el país.

La Ley Constitutiva de la ENEE estipulaba desde aquella época la posibilidad de la participación privada en algunas actividades del sector eléctrico y permitía la integración vertical de ENEE. La ENEE fue la encargada de desarrollar la construcción del complejo hidroeléctrico Cañaverál/Río Lindo, iniciando en 1960 y terminando en 1978. Adicionalmente se construyeron líneas de transmisión de 138 kV a San Pedro Sula y a Tegucigalpa. (pp. 2-80)

Espinasa, Balza, Hiestrosa y Sucre (2013) indica que:

Para la década de 1980 a 1990 la ENEE logra un crecimiento de 313 % con respecto a la década anterior al incorporar las centrales hidroeléctricas de El Nispero en 1982 y la represa Francisco Morazán conocida como El Cajón, en 1985, que aún es la central más grande del país con 300 MW de capacidad instalada.

En noviembre de 1986, el poder legislativo publicó la Ley General de Administración Pública que restó autonomía operativa a las empresas públicas, entre ellas ENEE, al obligarlas a pedir aprobación del Congreso Nacional para sus planes operativos anuales, su presupuesto y modificaciones de tarifas. Estas provisiones harían que la ENEE no tuviera la flexibilidad financiera necesaria para una administración eficiente. Adicionalmente, se crea la Secretaría de Comunicaciones, Obras Públicas y Transporte (Secopt) con injerencia sobre el subsector eléctrico por su responsabilidad en la administración de los procesos de licitaciones y la designación de algunas autoridades. (pp. 53-57)

Por su parte Barahona (2018) subraya que para la década de 1990 al 2000 se produjo el proceso de expansión de las redes de distribución rural, así como de urbanización del país.

De igual manera indica Flores (2018) en esa década:

A raíz de la crisis energética de 1994, se aprobó la Ley Marco del Subsector Eléctrico que regulaba la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica. Esta permitió la participación de la empresa privada en el mercado eléctrico nacional. Por ese mismo Decreto se creó la CNEE. (p. 17)

Para el período del año 2000 al 2016 Barahona (2018) señala que:

El sector estatal contaba con el 21.5 % de la capacidad instalada para la generación de electricidad (18.7 % hidroeléctrica y 2.8 % termoeléctrica) y el sector privado, constituido por 77 empresas, con el 78.5 % de la capacidad instalada. Ambos sectores generaban electricidad a partir de energía termoeléctrica (36.5 %), hidroeléctrica (10.7 %), biomasa (7.1 %), fotovoltaica (16.7 %) y eólica (7.5 %). La capacidad instalada de generación eléctrica con energía renovable es del 60.7 %, mientras que la termoeléctrica es del 39.3 %; dos plantas carboeléctricas representan el 1.17 % del total de dicha capacidad instalada; en ese período se manifiesta la abstinencia de la ENEE de invertir en nueva generación.

Al inicio, la empresa privada invirtió exclusivamente en la generación termoeléctrica por su menor costo, menor riesgo y tiempo de instalación... Sin embargo, en base al efecto del Decreto 70-2007 o Ley de Incentivos a la Generación Eléctrica con Energía Renovable, que permitió un fuerte

crecimiento en la generación eléctrica con bagazo de caña, hidroeléctrica y eólica, y del Decreto 138-2013, que incentivó la instalación de centrales fotovoltaicas.

La Ley General de la Industria Eléctrica (Decreto 404-2013), mediante la que se deroga la Ley Marco del Subsector Eléctrico, tiene como objetivo regular: i) Las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio de la República de Honduras. ii) La importación y exportación de energía eléctrica, en forma complementaria a lo establecido en los tratados internacionales sobre la materia celebrados por el Gobierno de la República. iii) La operación del sistema eléctrico nacional, incluyendo su relación con los sistemas eléctricos de los países vecinos, así como con el sistema y el mercado eléctricos regional centroamericano. (pp. 18-19)

1.5.2. Organización

Para Barahona, (2018) en el Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Honduras describe la actual organización vigente en el mercado eléctrico hondureño en donde:

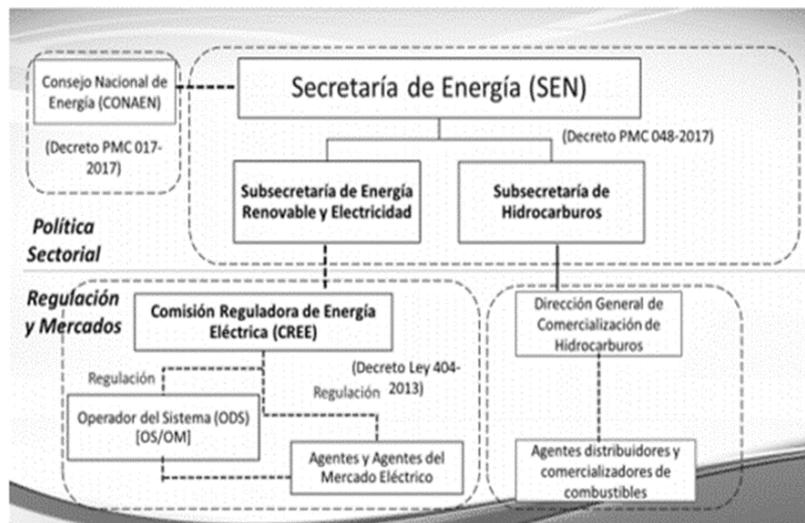
Mediante el Decreto PCM-048-2017 del 7 de agosto de 2017 se creó la Secretaría de Estado en el Despacho de Energía (SEN), adscrita al Gabinete Sectorial de Desarrollo Económico. Se suprimió la Dirección General de Energía (DGE) de la ahora Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (MiAmbiente) y se reformó la designación de la Subsecretaría de Energía de MiAmbiente a Subsecretaría de Recursos Naturales.

El SEN cuenta con la Subsecretaría de Energía Renovable y Electricidad y con la Subsecretaría de Hidrocarburos y es el ente rector de

todo el sector energético nacional y de la integración energética regional e internacional. El SEN también tendrá entre sus funciones la formulación, planificación, coordinación, ejecución, seguimiento y evaluación de las estrategias y políticas del sector energético hondureño. (pp. 19-20)

En la figura 9 se observa la nueva estructura organizacional del sector energético de Honduras.

Figura 9. **Estructura organizacional del sector energético hondureño**



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2018). *Informe general de monitoreo de la eficiencia energética de Honduras.*

1.5.3. Contratos de energía PPA (*Power Purchase Agreement*)

La evolución de la industria eléctrica generó nuevas modalidades en la compra y venta de la energía, manejando la electricidad como un *commodity* y rigiéndose por reglas de mercado.

Una de las modalidades de compraventa de bloques de energía generó la creación de los contratos PPA los cuales define como “un acuerdo de compra de energía (PPA) se refiere a un acuerdo de suministro de electricidad a largo plazo entre dos partes, generalmente entre un productor de energía y un cliente (un consumidor o comerciante de electricidad)” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2001, p. 4).

El PPA define las condiciones del acuerdo, como la cantidad de electricidad que se suministrará, los precios negociados, la contabilidad y las sanciones por incumplimiento. Dado que es un acuerdo bilateral, un PPA puede tomar muchas formas y generalmente se adapta a la aplicación específica. La electricidad se puede suministrar físicamente o en una hoja de balance.

Los PPA se pueden usar para reducir los riesgos de precio de mercado, por lo que los grandes consumidores de electricidad los implementan con frecuencia para ayudar a reducir los costos de inversión asociados con la planificación u operación de plantas de energía renovable.

Los PPA tienen la ventaja de dar a la banca crediticia la garantía de que el estado se constituirá en el garante de pago de los préstamos al comprar la energía producida por las plantas de generación. Expresa CEPAL (2001) que “en algunos países, los acuerdos de compra de energía ya se están utilizando para

financiar la construcción (costos de inversión) y la operación (costos de operación) de plantas de energía renovable” (p. 70).

Los acuerdos representan una oportunidad alternativa para expandir las energías renovables a áreas donde los políticos dudan en impulsar la expansión de las energías renovables (y los subsidios).

Se acuerdo con CEPAL (2001):

Dichos contratos de PPA manejan ventajas y desventajas implícitas las cuales se describen de la siguiente manera.

- Ventajas de los acuerdos de compra de energía.

Incluyen la seguridad de precios a largo plazo, oportunidades para financiar inversiones en nuevas capacidades de generación de energía o la reducción de riesgos asociados con las ventas y compras de electricidad

Además, puede ocurrir un suministro físico específico de electricidad con ciertas características regionales y garantías de origen. Los clientes pueden aprovechar esta oportunidad para hacer que su marca sea más sostenible y ecológica.

El diseño abierto del contrato también crea un gran margen de maniobra para reflejar las preferencias de los operadores de plantas individuales y los consumidores de electricidad. Esto también se aplica a los precios: los PPA pueden firmarse a precios fijos o pueden permitir una mayor participación en los riesgos y oportunidades del mercado.

- **Desventajas de los PPA**

Son contratos complejos y a menudo requieren mucho tiempo y negociación antes de la conclusión. La naturaleza a largo plazo de los PPA puede ser una desventaja en el caso de que la evolución de los precios termine siendo negativa para una de las partes. Además, la producción de electricidad en sí misma, especialmente de energía eólica y fotovoltaica, puede fluctuar.

Si las cantidades de electricidad, acordadas con suficiente antelación, no están disponibles en el momento de la entrega, el operador de la planta debe proporcionar una compensación financiera o física, o subcontratar a un tercero, como un comerciante de electricidad.

La mayoría de los contratos de PPA manejan un plazo de 15 años, sin embargo, en Honduras se dan PPA con períodos de 20 a 25 años. (pp. 19-80)

1.6. Marco legal

A continuación, se desarrolla el marco legal del subsector eléctrico de Honduras.

1.6.1. Ley Marco del Subsector eléctrico año 1994, aclaraciones y reformas

El primer marco legal del subsector eléctrico de Honduras nace con la creación de la empresa Nacional de Energía Eléctrica, la cual fue creada por la Junta Militar de Gobierno mediante el Decreto 48 del 27 de febrero de 1957.

Según ENEE (2015) de acuerdo con el artículo 1 del decreto, nace como un “Organismo autónomo, de servicio al público, con personería jurídica, patrimonio propio y de duración indefinida” (p. 4). De acuerdo con el artículo 3 se le faculta y responsabiliza del desarrollo y construcción de facilidades de electrificación, al llevar a cabo la ejecución de proyectos relacionados con la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Para el año 1994 se dan reformas estructurales en el sector eléctrico. Con ello se busca dinamizar y permitir la inversión privada en el subsector eléctrico. El Congreso de la República de Honduras crea el Decreto 158-1994, Ley Marco del Subsector Eléctrico cuya parte medular indica:

La presente ley tiene como objetivo esencial regular las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica que tengan lugar en el territorio nacional y se aplicará a todas las personas naturales y jurídicas y entes públicos, privados o mixtos, que participen en cualquiera de las actividades mencionadas. (Decreto 158-1994, 1994, p. 3)

Dentro de los planes de desarrollo social del país vigentes a finales de la década de los años 90's se contempló la expansión de las redes eléctricas en las zonas urbanas y rurales que no contaban con el servicio eléctrico. En el año 1998 se creó el Fondo Social de Desarrollo Eléctrico (FOSODE) así como el mecanismo de financiamiento para dicha proyección, lo cual requirió la modificación del Decreto 158-1994 mediante el Decreto 89-1998.

La Ley Marco del Subsector Eléctrico de igual manera contempla que “todas las variaciones en los precios internacionales de los combustibles fósiles que impactaran en los contratos de compra de energía por parte de la ENEE fuesen

trasladadas en forma automática a todos los clientes de la estatal” (Acuerdo 1562-2011, 2011, p. 1).

Para el primer lustro de la década del año 2000 el aumento en los precios de los hidrocarburos significó fuertes alzas al precio final de la energía eléctrica en vista que Honduras escogió en los años 90’s basar la mayoría de su matriz energética en plantas que operan con combustibles fósiles. Esta alza en la energía generó un descontento a nivel social que buscó paliarse mediante una interpretación al Decreto 158-1998 a través del Decreto 136-2005. En él se planteó “no transferir en forma total los costos de estos incrementos a los clientes de la ENEE” (Decreto 136-2005, 2005, p. 1).

1.6.2. Ley Generación Energías Renovables

Para el período de 1980 al 2000 en Honduras OLADE (2013) indicó que era manifiesto:

Un desfase entre la demanda de energía eléctrica y la oferta de generación dando origen a una grave crisis de racionamiento en donde el Estado de Honduras optó, como alternativa para resolver el problema, la apertura a la inversión privada en el segmento de generación mediante la selección de plantas diésel, con costos bajos de inversión y períodos de construcción cortos, objetivo que se alcanzó otorgando un conjunto de incentivos que resultaron perversos para la economía. (p. 289)

Barahona (2018) en su Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Honduras indica que:

Honduras fue el segundo país centroamericano en contar con una ley de incentivos a la energía renovable, misma que fue elaborada en 1998. Los incentivos más usados para promover la generación eléctrica con energía renovable han sido los incentivos fiscales y la exoneración de impuestos a las importaciones, al impuesto sobre la renta, al impuesto sobre ventas y los impuestos vecinales. En Honduras, los generadores con energía renovable también tienen despacho preferencial y precios de compra de energía sobrevalorados por parte de la (ENEE), ya que no se consideró el costo de producción o el precio de mercado.

Como medida remedial ante las alzas de los combustibles fósiles experimentadas en la década del año 2,000 en adelante y motivado por la gran dependencia que el país realizó en la generación con hidrocarburos, se estimó de interés público aprovechar los recursos energéticos nacionales como medida sustitutiva a los combustibles fósiles importados buscando con ello por un lado mejorar la balanza de pagos a la vez que evitar la fuga de divisas, para ello se procuró incentivar la producción de energía en base a recursos renovables. (p. 20)

Honduras aprobó en el Congreso Nacional la Ley de Incentivos a la Generación Eléctrica con Energía Renovable (Decreto 70-2007), esto con el fin de impulsar el desarrollo de proyectos con energía renovable, especialmente la cogeneración con biomasa, hidroelectricidad y energía eólica. El Decreto 70-2007 estipulaba la promoción a la generación de energía eléctrica con recursos renovables. A la vez que persiguió facilitar la obtención de los permisos, autorizaciones ambientales necesarias, contratos de operación, contratos de suministro de energía eléctrica y contratos de aguas.

El Decreto 70-2007 (2007) incluyó:

Incentivos fiscales como la exoneración de pago de impuestos al valor agregado relacionado con todas las compras de equipos de producción eléctrica, de todas las tasas o aranceles de importación, exoneración del pago del impuesto sobre la renta por un período de 10 años, exoneración de pagos de impuestos durante el proceso de los estudios, desarrollo y otros requeridos. (p. 3)

Dicho decreto obligaba a la estatal ENEE a comprar toda la energía renovable que fuese producida por los productores nacionales.

Adicionalmente como un incentivo complementario para los proyectos de generación renovable el ejecutivo promulgó el Acuerdo 1562-2011. Para todos los proyectos de generación de energía eléctrica igual o menor a los tres mil kW, licencia el proceso de obtención de la licencia de operación, sus derechos y obligaciones, sanciones y caducidad de la misma.

De igual manera Barahona (2018) indica que “en 2013, mediante el Decreto 138-2013 que reformó el Decreto 70-2007, se otorgaron grandes incentivos a la energía solar fotovoltaica” (p. 20).

1.6.3. Ley Marco del Subsector eléctrico año 2013 y reformas subsecuentes

Para comienzos de la década de los años 2010 era manifiesto que la ley eléctrica hondureña no llenaba las expectativas que la industria requirió. El sector eléctrico había caído en una crisis severa de impago, desfase tecnológico y organizacional, con un mercado distorsionado de la realidad mundial.

Por ello el estado de Honduras realizó una nueva reforma en el año 2014 derogando el Decreto 158-1994, Ley marco del subsector eléctrico. La sustituye por el Decreto 404-2013, Ley general de la industria eléctrica la cual reza:

La presente Ley tiene por objeto regular las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad, la importación y exportación de energía eléctrica, y la operación del sistema eléctrico nacional, incluyendo su relación con los sistemas eléctricos de los países vecinos, así como con el sistema y el mercado eléctricos regional centroamericano el cual revoca el Decreto 158-1994. (Decreto 404-2013, 2014, pp. 2-4)

Para poder agilizar los procesos de cambios necesarios se integraron varias reformas cruciales mencionadas en el documento de medidas para la reestructuración de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica que incluyen:

- Crea el Comité de Conducción de la Reforma del Subsector Eléctrico. Encargado de coordinar la implementación de los objetivos y disposiciones establecidas en la LGIE.
- Medidas para la reestructuración de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). Por razón de la crítica situación financiera que actualmente atraviesa la ENEE.
- Declara emergencia en el sector eléctrico y adopta medidas para la estabilización financiera de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica.

- Procedimiento para la nominación de las personas que integran la Junta Nominadora de Selección de los Candidatos para la Integración de la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE).
- Designa a la Secretaría de Estado en los Despachos de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (Mi Ambiente) como la autoridad superior del Subsector Eléctrico.
- Crea el Consejo Nacional de Energía. Órgano de articulación estratégica y coordinación intersectorial sobre asuntos energéticos o actividades conexas en el país, mediante la definición de políticas, normas y estrategias en materia de energía. El Consejo de Energía está compuesto por el Comité Directivo y la Secretaría Técnica del Consejo.
- Crea la Secretaría de Estado en el Despacho de Energía (SEN). Institución Rectora del sector energético nacional y de la integración energética regional e internacional.

Para la ejecución de los decretos anteriores se requirió la creación de reglamentos relacionados los cuales incluyen:

- Reglamento de la Ley general de la industria eléctrica. Desarrollar y reglamentar las disposiciones de la (LGIE).

Reglamento de compras de capacidad firme y energía. Define el proceso para desarrollar las licitaciones públicas internacionales competitivas que las empresas distribuidoras deberán seguir, para la contratación de capacidad firme y energía.

El reglamento de operación del sistema y administración del mercado mayorista. Establece las normas y procedimientos para la operación del Sistema Interconectado Nacional de Honduras y para la administración del mercado eléctrico nacional de Honduras.

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Enfoque metodológico

La investigación realizada requirió distintos puntos de acercamiento, describiéndose estos a continuación:

Su naturaleza fue no experimental ya que las variables económicas, sociales ambientales y sociopolíticas fueron analizadas en su estado original sin ninguna manipulación. A su vez se realizó un manejo transeccional o transversal ya que los datos se obtuvieron en un tiempo único.

Su alcance fue descriptivo porque se definieron las características de los fenómenos y aspectos bajo estudio sin centrarse en las razones por las que se produjeron estos; a su vez fue tanto documental como de campo pues se apoyó en fuentes documentales e información obtenida en el campo.

Se realizó como una investigación aplicada pues con ella se buscó resolver problemas prácticos.

Se manejó un enfoque mixto ya que midió en qué grado una cierta cualidad se encontraba en un cierto acontecimiento dado (cuantitativa), a su vez que se presentaron cualidades ante algunos de los acontecimientos medidos (cualitativa).

2.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis correspondió a las zonas del área de influencia del proyecto parque eólico Yauyupe San Lucas Sociedad Anónima (PEYSSA) en los municipios de San Lucas y Yauyupe en el departamento de El Paraíso, así como del municipio de Maraita departamento de Francisco Morazán debido a que el derrotero de la línea de transmisión del proyecto cruza ese municipio, todo lo anterior en Honduras. Para el análisis se dividió en subpoblaciones dadas por el área social (personas) y ambiental (medios bióticos y físicos), de las cuales se extrajeron tanto muestras de forma aleatoria estratificada como la cuantificación del total estudiado de una subpoblación dada. Estas subpoblaciones corresponden a las localizadas en San Lucas centro y las aldeas de Junacatales, La Montaña (la aldea como división política se subdivide entre los municipios de San Lucas y Yauyupe, sin embargo, como entorno socioeconómico – ambiental se considera como un solo cuerpo) y El Barrero.

El proceso de análisis de los sitios estudiados demostró que para tener una representación más detallada de los entornos estudiados era necesario pormenorizar información relevante complementaria.

A su vez para caracterizar las variables indicadas se definió:

- Sitios de estudio M.A.I.P. = municipios área de influencia del proyecto (visualizado por municipio).
- Variación o Cambio de la variable en un periodo determinado, con respecto a un valor inicial.
 - C.B.A. (cambio base ambiental).

- C.B.E. (cambio base económica).

2.3. Descripción de las Variables

Se describirán las variables que se utilizaron en el desarrollo de la investigación.

2.3.1. Variables legales, sociales y políticas que impactan en la realización del proyecto eólico Yauyupe San Lucas

En la tabla I, se describen las variables legales, sociales y políticas que impactan en la realización del proyecto eólico Yauyupe San Lucas.

Tabla I. **Variables legales, sociales y políticas**

Variable	Descripción	Definición operacional	Hallazgos
Estatus de proyectos de producción de energía eléctrica en base a energías renovables periodo 2012-2019	Fue una variable numérica continua y observable con un nivel de medición de razón se utilizó el porcentaje como unidad de medida, se compuso a base de una división de números de proyectos aprobados y no aprobados por año.	Estadísticas nacionales de: Asociación Hondureña de Productores de Energías Renovables; ENEE, los indicadores fueron: (Proyecto no aprobado, proceso, no aprobado) / universo.	Se encontró que la información suministrada por la Asociación Hondureña de Productores de Energías Renovables (AHPER) era la única base confiable en vista que la Empresa Nacional De Energía Eléctrica (ENEE) no da seguimiento adecuado a esta información.

Continuación tabla I.

Variable	Descripción	Definición operacional	Hallazgos
Energía eléctrica producida en base a tecnologías de energía renovable producida en Honduras (2012 - 2018)	Fue una variable de tipología numérica, continua y observable, con un nivel de medición de razón. Se utilizó el Gwh/año como unidad de medida.	Estadísticas nacionales de la Asociación Hondureña de Productores de Energías Renovables; ENEE. Se utilizó la cantidad de producto fabricado como indicador.	La diferencia de los contratos modelo de compra y suministro de energía establecida con los diferentes proveedores que fue la información base que la ENEE suministró impidió homologar la producción año a año, obligando a considerar un valor promedio de energía producida con base en los contratos.
Reducción huella de carbono en base a la producción de energía eléctrica mediante tecnologías de energía renovable en Honduras (2012 – 2018)	Fue una variable de carácter numérica continua, observable y con un nivel de medición de razón, se utilizó TON, CO2 (Equiv/año) como unidad de medida.	Estadísticas nacionales de: Asociación Hondureña de Productores de Energías Renovables; modelamiento numérico cálculo huella carbono, utilizando la sostenibilidad como indicador.	Se notó la presencia de un sesgo en la información de la energía previamente descrita, el cual se reflejó en el cálculo de esta variable

Continuación tabla I.

Variable	Descripción	Definición operacional	Hallazgos
Contratos de arrendamiento	Variable de tipo numérica continua, manipulable, con un nivel de medición de razón, utilizando el porcentaje como unidad de medida. Las dimensiones fueron el número de arrendamientos (Suscrito, Proceso, No Suscrito) /año.	Fue una medición de campo utilizando el Arrendamientos suscrito, Proceso, No Suscrito) / universo como indicadores.	
Presencia institucional y seguridad	Variable de tipo numérica discreta, observable, con un nivel de medición de razón, utilizando el N° de admisiones como unidad de medida.	Se tomaron estadísticas del INE, la presencia de las instituciones en la zona se utilizó como indicador.	Estos aspectos no considerados preliminarmente en el estudio fueron abordados para complementar la radiografía del desarrollo municipal y ambiente social de las poblaciones en general.

Continuación tabla I.

Variable	Descripción	Definición operacional	Hallazgos
Aceptación Social del proyecto M.A.I.P	Variable de tipología numérica, continua y observable. Con un nivel de medición de razón, utilizando el porcentaje como unidad de medida. Las dimensiones en consideración fueron: poco, medianamente, bastante, completamente.	Medición de campo. Los indicadores fueron: cuantificación en estratos de la aceptación del proyecto/número de habitantes.	Esta se basó en datos obtenidos inicialmente por la empresa PEYSSA en el 2016 y se tenía considerada una medición de campo actualizada al 2020 que permitiese comparar diferencias entre ambas fechas. Por razones de la pandemia del Covid – 19, la medición del 2020 tuvo que ser reducida a una encuesta – entrevista libre con una muestra de 15 personas dadas las dificultades de desplazamiento en Honduras a la vez que el temor de los habitantes de la zona a atender la visita de campo.

Continuación tabla I.

Variable	Descripción	Definición operacional	Hallazgos
Potencial Eólico área de explotación	Variable de tipo numérica, continua, observable, con un nivel de medición de razón, utilizando GWh/año como unidad de medida, de dimensión única	Medición de campo, con un indicador de stock.	Se obtuvo la data esperada de generación con base a 5 años de medición eólica.
Proceso Legal de suscripción del Power Purchase Agreement (PPA) entre PEYSSA - ENEE	Variable de tipo numérica, continua, observable, con un nivel de medición de razón, utilizando el número de Aprobación/Rechazo como unidad de medida, de dimensión única.	Se reunieron datos de la empresa ENEE y el congreso de la República, se utilizó como indicador los contratos realizados.	Esta variable fue agregada al estudio dado que la aprobación del contrato de compra - venta de energía tomó un curso de acción cuyo proceso requirió per se un análisis particular dado la influencia que este tendrá en el proyecto por sí mismo, así como en futuros proyectos de energía en el país

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Variables de impactos económicos, sociales y ambientales que se proyectarán al implementarse el proyecto de generación eléctrica en base a energía renovable Yauyupe San Lucas.

A continuación, se detallan las variables de impactos económicos, sociales y ambientales que se proyectaran al implementarse el proyecto.

Tabla II. **Variables de impacto económico**

Variable	Descripción	Definición operacional	Hallazgos
Nivel Socioeconómico M.A.I.P	Variable de clasificación numérica continua, observable, con un nivel de medición de razón, utilizando el porcentaje como unidad de medida, se tomaron en cuenta las dimensiones de: Extrema pobreza, clase media y rica.	Datos adquiridos de las estadísticas nacionales, el indicador fue la clasificación ingreso de la gente/número de habitantes.	Si bien inicialmente se concibió cuantificar solo niveles de pobreza directa de los habitantes de la zona, se consideró que esta variable podía ser subdivida presentando más indicadores claves que presentan un panorama más detallado los cuales fueron agregados al poderse disponer de fuentes confiables de data adquirida tanto por censos disponibles como levantamientos de campo realizados.

Continuación tabla II.

Variable	Descripción	Definición operacional	Hallazgos
Beneficios económicos M.A.I.P. (C.B.E.)	Variable de tipo numérica continua, manipulable, con un nivel de medición de razón, utilizando el US\$/ habitante, comunidad como unidad de medida. La dimensión depende de las series de datos, y sus propiedades.	Definición operacional: Modelamiento numérico de mejora económica (de habitantes y/o comunidades) /total de habitantes de cada zona de influencia. Como indicador se tomó en cuenta el beneficio/ costo.	Esta subdivisión incluyó: Infraestructura vial, agua potable. Alcantarillados, manejo de desechos sólidos, vivienda, energía eléctrica, comunicaciones telefónicas, uso y tenencia de la tierra, agricultura y ganadería, comercio.

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Variables de impacto Sociopolítico de los proyectos de energía eléctrica renovable en el caso del parque eólico Yauyupe San Lucas

En la tabla III, se detallan las variables de impacto sociopolítico que se generan al implementar los proyectos de parques eólicos.

Tabla III. **Variables de impacto sociopolítico**

Variable	Descripción	Definición operacional	Hallazgos
Composición población	Variable de tipo numérica continua, observable, con un nivel de medición de razón, utilizando el porcentaje como unidad de medida. Las dimensiones abarcadas fueron, población urbana y población rural.	En las estadísticas nacionales se tomó como indicador el número de habitantes (urbano rural).	Esta variable no había sido previamente considerada, sin embargo, se agregó en vista de que da un panorama más exacto de la composición geográfica poblacional de los habitantes de los municipios considerados.

Continuación tabla III.

Variable	Descripción	Definición operacional	Hallazgos
Género M.A.I.P.	Variable de tipo numérica continua, observable, con un nivel de medición de razón, utilizando el porcentaje como unidad de medida. Dimensiones: Masculino, femenino.	Información recopilada de las estadísticas nacionales. El indicador era el género/número habitantes.	
Edad M.A.I.P	Variable de carácter numérico, discreta, observable, con un nivel de medición de intervalo, utilizando años como unidad de medida. Dimensión única.	Datos recopilados de estadísticas nacionales. Tomando como indicador los segmentos de población/ número de habitantes.	

Continuación tabla III.

Variable	Descripción	Definición operacional	Hallazgos.
Escolaridad M.A.I.P.	Variable de tipo numérica, continua, observable, con un nivel de medición de razón, utilizando el porcentaje como unidad de medida. Dimensiones: primaria, secundaria, técnico, universidad.	Se tomaron datos de las estadísticas nacionales, los indicadores fueron el nivel escolaridad/ número habitantes.	Inicialmente se consideró obtener datos solo de la sección de censos y estadísticas nacionales, sin embargo, fue posible conseguir información de la Dirección Municipal de Educación de San Lucas. Por situaciones de ubicación geográfica y desarrollo municipal la gente del municipio de Yauyupe que está en la zona de influencia estudia en los centros educativos de San Lucas por lo que solo esta data se consideró relevante, a la vez que no maneja.

Continuación tabla III.

Variable	Descripción	Definición operacional	Hallazgos
			La Dirección de Educación una forma de diferenciar los alumnos que son de Yauyupe. La obtención de data complementaria permitió subdividir la investigación en los siguientes aspectos: Infraestructura y Matrícula por sexo y nivel educativo.
Patrimonio cultural	Variable de tipo numérica, continua, observable, con un nivel de medición de razón, adimensional de dimensión única	Medición de Campo, tomando de indicador el turismo y el balance cultural.	Esta variable fue seleccionada al considerar los impactos que este tipo de proyectos causa en entornos sociales endémicos.

Continuación tabla III.

Variable	Descripción	Definición operacional	Hallazgos
Beneficios Sociales M.A.I.P.	Variable de tipo numérica, continua, manipulable, con un nivel de medición de razón, utilizando el monto proyecto US\$/ (habitante, comunidad) como unidad de medida las dimensiones dependen de las series de datos, y sus propiedades.	Modelamiento numérico de mejora social (de habitantes y/o comunidades) /total de habitantes de cada zona de influencia. Los indicadores fueron los beneficios / costos.	
Beneficios ambientales M.A.I.P. (C.B.A.)	Variable de carácter numérica continua, manipulable, con un nivel de medición de razón, utilizando el porcentaje como unidad de medida, las dimensiones dependen de las series de datos, y sus propiedades	Modelamiento numérico de mejora de la (flora y especies de fauna) /total de la flora	

Fuente: elaboración propia.

2.3.4. Variables de impacto ambiental de los proyectos de energía eléctrica renovable en el caso del parque eólico Yauyupe San Lucas

En la tabla IV, se detallan las variables de impacto ambiental de los proyectos de energía eólica.

Tabla IV. **Variables de impacto ambiental**

Variable	Descripción	Definición operacional	Hallazgos
Cuantificación daño Flora M.A.I.P.	Variable de tipo numérica continua, observable, con un nivel de medición de razón, utilizando el porcentaje como unidad de medida. Las dimensiones dependen de las series de datos, y sus propiedades.	Medición de campo, los indicadores fueron el área de flora afectar más la definición de locación de aerogeneradores/ total del área con flora.	
Cuantificación daño fauna M.A.I.P.	Variable de tipología numérica continua, observable, con un nivel de medición de razón, utilizando el porcentaje como unidad de medida las dimensiones estaban sujetas de las series de datos, y sus propiedades.	Medición de campo, el indicador fue la cuantificación de cada una de las especies a afectar más la definición de locación de los aerogeneradores/ total de la especie medida.	
Fuentes de agua M.A.I.P.	Variable de tipo numérica discreta, observable, con un nivel de medición de razón, y de carácter adimensional.	Medición de campo tomando como referencia el indicador balance hídrico.	Se obtuvo el levantamiento de las fuentes principales de agua existentes.

Fuente: elaboración propia.

Respecto a las variables de cuantificación daño flora M.A.I.P. y cuantificación daño fauna M.A.I.P. definidas, se obtuvo el total de daño a la flora y fauna, así como sus mitigaciones para el área de influencia del proyecto eólico. Con relación a la línea de transmisión, el Operador Del Sistema (ODS) cambió completamente la trayectoria de dicha línea, para la cual debió conseguirse el total de las nuevas tierras afectadas durante el 2020 y que permitiese cuantificar ambas variables, proceso que se paró por causa del COVID-19.

2.4. Fases del estudio

- Fase 1: Revisión documental

Se consultaron fuentes de información relacionadas con las energías renovables, en específico de la industria de generación eólica disponible en: libros, artículos científicos, leyes, regulaciones, tesis de maestría y postgrado, y estudios correspondientes en otros países.

- Fase 2: Recolección de datos

Se procedió a recolectar los datos correspondientes, la cual se levantó mediante:

- Análisis de contenido cuantitativo.
- Análisis de contenido cualitativo.
- Encuesta - entrevista libre (proceso que se realizó indirectamente por los problemas suscitados como corolario de la pandemia de Covid-19 en la etapa final de recolección de datos).
- Fichaje.
- Observación directa.

- Observación indirecta (documental, entre otras).
- Observación no participante.
- Observación estructurada.
- Observación no Estructurada.
- Observación campo.
- Observación individual.
- Observación equipo.
- Observación no científica.

Se aplicó las técnicas antes descritas según correspondió a los diferentes tópicos bajo análisis para identificar, cuantificar y describir los factores económicos, legales, sociales, ambientales y políticos que afectan los proyectos de energía renovable en Honduras, la generación mediante energías renovables de tipo eólico y en específico la realización del proyecto eólico Yauyupe San Lucas.

- Fase 3: Organización de la información y análisis de resultados

En esta etapa se operacionalizó, estructuró e integró la data recolectada para crear nueva data, con la cual se generó un árbol de correlaciones espaciales y temporales que permitió determinar los factores económicos, legales, sociales, ambientales y políticos dados en el proyecto eólico Yauyupe San Lucas.

- Fase 4: Especificación de Impactos

Se definió para los factores económicos, legales, sociales, ambientales y políticos bajo análisis del proyecto eólico Yauyupe San Lucas los impactos encontrados, los cuales se fueron cuantificados y resumidos.

- Fase 5: Resolución de Obstáculos y acciones implementadas

Se plantearon propuestas de solución o mejoras para los obstáculos económicos, legales, sociales, ambientales y políticos que afectan el proyecto eólico Yauyupe San Lucas. Se cuantificaron las ventajas y/o beneficios que se detectaron en dichas propuestas de mejora, así como el costo-beneficio de dichas soluciones.

2.5. Técnicas de análisis de información

Se trabajó las siguientes etapas en el proceso de recolección de información:

- Diseñar o adaptar un instrumento válido y confiable de recolección de información.
- Definir una estrategia de recolección de la información.
- Determinar la población informante, diseño de la muestra.
- Realizar el trabajo de campo: aplicación del instrumento de recolección de información.
- Validación y crítica de la información recolectada.
- Codificación y sistematización de los datos.
- Análisis e interpretación de la información.

Por otro lado, se utilizó la matriz de Leopold para manejar la data ambiental, para obtener una data más completa.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el siguiente apartado se muestran los datos cuantitativos y cualitativos, tomados mediante fuentes bibliográficas y en campo. Dado lo extenso de los datos a presentar, esta sección resumirá la información la cual puede ser accedida en las secciones de apéndices y anexos.

3.1. Factores económicos, legales, sociales y políticos que afectan la realización del proyecto eólico Yauyupe San Lucas

A continuación, se describirán los factores económicos, legales, sociales y políticos que intervinieron en la realización del proyecto eólico Yauyupe San Lucas.

3.1.1. Descripción relevante de las comunidades en el área de influencia del proyecto eólico PEYSSA

En la tabla V, se puede observar la caracterización de las comunidades del área del proyecto, donde el número de población y viviendas es limitado. Se evidencia que hay una escasez de servicios públicos.

Tabla V. **Datos de las comunidades en el área de influencia del proyecto**

Servicios Públicos	Junacatal	El Barrero	La montaña
Vivencia y población	121	46	93
Casas Deshabitadas	23 a 25	0	8
Población aprox.	800	180	250
Infraestructura Vial			
Calle de Acceso	En malas condiciones	En malas condiciones	En malas condiciones
Transporte	No hay	No hay	No hay
Viviendas			
Techo	Teja	Teja (la mayoría) o lámina	Teja o lámina
Pared	Adobe	Adobe	Adobe
Piso	Tierra	Cemento (20 % tierra)	Cemento (20 % tierra)
Agua			
Potable	No	No	No
Entubada	Si	Si	No
Viviendas con agua	95 % tienen agua	30 casos con agua, los demás traen agua de pozos o de vecinos	Ninguna

Continuación tabla V.

Energía Eléctrica			
Donde no hay energía eléctrica	No hay en toda la comunidad	No hay, hay 2 casas con paneles solares, comprada por los propietarios	No hay, hay 9 plantas solares
Proyecto de energía eléctrica	Está en gestión	No hay	No hay

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Estatus proyectos de producción de energía eléctrica en base a energías renovables período 2012-2019; Energía eléctrica producida por plantas eléctricas en Honduras a diciembre de 2019; Reducción de carbono en base a la producción de energía eléctrica mediante tecnologías de energía renovable en Honduras (2012- 2018)

Con soporte en la información proveniente de la ENEE y AHPER se presenta el estatus del parque de generación eléctrica de Honduras actual, el total estimado de energía producida en MWh en Honduras para el período del año 2019 y con base a los factores de reducción o emisión de la huella de carbono aplicable a cada tecnología de generación eléctrica existente, las toneladas de CO₂ equivalentes atrapadas por las tecnologías renovables, así como la emisión de CO₂ por parte de la generación térmica en Honduras. Dicho cuadro presenta en negrita el CO₂ atrapado, así como en negativos las emisiones producidas.

Tabla VI. **Capacidad instalada, energía eléctrica en operación a diciembre 2019, CO₂/MWh atrapado**

No.	Matriz de generación de energía en operación a diciembre 2019	Planta en operación	Capacidad en MW	Porcentaje total capacidad instalada	Energía producida	Porcentaje total energía producida	Toneladas de CO ₂ /Mwh	Porcentaje total CO ₂ /Mwh retenido
1	Hidroeléctrica Pública	6	516.7	19.83 %	2,773,005.60	24.34 %	1,163,691.80	11.17 %
2	Térmica Publica	3	53	2.03 %	25,300.00	0.22 %	-19,161.00	-0.28%
3	Térmica Privada	16	829.3	31.83 %	4,699,314.10	41.25 %	-3,622,732.72	-53.26%
4	Hidroeléctrica Privada	37	293.67	11.27 %	1,342,732.62	11.79 %	563,477.74	8.28 %
5	Eólica	3	241.5	9.27 %	804,731.13	7.06 %	532,732.01	7.83 %
6	Solar	19	493.4	18.94 %	933,591.74	8.19 %	756,209.31	11.12 %
7	Biomasa	14	143.05	5.49 %	598,797.56	5.26 %	0	0.00%
8	Geotérmica	1	35	1.34 %	214,840.50	1.89 %	143,513.45	2.11 %
Total		99	2,605.63	100.00%	11,392,313.25	100%	-482,269.40	-7.09%

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Generación de energía eléctrica en operación**

Matriz de generación de energía eléctrica en operación	P. en operación	Capacidad en MW	%	Producción en MWh	%	Toneladas de CO ₂ /Mwh	%	Estatus de CO ₂ /Mwh
Renovable	80	1,723.33	66.14	6,667,699.15	58.53	3,159,624.32	46.45	Evitadas
No Renovable	19	8882.3	33.86	4,724,614.10	41.47	-3,641,893.72	53.55	Producidas

Fuente: elaboración propia.

Dentro de ello cabe mencionar:

- Casi la totalidad de los parques solares está concentrada en dos zonas específicas de dos departamentos contiguos del sur de Honduras (Choluteca y Valle), este punto, aunque no es directamente relacionado con el análisis eólico genera un indicativo de posibles problemas con esta energía variable al haber condiciones atmosféricas adversas y su impacto en el despacho y la operación de la red.
- El 42 % está en una sola ubicación física al sur del país en el departamento de Valle.
- Proyecciones a futuro de ingreso de nuevos proyectos.

En la tabla VIII, se puede observar los proyectos que fueron incorporados en el quinquenio 2015-2019 correspondiente a los proyectos aprobados por el Congreso Nacional en el cual han sido incluidas todas las tecnologías existentes.

Tabla VIII. **Proyectos incorporados en el quinquenio 2015 – 2019**

Proyección anual puesta en operación comercial, proyectos de generación eléctrica	Capacidad en MW	Porcentaje
Año 2015	493.94	20 %
Año 2016	209.98	8 %
Año 2017	78.79	3 %
Año 2018	162.82	7 %
Año 2019	338.75	14 %
Indefinido	1205.09	48 %

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Contratos de arrendamiento M.A.I.P

Para las áreas de ejecución del proyecto se tiene que este está compuesto de 113 predios involucrados, de los cuales ha logrado negociar con los dueños el 100 % de las parcelas de tierra involucradas, sin embargo a la fecha de finales de 2019 se habían logrado concretar el proceso de legalización predial de 49 predios correspondiente a un 43 % del total, los lotes faltantes no se han procesado aún por estar los títulos en proceso de registro, proceso de adjudicación de herencia o de traslado de propiedad. En estos procesos de legalización son cubiertos sus gastos por el desarrollador en favor de los propietarios.

En el apartado apéndice se hace una explicación más exhaustiva y descriptiva de los resultados de esta variable.

3.1.4. Presencia institucional y seguridad

En la tabla IX, se detallan las organizaciones comunitarias presentes en el municipio de San Lucas.

Tabla IX. **Organizaciones comunitarias de base por aldeas, municipio de San Lucas**

Organizaciones comunitarias de base por aldeas, municipio de San Lucas						
¿Qué organizaciones comunitarias hay?	La Montaña		El Barrero		Junacatal	
	Funciona	Participan Mujeres	Funciona	Participan Mujeres	Funciona	Participan Mujeres
OCB						
Patronato	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Junta de agua	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Continuación tabla IX.

Sociedad de padres y madres de familia	Sí	Sí, todas son mujeres pero el presidente es hombre	Sí	Sí, todas son mujeres pero el presidente es hombre	Sí	Sí
Junta de AHPROCAFE	Sí					
ANACAFE y AHPROCAFE				Sí		
Caja rural	Sí	Sí	Sí	Sí		
Cooperativa		Sí				Sí
Red comunitaria de salud	Sí	Guardián de salud	Sí	Partera pero no esta capacitada, guardián de salud		No
Iglesias			Sí, 2 evangélicas			

Fuente: elaboración propia.

En el apartado de anexos podemos observar una explicación más detallada sobre la presencia de las instituciones y sus funciones.

3.1.5. Aceptación social

- Percepción comunitaria sobre el proyecto

En la tabla X, se pueden observar los procesos de socialización del proyecto y sus explicaciones se hicieron inicialmente en el año 2014, en la cual PEYSSA realizó reuniones para socializar el proyecto eólico cubriendo un período del 2014 al 2018, contándose con bastante participación comunitaria de mujeres y hombres con deseos de conocer más sobre el proyecto y de aclarar dudas. Se presenta cuadro participativo correspondiente.

Tabla X. **Eventos de socialización del proyecto**

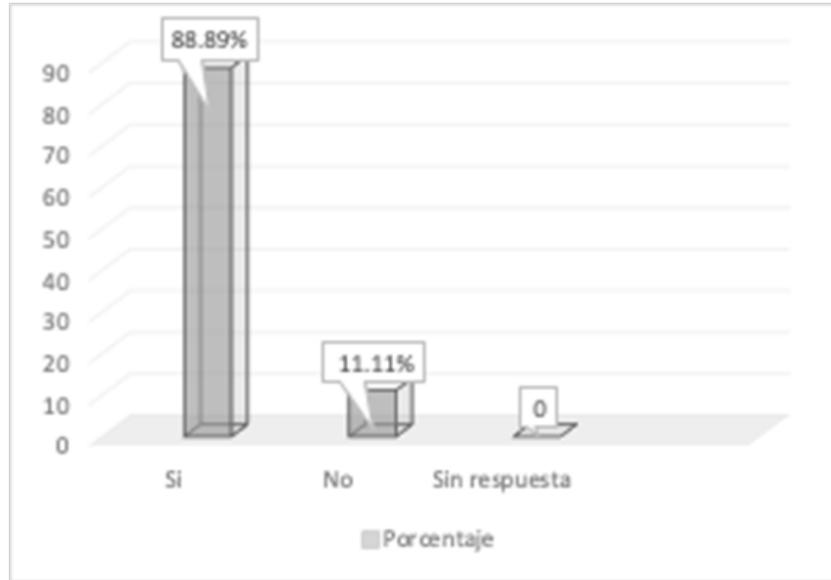
Fecha	Lugar	Evento	Asistencia
03 de marzo 2014	Salón Municipal, Alcaldía de San Lucas	Cabildo Abierto Proyecto Eólico Yauyupe-San Lucas	144
15 de marzo de 2014	Centro Comunitario Manzaragua, Gtinope	Taller de Socialización del PEYSSA.	Listado quedó en poder de la Alcaldía
22 de marzo 2014	Escuela Vicente Briceño, El Barrero.	Taller de Socialización del PEYSSA.	29
22 de marzo 2014	Centro Comunitario, aldea Junacatal	Taller de Socialización del PEYSSA.	74
03 de mayo 2014	Escuela Rural Mixta Roberto Suazo Córdoba, aldea La Montaña	Taller de Socialización del PEYSSA.	27

Fuente: elaboración propia.

Como seguimiento a la percepción que a agosto de 2020 se tiene del proyecto, se realizó una encuesta – entrevista con una muestra de 18 personas la cual, si bien es muy reducida, esto se dio por los serios inconvenientes generados por la pandemia de COVID-19 tanto para acceder a los sitios de trabajo como la posibilidad de entrevistar a la gente de los lugares, esta arroja los siguientes resultados.

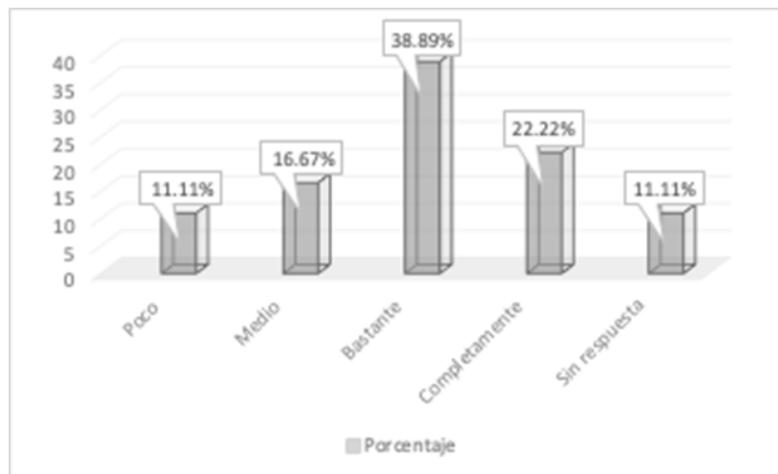
Cabe destacar que los datos fueron obtenidos mediante tablas de frecuencia dichas tablas se encuentran en los apéndices 12, 13 y 14.

Figura 10. **Sabe de la existencia del proyecto**



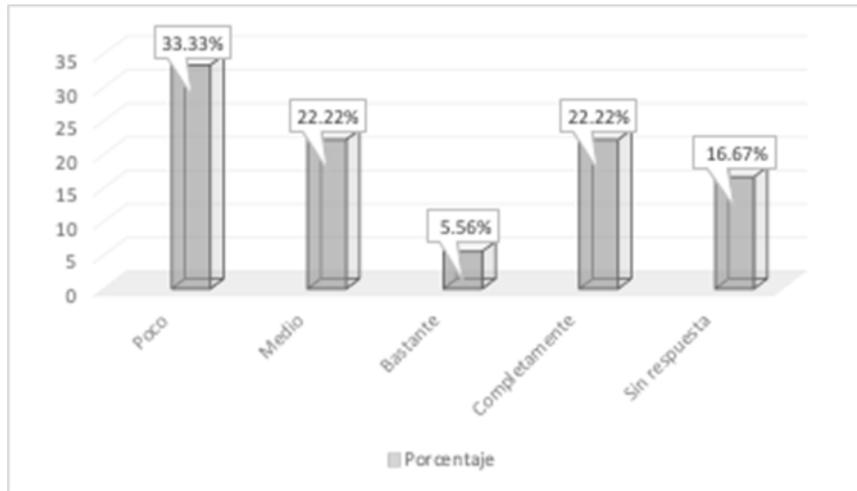
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Percepción de beneficios a la comunidad**



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Percepción de beneficios individuales**



Fuente: elaboración propia.

En el apartado de apéndices se puede observar más detalladamente las inquietudes que presentó la población, además se hace evidencia de la muestra obtenida.

3.1.6. **Potencial eólico área de explotación**

Los cálculos realizados se basan en datos de viento obtenidos mediante mediciones en el sitio del polígono. Los datos fueron cortados a años completos para evitar efectos estacionales. Para la estimación del rendimiento energético, los datos del viento fueron correlacionados a largo término mediante el análisis de data por medio de ERA5 (proporcionados por EMD, programa propietario de ENERCOM).

El parque eólico PEYSSA está planeado en un terreno de alta complejidad, está ubicado en un terreno montañoso, en las proximidades de las turbinas se pueden encontrar pendientes pronunciadas que influyen en el caudal del viento del sitio. La vegetación que rodea al parque eólico está formada por bosques interrumpidos por campos abiertos.

Se presentan a continuación los datos correspondientes a los elementos generales usados en la medición, así como los datos producto de las mediciones en el complejo del parque.

- Alturas de medición del viento (20, 40, 60 y 80 metros).
- Equipos usados NRG System los cuales incluyen:
 - Anemómetros.
 - Barómetros.
 - Veletas de medición de flujo horizontal.
 - Veletas de medición de flujo vertical.
 - Medidor de humedad relativa.
 - Medidor de temperatura.
 - Equipo de recopilación de datos (medidas diez minútales) y transmisión (diaria mediante conexión telefónica celular al centro de recopilación de NRG System quién genera un resumen mensual de acceso diario, así como certificado de autenticidad y no manipulación de la data).
- Se usaron 4 torres de medición para el modelaje en el polígono.
- Se midió el potencial eólico por 4.8 años (ver cuadros de detalle en apéndice 15).

- Velocidad promedio anual del viento 10.3 m/s.
- Densidad del aire entre 0.997 a 1.007 (kg/m³).
- Horas totales de producción estimadas 5,027 horas/año.
- Factor de capacidad 57.4 %, factor a P50 del 54.9 % (ver cuadros de detalle en apéndice 15).
- Vientos predominantes, este y oeste – noroeste - este.

Se calculó un parque de 100 MW de capacidad con los siguientes datos resultantes:

- Turbina modelada 20 x E-147 EP5 E2 5.0MW
- Producción de energía 489.112 GWh/año, con un P50 de 480.618 GWh/año.
- Extrapolación a P95 de 362.036 GWh/año.
- Costo total de inversión (TIC) de US\$ 115 M; para una proyección de 20 años de operación del proyecto (PPA), una TIR del accionista mayor al 25 %, una TIR del proyecto mayor al 15 %, un período de retorno de la inversión de 10 años y una razón de cobertura de servicio de la deuda de 1.8 %.

3.1.7. Proceso Legal de suscripción del *Power Purchase Agreement* (PPA) entre PEYSSA- ENEE.

La suscripción del PPA del parque eólico Yauyupe San Lucas con la ENEE comenzó en el año 2014 y se obtuvo su aprobación en agosto de 2019. Pendiente su suscripción y envío al Congreso de la República.

En el apéndice 2 se puede observar el esquema cronológico del proceso y los pasos legales para la obtención del PPA de PEYSSA.

3.2. Impactos económicos, sociales y ambientales que se darían al implementarse el proyecto de generación eléctrica en base a energía renovable Yauyupe San Lucas.

En este apartado se mencionan los resultados obtenidos de las variables de impacto económico, la cual se integra de las siguientes: nivel socioeconómico M.A.I.P y beneficios económicos M.A.I.P. (C.B.E.). Para los casos que corresponden, los resultados obtenidos y conclusiones concernientes son producto del análisis efectuado con la metodología de Leopold la cual permite ya dar una valoración de la importancia per se, como se indica en la sección anexos.

3.2.1. Nivel socioeconómico M.A.I.P

En esta sección describiremos las actividades que en forma tradicional y previo a las medidas de mitigación propuestas y en desarrollo por el parque se evidenciaron como soporte económico de la comunidad.

Tabla XI. **Actividad económica**

Actividades Económicas					
Áreas de Influencia	extracción de resina (familias)	Siembra de maíz (manzanas)	Siembra de frijoles (manzanas)	Siembra de café (manzanas)	negocios comerciales (talleres, panaderías, diversión, otros)
San Lucas					69
Junacatal	21	100	30	120	8
La Montañita	1	20	3	50	9
El Barrero	2	50	20	20	20

Fuente: elaboración propia.

En relación a las actividades económicas de explotación del bosque y el uso socioeconómico junto a la siembra de granos se hace referencia en los anexos número 1 y 2. En conjunto para la explicación de actividades económicas se puede apreciar en el apéndice número 3 y 4 las actividades comerciales.

Respecto al índice de desarrollo humano (IDH) se maneja en base al propuesto por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), que determina la media aritmética de los índices normalizados de la expectativa de vida, el nivel de conocimiento y el poder económico para satisfacer sus necesidades.

Con base a la información estadística disponible se presenta en la tabla XII esta demuestra el índice para los municipios de influencia.

Tabla XII. **Variable del IDH, municipios del área de influencia 2009**

Variables Del IDH, Municipios del Área de Influencia. 2009						
Departamento/ Municipio	Esperanza de vida al Nacer años/1	tasa de alfabetismo en adultos (% de 15 años o más)	Escolaridad (% de 7 años y mas)	Ingreso estimado per capita anual (\$S)	IDH 2009	IDH 2002
El Paraíso					0.648	0.592
Yauyupe	70.51	82.02	43.10	1,959.85	0.638	0.620
San Lucas	70.03	64.07	31.49	1,525.51	0.566	0.540
Francisco Morazán						
Maraita	71.04	75.17	37.89	2,120.88	0.626	0.602

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas Honduras (2010) *IDH Honduras estimación 2009*.

El IDH de El Paraíso es de 0.648, ocupando el doceavo lugar dentro de los 18 departamentos del país. Francisco Morazán tiene un IDH de 0.763 y ocupa el primer lugar a nivel nacional. Lo anterior se explica porque la capital de la República se encuentra en ese departamento.

3.2.2. Beneficios económicos M.A.I.P. (C.B.E.)

El informe de estudio de impacto ambiental PEYSSA presenta las siguientes matrices resumen (con base a la matriz de Leopold realizada con impacto económico).

Tabla XIII. **Impacto socioeconómico**

Impacto			
Medio	Sector	Valor de importancia	Nivel Importancia
socioeconómico	generación de empleo	42	Moderado
socioeconómico	incremento en la demanda de bienes y servicios	26	Moderado
socioeconómico	estimulo a la economía nacional	45	Moderado

Fuente: elaboración propia.

En los apartados de apéndices 5, 6 y 7 se pueden ver los beneficios por generación de empleo, beneficios por incremento de demanda de bienes y servicios, finalmente el impacto a la economía local y nacional.

3.2.3. Impacto Sociopolítico de los proyectos de energía eléctrica renovable en Honduras: El caso del parque eólico Yauyupe San Lucas

En esta sección de los resultados se exponen los resultados de las variables de impacto sociopolítico.

- Composición Poblacional

Con base al censo del Instituto Nacional de Estadísticas, se presenta la tabla XIV.

Tabla XIV. **Composición poblacional**

Áreas de Influencia	Población Áreas de Influencia				Edad (años)			
	Hombres	Porcentaje	Mujeres	Porcentaje	0 a 14	15 a 49	50 a 64	65 y mas
San Lucas	1176	50.87%	1136	49.13%	754	1139	238	181
Junacatal	245	54.81%	202	45.19%	153	205	41	49
La Montañita	217	49.32%	223	50.68%	146	222	41	29
Surule	115	55.83%	91	44.17%	74	104	15	12

Fuente: elaboración propia.

En los anexos 3, 4 y 5 se describe los elementos de la composición poblacional como el género y la edad

- **Escolaridad**

La variable escolaridad sus resultados se obtuvieron mediante tres consideraciones; infraestructura, matrícula por sexo y nivel educativo los cuales se pueden consultar en los anexos. Se presenta acá resumen de la infraestructura y matrícula por nivel educativo.

- **Infraestructura**

En relación con la variable infraestructura se puede observar los datos recopilados en la tabla XV.

Tabla XV. **Infraestructura Escolar**

Departamento/ Municipio/ Comunidades	Educación Pre Básica			Básica		Media
	Jardín de Niños	Jardines PROHECO	CCEPREB	Escuela Primaria	CEB	
<u>El Paraiso</u>	258 (100%)		573 (100%)	1,012 (100%)		51 (100%)
San Lucas	9		8	23		2
San Lucas Centro	1			1		2
Junacatal		1		1		
Barrero		1		1		
La Montaña			1	1		
Yauyupe	3		0	6	1	0

Fuente: Dirección Departamental de Educación (2010). *Educación del paraíso*.

○ **Matrícula**

Se presenta la distribución por sexo y nivel educativo para las áreas de influencia. Cabe aclarar que la población correspondiente de Yauyupe (La Montaña) recibe su educación en los niveles preescolar y primaria en San Lucas La Montaña o Montañita por razones de accesibilidad pedestre y vial.

Tabla XVI. **Matrícula**

Escolaridad	Preescolar	Primaria	Secundaria	Educación Comercial	Bachillerato
San Lucas	41	170	101	75	17
Junacatal	14	49	N.E.	N.E.	N.E.
Barrero	9	25	N.E.	N.E.	N.E.
La Montañita	5	36	N.E.	N.E.	N.E.
N.E.= No Existe					

Fuente: elaboración propia.

En los anexos 6,7,8 y 9 se presenta el ingreso de estudiantes en nivel preescolar, primario y secundario

- Patrimonio cultural

Tabla XVII. **Patrimonio cultural**

Patrimonio Cultural
San Lucas maneja la reserva biológica de Yuscarán
Sitios con rasgos arqueológicos que requerirán un plan de salvamento en la montaña
El paisaje tiene mucha intervención antrópica

Fuente: elaboración propia.

En el apartado apéndices se encuentran los datos más detallados acerca de esta variable

- Beneficios sociales M.A.I.P

A través de la recopilación de datos en relación con beneficios sociales se presentan dos categorías de consideración; el cambio en el uso del suelo, el impacto sobre la salud y la seguridad y la alteración del paisaje natural, así como los esperados con el proyecto las cuales se ven reflejadas en la siguiente figura.

Tabla XVIII. **Beneficio socioeconómico**

Impacto			
Medio	Sector	Valor de importancia	Nivel Importancia
Socioeconómico	Cambio en el uso del suelo	-59	Severo
Socioeconómico	Salud y Seguridad	-31	Moderado
Socioeconómico	Alteración del paisaje natural	-35	Moderado

Fuente: elaboración propia.

En los anexos 10,11 y 12 se detallan los sectores en el cambio en el uso del suelo, salud y seguridad, finalmente la alteración del paisaje natural.

3.1.1. Impacto ambiental de los proyectos de energía eléctrica renovable en Honduras: El caso del parque eólico Yauyupe San Lucas

En esta sección se enuncian los resultados de las variables del impacto ambiental, la cual está compuesta por las siguientes: Cuantificación daño Flora M.A.I.P., Cuantificación daño fauna M.A.I.P, Fuentes de agua M.A.I.P y para finalizar Beneficios ambientales M.A.I.P (C.B.A). La evaluación de toda esta data se manejó mediante matrices de Leopold las cuales pueden ser consultadas en las secciones de apéndices y anexos.

En la tabla XIX, presenta el resumen de la data recopilada en donde las valoraciones de los impactos podrán ser positivos o negativos (expresado en valores numéricos de -100 a 100) y a su vez el nivel de importancia que ésta reviste en forma global.

Tabla XIX. **Impacto biológico y físico**

Impacto			
Medio	Sector	Valor de importancia	Nivel Importancia
Biológico	Vegetación	-54	Severo
Biológico	Aves	-42	Moderado
Biológico	Mamíferos	-36	Moderado
Biológico	reptiles y anfibios	-35	Moderado
Biológico	Colisión aves, murciélagos con aerogeneradores	-58	Severo
Físico	Reducción niveles CO2, SO2 y NOX	54	Positivo Alto
Físico	Ambiente Sonoro	-32	Moderado
Físico	Efecto sombra y destellos de las palas de los aerogeneradores	-28	Moderado
Físico	Calidad del Agua	-31	Moderado

Fuente: elaboración propia.

En los apéndices del 8 al 11 y anexos del 13 al 18 se puede verificar los datos más descritos de esta variable.

3.3. Obstáculos que deben ser resueltos y las acciones que deben realizarse para la implementación de proyectos de generación eléctrica en base a energía renovable en Honduras

Las variables que pueden contribuir a describir los obstáculos a resolver para implementar proyectos de generación eléctrica en base a energía renovable en Honduras se consideran que han sido abordadas en las secciones 3.1 Factores económicos, legales, sociales y políticos que afectan la realización del proyecto eólico Yauyupe San Lucas y 3.2 Impactos económicos, sociales y ambientales que se darían al implementarse el proyecto de generación eléctrica en base a energía renovable Yauyupe San Lucas, anteriormente descritas.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tomando como base lo plasmado en la sección de presentación de resultados, se procede a analizar las premisas obtenidas y generar los argumentos que validen este trabajo de investigación. Con base a ello se dará respuesta a los objetivos perseguidos en este trabajo.

4.1. Determinación de los factores económicos, legales, sociales y políticos que afectan la realización del proyecto eólico Yauyupe San Lucas

Tomando como base lo expuesto en los incisos 3.2, 3.3, 3.5.1 y 3.6.10 de este trabajo, se tiene entre otras las siguientes premisas generales.

4.1.1. Premisas económicas

Un 66.14 % de la matriz de generación corresponde a plantas renovables y un 33.86 % a plantas con combustibles fósiles. Considerando que al 2016 esta matriz indicaba un parque con el 36.5 % de energía termoeléctrica y un 63.5 % de energía renovable puede argumentarse que la inercia en el cambio de matriz a plantas renovables producto de la Ley de Incentivos a la Generación Eléctrica con Energía Renovable, en el Decreto 70-2007 era manifiesto hasta el 2019 con el ingreso de plantas rezagadas en su entrada en operación.

Una alta dependencia en 19 plantas termoeléctricas (33.86 % del total del parque de generación produciendo el 41.47 % del total de la energía del país) de un total de 99 plantas de todas las tecnologías existentes a nivel nacional. Esto

a su vez pone de manifiesto que una falla operativa en alguna de estas impacta fuertemente en la producción eléctrica, repercutiendo fuertemente en la economía del país.

Una significativa dependencia en 19 plantas solares (493.4 MW instalados para un 18.94 % del parque energético) con plantas de 26 MW de capacidad promedio. Estas plantas al estar 18 de ellas concentradas en una sola región del país representan un problema operativo y de confiabilidad que de darse cambios atmosféricos súbitos (movimiento de nubes), produce bajas significativas en la producción eléctrica comprometiendo la estabilidad del sistema eléctrico.

La existencia de plantas eólicas de considerable tamaño (las tres en operación representan 241.5 MW de capacidad instalada y); la ley de energía renovable no da limitaciones al tamaño máximo que una planta debe tener y las restricciones se basan solamente en los estudios eléctricos que el ODS (Operador Del Sistema) en Honduras válida. Esta tecnología representa solo el 9.27 % instalado del total de la matriz de generación, aportando un 7.06 % de la energía total del país.

Con base en estos datos y las modernas modelaciones eléctricas de estabilidad de sistemas, se considera que existen aún oportunidades de penetración de más proyectos con esta tecnología, en especial si estos pueden distribuirse en ubicaciones no coincidentes entre ellos para aumentar la confiabilidad operativa del sistema. Cabe acotar que dentro de las tecnologías intermitentes la eólica presenta un componente de inercia y facilidad de manejo operativo que garantiza que no existan cambios bruscos en la red, a diferencia de lo que se produce con las plantas solares de gran tamaño.

Viendo por aparte el panorama particular del proyecto Yauyupe San Lucas, tal como se presentó en la sección 3.6.10 y 3.6.11 la planta eólica tendrá una capacidad de 100 MW que corresponden al 3.7 % del total del parque energético proyectado en operación y contribuyendo con 480.6 GWh/año de energía lo que representaría al 4.04 % del total de energía equivalente que se generaría en todo el parque de generación.

4.1.2. Premisas económicas – políticas

Para el quinquenio 2015-2019, un 48 % del total de proyectos de generación de energía renovables (1,205.09 MW) con PPA han quedado sin entrar en operación comercial en forma indefinida, considerándose dudosa su integración futura a la red. Este aspecto ha abierto un problema de integración de nuevas plantas las cuales habían ya sido previamente planificadas. Lo anterior plantea la problemática de buscar a corto plazo una solución que implica:

- La compra de energía eléctrica en el mercado de oportunidades con costos que varían diariamente y pueden llegar a tener precios altos en función de las reglas de mercado y las rentas de congestión en las redes de transmisión.
- La licitación de emergencia de proyectos de generación térmica con el consabido problema de costos variables altamente fluctuantes en el combustible, este cambio en los precios de los combustibles fósiles fue una de las causas del colapso de la industria eléctrica hondureña (sección 2.6.3 de este trabajo).

- La pronta licitación de proyectos de generación renovable los cuales tienen precios prácticamente fijos en el costo de producción pues no dependen de las fluctuaciones de los combustibles.

Las dos primeras opciones hacen que un problema técnico se volviese un problema político al exponer al país a un déficit de energía a corto plazo, no pudiéndose integrar plantas renovables a corto y mediano plazo y considerar que se ha forzado al país a esta medida al no haber dado seguimiento al desarrollo de las plantas “indefinidas” y buscar una solución adecuada en su momento.

4.1.3. Premisas legales

La sección 3.6.11 describe el proceso legal de aprobación del PPA de PEYSSA con la ENEE el cual requirió desde junio del 2014 fecha en que se negó inicialmente su suscripción hasta agosto de 2019 en que se resolvió en forma definitiva la aprobación de su suscripción.

Los siguientes puntos afectaron la aprobación de este:

- Cambio de la Ley Marco del Subsector Eléctrico en el año 2014 que indicaba que todos los proyectos futuros debían ir a licitación pública.
- PEYSSA solicitó la aprobación de su PPA previo a la vigencia de la nueva ley por lo que el tratamiento de su PPA se regía por la ley anterior vigente al momento.
- La laguna de interpretación jurídica que se creó entre la vieja y la nueva ley y por coincidir en el tiempo con la solicitud de PEYSSA llevó a un proceso de interpretación legal que tomó 5 años.

Cabe indicar que la planta eólica PEYSSA con su capacidad diseñada de 100 MW, la cual, si bien la ENEE ha definido que cumple con la ley hondureña, tiene financiamiento garantizado y sus mediciones por más de 5 años garantizan el éxito del proyecto teniéndose pendiente solo la firma de su PPA y aprobación en el Congreso Nacional.

Cabe mencionar que, si bien esta planta no entra dentro de los proyectos ya planificados por la ENEE que han sido asentados como indefinidos y con dudosa opción de entrar en operación comercial, representa el 8.3 % de la capacidad de esos proyectos siendo una solución viable para el déficit de energía que se está acumulando en el mercado eléctrico hondureño.

4.1.4. Premisas social

Por otra parte, con base a lo expuesto en los incisos 3.4.2, 3.4.3, 3.5 y 3.6.8 tenemos que:

- Los contratos de arrendamiento consideran un pago proporcional por área arrendada del 4 % de las utilidades netas equivalentes en dólares del Parque Eólico. Esta propuesta por se maneja la innovación de convertir a los dueños de las tierras en asociados del proyecto, les permite obtener ingresos crecientes en la medida que el PPA incorpora cláusulas de nivelación inflacionaria, así como un incremento sustancial al momento de finalizar la amortización de los préstamos bancarios el cual se calcula para el año 8 de inicio de operaciones; este procedimiento contrasta fuertemente con los modelos usados en el país por otras empresas de generación eólica en donde se paga una renta fija en lempiras por 20 años sin ajustes inflacionarios o por depreciación monetaria.

- Se presentarán beneficios directos a los habitantes de las áreas de influencia del proyecto (los detalles de estos se discutirán en una sección posterior) aparte del solo alquiler de sus parcelas.
- El proyecto evitará la emisión de 196,174 Ton/ año de CO2.
- Se maneja un precio de venta de alrededor de US\$ 92 /MWh lo cual impacta positivamente en el costo de generación de la matriz energética al irse venciendo contratos de otras plantas con precios de venta mayores.
- El proyecto presenta un alto índice de aceptación por parte de la gente que habita la zona.

La serie de beneficios socioeconómicos tanto para la población del área de influencia como de la población hondureña en general se convierten en un escudo de beneficio social para el proyecto.

4.1.5. Síntesis resultadas de los factores económicos, legales, sociales y políticos que afectan la realización del proyecto eólico Yauyupe San Lucas

Sintetizando los aspectos generales y particulares relacionados con PEYSSA se puede decir:

- Actualmente no hay factores legales que impidan la aprobación del PPA del parque, si bien este proceso requirió cerca de 5 años ha sido superado plenamente en los órganos de competencia del mercado eléctrico hondureño.

- El fuerte sentimiento reactivo que se maneja en el entorno socio-político hondureño por el mal manejo en la aprobación y entrada en operación comercial de 1 205 MW (un 48 % del parque que debió entrar en el quinquenio 2015-2019) de potencia a instalar, aunado a la coincidencia de la presentación para aprobación del proyecto PEYSSA con el cambio de la ley marco en su momento, puede poner en cuestionamiento la aprobación expedita del PPA en el Congreso Nacional, esto aunado que habrá elecciones generales en el país en el año 2021 que hace que temas que pueden considerarse delicados son relegados por los diputados en la toma de decisiones. Los aspectos políticos en resumen pueden retrasar, pero no impedir la aprobación del PPA en vista que dicho proyecto cumple todos los aspectos legales concernientes.
- Socioeconómicamente el proyecto cuenta con el apoyo en general de la población del área de influencia; de igual manera la serie de impactos favorables ambientalmente y de beneficio social y económico general en el mercado eléctrico hondureño que se traduce en una rebaja en la tarifa final del cliente consumidor hacen que sea socialmente aceptado.
- Económicamente los socios del proyecto no tienen dificultades para financiarlo por lo que este punto no debe retrasar o influir negativamente en su realización.

4.2. Impactos económicos, sociales y ambientales que se dan al implementarse el proyecto eólico Yauyupe San Lucas.

Partiendo de los resultados plasmados en los incisos 3.1, 3.4, 3.5, 3.6 y 3.6.11 se discuten estos indicando las limitaciones encontradas, así como los

impactos que se esperan darse tanto positivos como negativos y las formas en que se espera resolverlos para beneficio de los entornos locales y del país. La medición de estos impactos en los casos de valoración cualitativa se indica en las matrices de Leopold plasmadas en los apéndices de este estudio. Esta presentación requerirá a su vez realizar en el caso de influencia local una pormenorización del lugar de influencia y los impactos comarcales.

4.2.1. Impacto económico

- El precio de venta de alrededor de US\$ 92/MWh con el cual se negoció finalmente el PPA con la ENEE impactará positivamente en el costo de generación de la matriz energética nacional dado que originalmente el precio que por ley debía respetarse correspondía a US\$ 124/MWh La medición de estos impactos en los casos de valoración cualitativa se indica en las matrices de Leopold plasmadas en los apéndices de este estudio. esto aunado al tamaño del proyecto que corresponderá a un 3.84 % del total de la matriz hondureña hacen que el impacto no sea insignificante.
- Las 196,174 Ton/ año de CO₂ evitados por el proyecto eólico reducirán eventualmente en un 5.4 % el total de CO₂ emitido por las plantas térmicas actualmente en uso en el parque de generación hondureño. Esto se espera sucederá en la medida que los contratos de estas últimas vayan venciendo y no sean renovados más que para ser manejados como energía de oportunidad.

4.2.2. Impactos socioeconómicos y mitigaciones

Las zonas de influencia del parque eólico Yauyupe San Lucas presentan una serie de limitaciones e impactos que a continuación se describen, a la vez

que se cuantifican las mejoras que se espera implementar para solucionar dichos impactos en los casos que son negativos:

- El Índice de Desarrollo Humano (IDH) de El Paraíso es de 0.648, ocupando el doceavo lugar dentro de los 18 departamentos del país, el de la zona de San Lucas es del 0.566 colocándolo como uno de los más pobres del departamento. En términos generales se tiene que cualquier intervención correctamente planificada que se haga con las deficiencias encontradas producirán un alto impacto positivo en la zona.
- Accesos vehiculares tanto a las comunidades de San Lucas (área Urbana), Junacatal o Junacatales, La Montaña o Montañita y El Barrero, la cual abarca población de San Lucas y Yauyupe fuertemente deterioradas e intransitables en períodos de invierno. Dado que es necesario construir el parque eólico y tener acceso expedito en los procesos operativos, las calles internas que comunican las comunidades de influencia deberán ser mejoradas para ser de acceso rápido y eficiente durante todo el año; construcción en terracería de primera calidad incluyendo sus drenajes correspondientes o pavimentación de dichos accesos es obligado para el proyecto.
- Se carece de agua potable per se (se maneja el concepto agua entubada sin ningún tratamiento de potabilización), se emplea como aporte social del proyecto en todas las zonas de influencia generar tanto la captación de agua cruda para mejorar la distribución de esta, así como proceder a potabilizarla.
- Se carece de electricidad en las comunidades rurales de Junacatal, El Barrero y La Montaña. Aprovechando la obligada construcción de redes

de captación de energía del proyecto, se construirá paralelamente infraestructura de distribución de energía a las comunidades la cual se conectará a la ENEE. No se plantea subsidiar la energía, pero si dejar al momento de construcción del proyecto las facilidades construidas de la red de distribución.

- No existen sistemas de alcantarillado, se espera para las comunidades rurales antes descritas mejorar el uso de letrinas en los casos en que existan carencias. Se pretende manejar un proceso de recuperación de cenizas fecales tanto para prolongar la vida de las letrinas como acopio de fertilizantes locales.
- Las tierras de las áreas de influencia hacen un uso predominante del suelo para la agricultura, con cultivos de granos básicos (maíz, frijoles y maicillo) para subsistencia y venta de excedente y café para comercialización, así como la extracción de resina de coníferas. PEYSSA ha comenzado previo a una evaluación de impacto ambiental para ayudar a las comunidades en el cultivo de aguacate para exportación como un cultivo más rentable y de alta demanda para la mejora de la economía local, lo cual generará un impacto económico positivo en las comunidades. Esta solución está integrada con la creación de cosechadoras de agua para impedir generar un problema con un cultivo de alta demanda de agua en una zona conocida por tener pocos afluentes de agua.
- La tenencia de la tierra es predominantemente títulos privados de compraventa sin respaldo jurídico ante el instituto de la propiedad. PEYSSA ha ido legalizando en forma gratuita los terrenos de los propietarios de las áreas de influencia del parque. Esto por un lado genera un impacto positivo al poder los dueños disponer de predios legalizados y

la facilidad de bancarizados y/o venderlos, a la vez que un impacto económico negativo particular pues los obliga a pagar impuestos catastrales; otro impacto negativo será la especulación de precios de las tierras en los procesos de compra venta locales.

- Existe una marcada presencia institucional en la zona, así como organizaciones de la Sociedad Civil y asociaciones de productores las cuales fueron ya listadas en el estudio. Esto ya ha sido aprovechado por PEYSSA para facilitar las mejoras socioeconómicas del lugar al integrarlos como entidades con mejor capacidad ejecutora que la empresa de energía en sí.
- Existe una muy baja delincuencia en la zona considerando lo indicado por las autoridades policiales locales en la realización del estudio, sin embargo, se considera que la futura realización del proyecto y el aumento de la riqueza local, si no son tomadas las debidas providencias podría generar un aumento de la delincuencia y el ingreso de grupos antisociales. Este punto no ha sido abordado por PEYSSA lo cual puede producir un impacto negativo no deseable.
- En la pirámide educativa, las zonas de influencia manejan centros de educación pública desde el nivel prebásico hasta el sexto grado del nivel escolar. Solo San Lucas Centro tiene un centro de educación secundaria hasta tercer curso de ciclo común, no existe en todo el municipio educación secundaria posterior por lo que los alumnos que lo requieran deben irse a vivir a la cabecera departamental (Yuscarán), o Danlí o la capital de la república (Tegucigalpa). PEYSSA solo ha contemplado y maneja ayudas a la infraestructura de los sitios existentes (pupitres, agua potable, computadoras, otros), no contempla en este ambiente ningún tipo de

ayuda más. Si bien el impacto cualitativo de lo que hace es positivo, se considera que podría haber una apertura a estructurar en conjunto con el gobierno y los municipios aledaños que tienen el mismo problema que San Lucas (San Antonio de Flores, Yauyupe, Maraita, Soledad, Oropolí, entre otros.) una educación virtual a nivel de bachillerato o educación comercial que permita una apertura a nuevos horizontes a las poblaciones.

- San Lucas forma parte de la ruta cultural Yequare, sitios que ya son o podrán ser destinos turísticos como patrimonio arquitectónico colonial, que incluye templos, parques y plazas, la producción de hortalizas, industrias manufactureras artesanal de vinos, jaleas, entre otros., que se convierte en un potencial para el desarrollo de turismo rural, turismo agroecológico, entre otros. Se considera que la necesidad de PEYSSA de manejar vías de acceso transitables todo el año permitirá que el desarrollo cultural, turismo de aventura y ecoturismo pueda darse o incrementarse.
- Tal como se expuso en el inciso 4.1, los contratos de arrendamiento efectuados tienen una componente social y económica de muy alto impacto positivo en la sociedad local pues contempla un pago del 4 % de la utilidad neta del proyecto distribuido proporcionalmente entre todos los propietarios de terrenos que influyen en el proyecto, esto incluye la colocación de aerogeneradores, caminos de acceso, colocación de los cableados eléctricos (los anteriores a su vez recibirán un pago por indemnización anual por no poder usar el terreno para otra actividad y los terrenos despejados donde deberá circular el viento (los cuales los dueños podrán utilizar en actividades agroindustriales que no afecten la circulación del viento) . Es importante considerar que este último punto sombreado en **negrita** nunca se ha considerado en los proyectos eólicos que se tenga conocimiento lo cual lo vuelve innovador per se; a su vez no se conoce en

Centroamérica un proyecto que pague en función de lo que genere el proyecto sino solo pagos estáticos que generan usualmente discordias a largo plazo con los dueños de los terrenos.

- Las fuentes de agua son escasas y el uso en procesos constructivos masivos como los que implementará el proyecto generarían un conflicto sobre el uso del agua. Aún sin haber comenzado el proyecto, PEYSSA ha comenzado la construcción de cosechadoras de agua diseñadas desde un principio para una vez terminado el proyecto ser cedidas a las comunidades como acopio de agua cruda para uso en agua potable y de servicios así como para el comienzo de un proyecto piloto de piscicultura que permita variar la dieta proteica de la zona y reducir el impacto en la caza de especies aviarias y mamíferas en el área; se considera este procedimiento como un alto impacto positivo.
- No se identificó aspectos sociales conflictivos derivados del arrendamiento de tierras.
- Habrá un impacto moderado positivo en la generación de empleo durante la etapa de construcción, la contratación de personal incidirá en el crecimiento de la economía local incluyendo los servicios de transporte, hospedajes, comedores y economía informal. Los ingresos adicionales por concepto de salarios tendrán un efecto favorable en la economía familiar, local y regional por la demanda de servicios en el área de trabajo. Debido a que la mano de obra necesaria para la ejecución de la fase de construcción será seleccionada de las comunidades en la zona del Proyecto, la localización de este impacto se considera extensa. Un aspecto no analizado ni cuantificado por PEYSSA es considerar que el incremento de empleo si no es manejado adecuadamente puede crear

impactos negativos como la proliferación de vicios (bebida, prostitución, drogas, otros), inflación monetaria local, especulación de precios en detrimento de los habitantes locales, entre otros.

- Impacto moderado positivo por el aumento de la demanda de bienes y servicios; sin embargo, se considera que se corren los mismos riesgos negativos expresados en el inciso x antes expuesto.
- Se espera un impacto positivo moderado económico al aumentar la actividad económica nacional y comarcal, un aumento en el PIB y una disminución en la balanza de pagos al evitarse la compra de combustibles fósiles que deben ser importados.

4.2.3. Impactos socioambientales y mitigaciones

Se manejan una serie de impactos sobre los medios bióticos y sociales que fueron tabulados mediante matrices de Leopold las cuales se enunciaron sus resultados:

- Habrá un severo impacto negativo en la vegetación; PEYSSA ha considerado mitigar este sembrando árboles de especies comestibles (en especial aguacate) los cuales tendrán un triple impacto positivo (ambiental, económico y social) en las áreas de influencia. Esto puede convertirse en un proyecto piloto para futuras plantas de generación renovables. Si bien el aguacate es un cultivo que demanda un alto consumo de agua, se considera la construcción de cosechadoras de agua debidamente planificadas para no crear un impacto negativo con este cultivo.

- Un moderado impacto negativo en los hábitats de aves, mamíferos, reptiles y anfibios; y un severo impacto negativo por colisión de aves y murciélagos. PEYSSA ha considerado obras de mitigación correspondientes. Las especies impactadas son listadas en los apéndices correspondientes.
- Se considera un impacto potencial moderado negativo sobre la salud y la seguridad de los trabajadores y habitantes (polvo, movimiento de vehículos, entre otros.), el cual será relevante en las etapas de construcción y muy bajo en la etapa operativa.
- No existe un proceso de manejo de desechos sólidos comunales. PEYSSA no presenta o contempla una medida que ayude al manejo de estos desechos. Se considera que puede educarse a la gente del lugar a manejar un lugar de tratamiento de los desechos orgánicos en forma colectiva y los otros desechos acumularlos de tal forma que pudiesen ser recogidos periódicamente. PEYSSA si presenta un plan de manejo de los desechos producto del proceso de construcción y readecuación del parque per se.
- Se presentará un impacto negativo moderado en la alteración del paisaje natural dado que, al instalarse los aerogeneradores, sin embargo, la experiencia del parque eólico Cerro de Hula ha demostrado que la gente los ve atractivos y se han convertido en una fuente de turismo local con impactos económicos positivos en las localidades adyacentes.
- Se generará un alto impacto positivo en la disminución de gases de efecto invernadero como el CO₂, SO₂ y NOX. El estudio ha cuantificado los valores evitados de CO₂ mas no así los de SO₂ y NOX, sin embargo, la

producción de estos dos últimos están vinculados a la generación térmica con hidrocarburos y carbón por lo cual cualitativamente se determina un impacto positivo su disminución.

- Se generará un moderado impacto negativo en el ambiente sonoro durante la construcción y muy leve negativo durante la operación. Es importante aclarar que los grupos de aerogeneradores (llamados *clusters*) se ubican en sectores rurales retirados de los núcleos poblados y receptores humanos sensibles al ruido y por lo tanto están fuera del alcance de la huella sonora proyectada por debajo de los 40 dB en período diurno. PEYSSA ha considerado la reubicación de casas en las cercanías que presenten huellas sonoras a más de 40 dB.
- Se presenta un moderado impacto negativo por efecto de sombras intermitentes y de destellos de pala y torre. PEYSSA lo mitigara en los casos que procede con la reubicación de casas.
- Se estima un moderado impacto negativo en la calidad del agua, generación de desechos sólidos y aguas residuales durante el proceso constructivo. Las mitigaciones que PEYSSA ejecutará para el manejo del agua cruda y aguas residuales se implementarán en las comunidades aledañas lo cual se convertirá en un impacto positivo para ellas.

Sintetizando los aspectos antes expuestos se puede indicar al implementarse el proyecto PEYSSA se tiene:

- Se presentan una cantidad considerable de impactos económicos positivos a niveles nacionales y locales que incluyen reducción en el costo del kWh comprado por el estado, mejoras de accesos terrestres, redes

eléctricas, generación de empleo, demanda de bienes y servicios y otros. No se cuantifican y en algunos casos no se evaluaron impactos corolarios derivados del proyecto como ser creación de un nuevo polo de desarrollo económico en la zona, creación de nuevas demandas y su forma de satisfacerlas (atención médica privada, necesidades suntuarias, talleres de mecánica, servicios de outsourcing como vigilancia, limpieza, entre otros.).

- Variados impactos ambientales negativos para los cuales PEYSSA ha presentado medidas de mitigación que incluyen conceptos innovadores como la siembra de aguacates en la sustitución del impacto vegetal y cultivo de peces para mejora alimentaria, los cuales derivarán a su vez en mejoras socioeconómicas para la gente del lugar.
- Fuertes impactos sociales positivos en la zona de influencia del proyecto. Cabe acotar que se detecta, pero no fue analizado posibles impactos negativos propios del aumento de la riqueza en una zona como ser el mal uso del dinero al priorizar este en aspectos suntuarios, vicios y derroche. Queda pendiente la asignatura de generar educación económica a la gente del lugar para una mejor inversión del dinero que fluirá en la zona.

4.3. Obstáculos que deben ser resueltos y acciones que deben realizarse para la implementación de proyectos de generación eléctrica en base a energía renovables en Honduras

Basándonos en lo expuesto en la sección 2.6 y 3 de este trabajo podemos considerar lo siguiente:

- Honduras creó una Ley de Incentivos a la Energía Eléctrica muy generosa que permitía incentivos fiscales y la exoneración de impuestos a las importaciones, al impuesto sobre la renta, al impuesto sobre ventas y los impuestos vecinales. En Honduras, los generadores con energía renovable también tienen despacho preferencial y precios de compra de energía sobrevalorados por parte de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). El Decreto 70-2007, obligaba a la estatal ENEE a comprar toda la energía renovable que fuese producida por los productores nacionales. A su vez, el Acuerdo Presidencial 1562-2011, licenciaba los procesos de obtención de permiso de operación, derechos, obligaciones, sanciones y caducidad de todo proyecto igual o menor a 3 MW.

Es por ello por lo que se dieron una gran cantidad de proyectos renovables en desarrollo, de los cuales fueron ejecutados en el quinquenio 2015-2019 un total de 1,284.28 MW (52 %) pero quedaron en forma indefinida y sin ejecutar 1,205.09 MW (48 %), los cuales se considera fueron altamente especulativos con el afán de revenderlos a terceros y no para ser ejecutados por los desarrolladores.

- La reforma a la Ley Marco del Subsector Eléctrico vigente hasta el año 2014, la cual fue sustituida por el Decreto 404-2013 Ley general de la industria eléctrica eliminó las prebendas que existían para la generación renovable en lo relacionado a la obligación de compra por parte de la ENEE sin requerirse procesos de licitación.
- El caso específico de PEYSSA presenta la particularidad de que todo su desarrollo prospectivo se realizó antes del 2014 presentando su solicitud de aprobación de PPA ante la ENEE antes de la entrada en vigencia del

Decreto 404-2013. Esto dio paso a una interpretación ambigua en general de las leyes que rigen al país incluyendo la no retrosección de las leyes. Dado esto, PEYSSA requirió de más de 5 años ante un reclamo jurídico administrativo para que se resolviera en forma aprobatoria su PPA en agosto de 2019. Debe incluirse que, dado que solo PEYSSA presentó un reclamo administrativo en tiempo y forma, la ENEE no admitió más proyectos renovables bajo contratación directa.

- El caso especial de PEYSSA no puede ser replicado actualmente y todo proyecto de energía renovable deberá guiarse por las directrices que el ODS emitirá en base a su planificación.
- Si bien todo proyecto de energía renovable a futuro deberá entrar a procesos de licitación debe considerarse que para tener éxito en su desarrollo y entrada en operación las siguientes acciones se consideran primordiales deben ser manejadas:
 - Una prospección altamente confiable del recurso renovable a manejar de tal forma que se garantice el éxito técnico del proyecto. Debe adjuntarse un estudio económico que incluya un balance de planta y valoraciones financieras realistas. De no existir estos se corre el riesgo de plasmar un proyecto sin la suficiente solidez.
 - La realización de un proceso de socialización pleno en que los habitantes de las zonas de influencia comprendan el alcance del proyecto que se ejecutará, la participación que ellos tienen en el proceso, los beneficios que tendrán, los posibles impactos negativos que pudiesen darse y cómo se resolverán. Estos procesos deben ser completamente transparentes y sinceros pues

esto último permite generar la confianza de la población en las zonas de influencia, y evitará futuros reclamos por malas interpretaciones que pueden parar y hasta hacer fracasar la realización del proyecto.

- Hacer que los dueños de las tierras en donde se encuentran los recursos renovables que se buscan explotar pasen a ser coasociados al proyecto, percibiendo un porcentaje de las utilidades en vez de percibir una cuota de alquiler o un valor de indemnización por sus tierras.

- Considerar que las obras de mitigación que deban ser realizadas no conlleven el mínimo esperado de la mitigación per se sino ser lo suficientemente creativos para que estas mitigaciones generen una plusvalía que no se tenía anteriormente (ejemplo: si debo compensar árboles talados no sembrar solamente el equivalente de compensación ambiental sino buscar especies armónicas con el medio ambiente y que le den valor agregado de utilidad a la zona, el ambiente y las personas).

4.4. Identificación, cuantificación y descripción de los impactos económicos, ambientales y sociopolíticos generados al implementarse proyectos de energía renovable en Honduras

Se considera que la identificación, cuantificación y descripción de los impactos económicos, ambientales y sociopolíticos de proyectos de generación renovable en Honduras pueden seguir el mismo patrón de análisis realizado para el proyecto parque eólico Yauyupe San Lucas sin importar el tipo de tecnología o recurso renovable a someter.

Contrario a lo que se pueda pensar que el análisis técnico del recurso es lo más importante, la realidad actual exige que la viabilidad social del proyecto al vincular a la gente de las zonas de influencia es igualmente importante en vista que entre otras cosas se pueden dar:

- Malentendidos del alcance, beneficios, retos que el proyecto conlleva una mala proyección social lo que puede ocasionar el retraso, la paralización o la suspensión definitiva con resultados altamente negativos tanto económica como socioambientales.
- Contaminación en la conceptualización del proyecto por grupos, personas o entidades externas a los habitantes de la zona de influencia.
- La generación de un escudo de protección por parte de los habitantes de la zona de influencia para con el proyecto que involucra todos los ámbitos analizados (económicos, ambientales, sociopolíticos, entre otros.).
- Un desarrollo sinérgico de las zonas de influencia.

Puede considerarse que la actual estructura legal y ambiente político en el país impiden que puedan ser aprobados más proyectos de generación de energía renovable con base a la Ley de Generación de Energías Renovables del año 2007 por lo que todo proyecto actualmente se obliga a ir a licitación con base al Decreto 404-2013.

CONCLUSIONES

1. Se pudo identificar, cuantificar y describir los impactos económicos, ambientales y sociopolíticos válidos en términos generales para cualquier proyecto eólico en Honduras; para otras tecnologías energéticas renovables se considera válidas la mayoría de las premisas económicas, sociales y políticas habiendo diferencias solo en los aspectos ambientales.
2. No hay ningún factor legal, social, ambiental y/o económico que impida la realización del proyecto PEYSSA. Solo la componente política puede retrasar su proceso dado que el año 2021 es un año electoral y el Congreso Nacional no prioriza la aprobación de proyectos de inversión privada.
3. Se logró especificar los impactos económicos, sociales y ambientales del proyecto PEYSSA, siendo positivos los de índole económicos y sociales con solo un pequeño impacto ambiental negativo. A nivel hondureño el proyecto innovó fuertemente en la realización de los contratos de arrendamiento y de mitigación medioambiental.
4. El trabajo permitió identificar los obstáculos que deben ser resueltos y las acciones que deben realizarse para la implementación de proyectos de generación eléctrica en base a energía renovable en Honduras.

RECOMENDACIONES

1. Generar proyectos de mitigación con múltiples valores agregados y que consideren no solo la solución tradicional de problemas sino la forma de crear más riqueza en las zonas de influencia.
2. Convertir en asociados a las poblaciones de las zonas de impacto de los proyectos.
3. Explorar la construcción de clústeres de compradores de energía privada que les permita evitar la necesidad de depender que sus proyectos solo se puedan desarrollar si existen licitaciones privadas.
4. Producir las migraciones externas a las zonas de influencia de estos proyectos desde el punto de vista social (dado que vienen con costumbres, pensamientos, modalidades de gasto y otros aspectos sociales diferentes a los existentes en la zona) y ambientales.
5. Aumentar la riqueza en el comportamiento de los beneficiarios directos e indirectos de las zonas de influencia. Pudiéndose evaluar los impactos negativos que se puedan dar y las formas de mitigar y redireccionar para convertir estos en impactos positivos.

REFERENCIAS

1. Acuerdo 1562-2011. *Ley Marco del Subsector Eléctrico*. Honduras. La Gaceta. Honduras. 30 de noviembre de 2011.
2. Acuerdo CREE-073. *Reglamento de la Ley General de la industria Eléctrica*. La Gaceta. Honduras. 02 de julio de 2020.
3. Aignerren, A. (1998). *Diseños cuantitativos: Análisis e interpretación de datos de la información*. Antioquía, Colombia: Fondo editorial CEO. Recuperado de http://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques/Aignerren_analisisdatos.pdf
4. Barahona, M. A. (2018). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Honduras, 2018*. Ciudad de México, México: Naciones Unidas. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43983/1/S1800542_es.pdf
5. Castillo, E. (octubre, 2011). Problemática en torno a la construcción de parques Eólicos. *Desarrollo Local Sostenible*, 4(12), 1-14. Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/delos/12/ECJ-Parques%20eolicos.pdf>
6. Centro de Información sobre Desastres y Salud Biblioteca Medica Nacional (2002). *Mapas espaciales*. Honduras: Autor. Recuperado

de <http://cidbimena.desastres.hn/docum/bimena/IDH-Honduras/2002/Mapas%20completo.pdf>

7. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2001). *El mercado Eléctrico regional: contratos PPA en el Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua*. México: Autor. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25579/1/LCmexL493_es.pdf
8. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2018). *Informe General de Monitoreo de la eficiencia energética de Honduras*. México: Autor. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/43983-informe-nacional-monitoreo-la-eficiencia-energetica-honduras-2018>
9. Corporación de Desarrollo Ambiental S.A. (2020). *Estudio de evaluación de impacto ambiental*. Yauyupe San Lucas: Autor.
10. Cuervo, F. (2015). Valoración de fuentes renovables no convencionales de generación de electricidad; un enfoque desde las opciones reales. *Cuadernos de Administración, universidad de Medellín*, 28(51), 45-64. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/cadm/v28n51/v28n51a03.pdf>
11. Decreto 48. *Ley de creación de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica*. *La Gaceta*. Honduras. 27 de febrero de 1957.

12. Decreto 70-2007. *Ley de promoción a la generación de energía eléctrica con recursos renovables*. La Gaceta. Honduras. 02 de octubre de 2007.
13. Decreto 136-2005. *Limitación transferencia costos usuarios Empresa Nacional de Energía Eléctrica*. La Gaceta. Honduras. 27 de junio de 2005.
14. Decreto 158-1994. *Ley de marco del subsector Eléctrico*. La Gaceta. Honduras. 04 de noviembre de 1994.
15. Decreto 404-2013. *Ley General de la industria Eléctrica*. La Gaceta. Honduras. 20 de mayo de 2014.
16. Decreto PCM-017-2017. *Crear el Consejo Nacional de Energía*. La Gaceta. Honduras. 20 de marzo de 2017.
17. Decreto PCM-029-2014. *Crear el Comité de Conducción de la Reforma del Subsector Eléctrico*. La Gaceta. Honduras. 17 de junio de 2014.
18. Decreto PCM-048-2017. *Crea la Secretaría de Estado en el Despacho de Energía*. La Gaceta. Honduras. 07 de agosto de 2017.
19. Decreto PCM-070-2014. *Medidas para la reestructuración de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica*. La Gaceta. Honduras. 23 de octubre de 2014.

20. Decreto PCM-72-2015. *Designa a la Secretaria de Estado MiAmbiente como la autoridad superior del Subsector Eléctrico*. La Gaceta. Honduras. 06 de noviembre de 2015.
21. Decreto PCM-84-2014. *Declara emergencia en el sector eléctrico y adopta medidas para la estabilización*. La Gaceta. Honduras. 20 de diciembre de 2014.
22. Déniz, J., De la Rosa , M. y Verona , C. (octubre, 2012). El impacto social de las compañías de energía eólica españolas en las comunidades campesinas de Oaxaca y su reflejo en las memorias de sostenibilidad. *XVII Congreso internacional de contaduría, administración e informática*. Congreso llevado a cabo en Distrito Federal, México.
23. Dirección departamental de Educación (2010). *Educación de El paraíso* . Tegucigalpa : Autor.
24. Empresa Nacional de Energía Eléctrica (2015). *Manual de organización area centralizada*. Tegucigalpa: Autor. Recupero de http://www.enee.hn/Portal_transparencia/2015/estructura%20organica/funciones%202015.pdf
25. Empresa Nacional de Energía Eléctrica (2016). *Plan Estratégico Empresa Nacional de Energía Eléctrica 2016 - 2020*. Tegucigalpa: Autor. Recupero de http://www.enee.hn/planificacion/2017/boletines/PEI%20ENEE%20016-2020_dic_1_MRPV.pdf

26. Energía y Sociedad (2016). *Tecnologías y Costes de la Generación Eléctrica*. España: Autor. Recuperado de <http://www.energiaysociedad.es/manenergia/3-1-tecnologias-y-costes-de-la-generacion-electrica/#targetText=Tecnolog%C3%ADas%20de%20generaci%C3%B3n%20el%C3%A9ctrica.,carb%C3%B3n%2C%20gas%20natural%20y%20fuel%C3%B3leo>.
27. Espinasa, R., Balza, L., Hinestrosa, C. y Sucre, C. (2013). *Dossier energético Honduras*. Washington, Estados Unidos: Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Dossier-energ%C3%A9tico-Honduras.pdf>
28. Fouquet, R. (diciembre, 2011). Energy Transitions: Histor, Requirements, Prospects. *Hardcover*, 1(2), 198-199.
29. Garcia, L. S. (2016). *Energía Eólica y Desarrollo sostenible en la Región de la rumorosa, Municipio de Tacate* (Tesis de maestría). El Colegio de la Frontera Norte, México. Recuperado de <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2016/12/TESIS-Garcia-Hernandez-Luis-Salvador.pdf>
30. Grubler, A., Wilson, C. y Nemet, G. (diciembre, 2016). Apples, oranges, and consistent comparisons of the temporal dynamics of energy transitions. *Energy Research & Social Science*, 22, 18-25. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629616301980>

31. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2011). *Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático*. Potsdam: Autor. Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srren_report_es-1.pdf
32. Instituto Nacional de Estadísticas (2010). *IDH Honduras estimación 2009*. Tegucigalpa: Autor.
33. Kondoh, S., Hitoshi, K., Kishita, Y. y Schinichi, F. (julio, 2014). Toward a Sustainable Business Design: A survey. *Procedia CIRP*, 15, 367-372. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827114005174>
34. Leopold, L., Clarke, F., Hanshaw, B., y Balsley, J. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact*. Washington, D.C., Estados Unidos: U.S. Geological Survey. Recuperado de <https://pubs.usgs.gov/circ/1971/0645/report.pdf>
35. Manwell, J., McGowan, J. y Rogers, A. (2009). *Wind energy explained theory, desing and aplication*. Chichester, Inglaterra: John Wiley & Sons Ltd. Recuperado de http://ee.tlu.edu.vn/Portals/0/2018/NLG/Sach_Tieng_Anh.pdf
36. Mendoza, E., Tovar, L. A. y Martínez, P. S. (2015). Modelos de negocios de las empresas del sector eólico. *XX Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática*. Congreso llevado a cabo en Ciudad de México, México.

37. Meza, V. y Salomón, L. (2007). *Honduras poderes fácticos y sistema político*. Tegucigalpa, Honduras: Centro de Documentación de Honduras. Recuperado de https://sb.unah.edu.hn/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=82343&shelfbrowse_itemnumber=227917
38. Montano, O. (2016). *Energía Eléctrica en Honduras: Modelo de Operación, Crisis y Alternativa de Desarrollo Sustentable* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de Honduras: Honduras.
39. Mora, W. (2016). *Problemas ambientales, ciencia posnormal y ética ambiental*. Bogotá, Colombia: Universidad Libre.
40. Mundaca, L. y Richter, J. (febrero, 2015). Assessing green energy economy stimulus packages: Evidence from the U.S. programs targeting renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 1175-1182. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114008855>
41. Naciones Unidas. (2004). *Department of Peacekeeping Operations*. Honduras: Autor. Recuperado de <https://www.un.org/Depts/Cartographic/map/profile/honduras.pdf>
42. Organización Latinoamericana de Energía (2013). *Modelos de Mercado, Regulación Económica y Tarifas del Sector Eléctrico en América Latina y el Caribe-Honduras*. Latinoamérica: Autor.

43. Ozatea, J. (2012). *Desarrollo y situación actual del sector eólico en América Central*. Quito, Ecuador: OLADE. Recuperado de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0276.pdf>
44. Palma, R., Matus, M., Torres, R., Benavides, C., Sierra, E., Sapúlveda, R. y Riquelme, F. (2019). *Concepto de Flexibilidad en el sistema Eléctrico Nacional*. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Recuperado de <https://acera.cl/wp-content/uploads/2019/09/2019-Concepto-de-Flexibilidad-en-el-SEN.pdf>
45. Parque Eólico Yauyupe San Lucas S.A. (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauyupe (HN)*. Honduras: Autor.
46. Regueiro, R. M. (enero, 2011). Las implicaciones ambientales del proceso de implantación de los parques eólicos: La situación en Galicia. *Revista Galega de Economía*, 20(1), 1-20. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/391/39118564005.pdf>
47. Romero, Á. (junio, 2006). El cambio tecnológico en los sistemas energéticos. *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e innovación (CTS + I)*. Congreso llevado a cabo en Ciudad de México, México.
48. Ferreira, R. y García, X. (enero, 2013). Principales modelos para el desarrollo eólico y la potencialidad de América Latina. *Cuadernos Americanos*, 2(144), 35-53. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/260637990_Principales_modelos_para_el_desarrollo_eolico_y_la_potencialidad_de_America_Latina

49. Roger, D. D. (2015). *Ventanas de oportunidad para el desarrollo del sector eólico argentino*. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires.

50. Ochoa, C. H. (2011). *Modelado de la generación eólica para estudios en redes* (Tesis de Maestría). Universidad autónoma de Nuevo León Nuevo León, México. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/2634/1/1080223869.pdf>

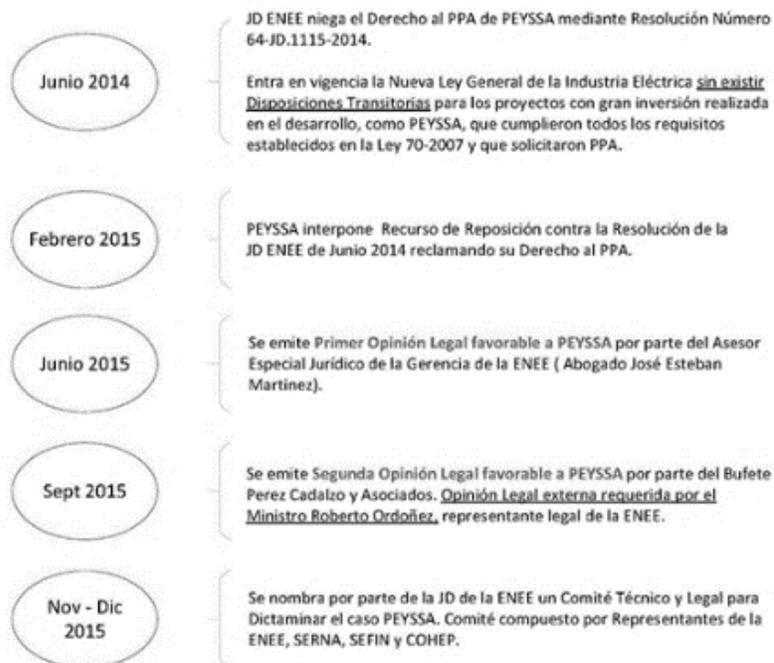
APÉNDICES

Apéndice 1. Muestra

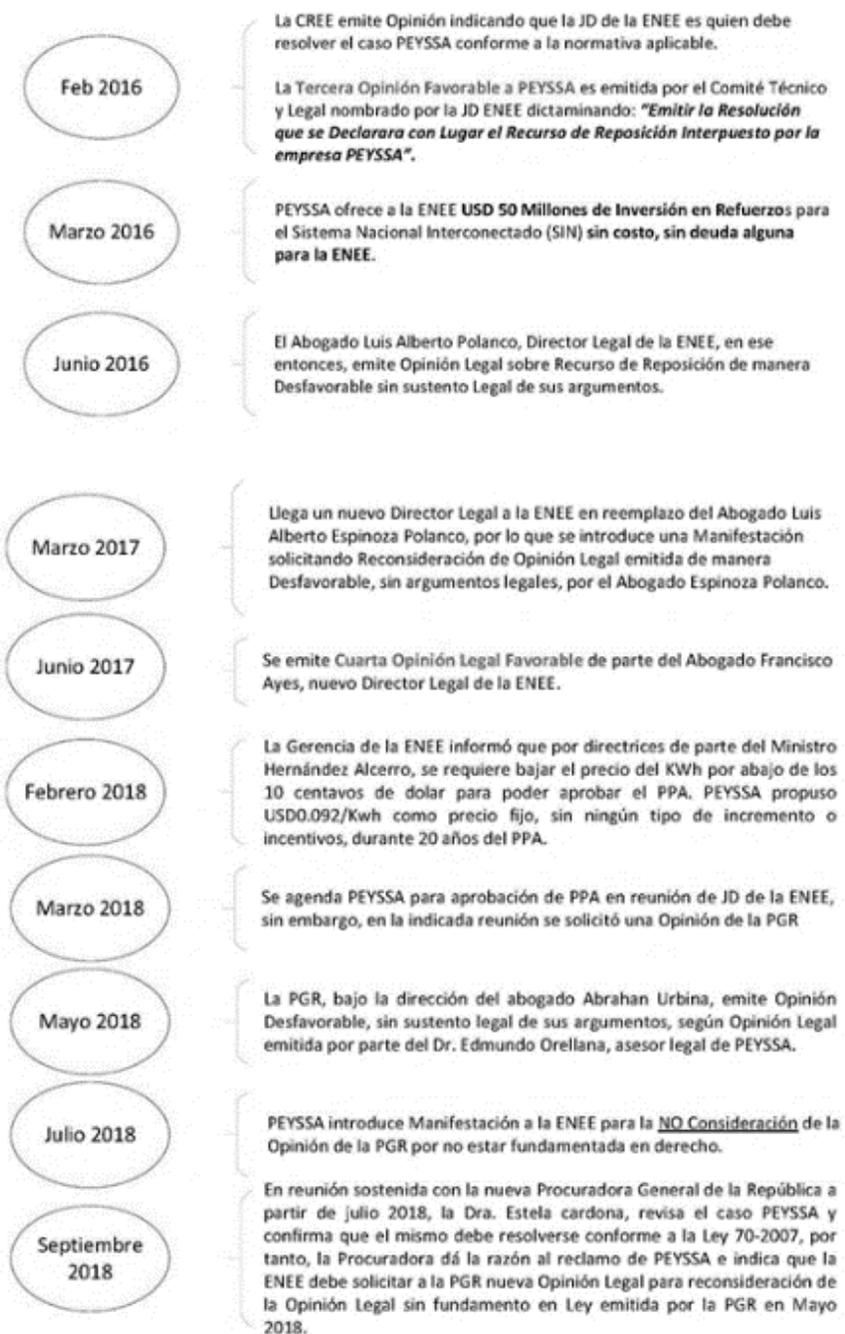
Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	7	38.89 %
Femenino	11	61.11 %
Total	18	100 %

Fuente: elaboración propia.

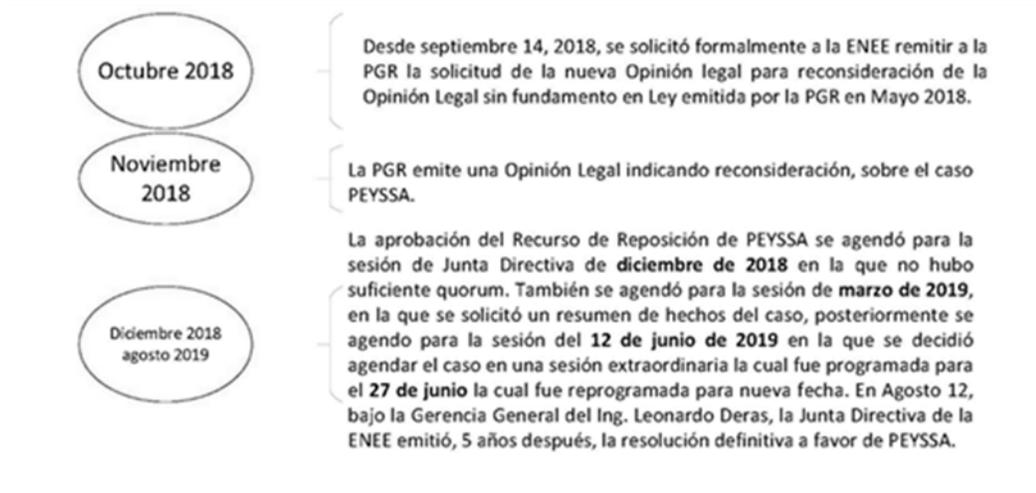
Apéndice 2. Cronograma del proceso legal



Continuación apéndice 2.



Continuación apéndice 2.



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Distribución de negocios comerciales**

Tipo de Negocio	Cantidad
Cantinas	5
Molinos	8
Talleres de Madera	2
Talleres de Soldadura Mecánica y Reparación de Calzado	5
Depósitos	2
Panaderías	2
Papelerías	4
Billares y Comedores	4
Sistema de Cable	1
Ferreterías y Bloqueras	3
Pulperías	33
Total de Negocios	69

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Comercio rural

Comercio	Junacatal	El Barrero	La Montaña
Establecimiento comerciales	6 Truchas (pulperías pequeñas), 1 Molino, 1 Billar, hay negocios clandestinos de venta de alcohol.	4 Truchas, en 40% de las casas hay chicha. Hay entre 6 y 10 mujeres que homean pan.	4 Truchas, 2 personas costuran zapatos, 3 personas homean pan, rosquillas, semitas. Se venden licor clandestinamente
Adónde van a comprar lo que necesitan	A San Lucas Centro, Mansaragua y Güinope	A San Lucas Centro	A San Lucas Centro

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Estímulo a la economía social

GENERACIÓN DE EMPLEO						
Medio impactado	MEDIO SOCIOECONÓMICO					
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACIÓN CUALITATIVA	Positivo	Alta	Total	Inmediato	Temporal	NA
VALORACIÓN CUANTITATIVA	1	4	8	4	2	NA
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	SINERGIAS	ACUMULACIÓN	EFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de la manifestación	Incremento progresivo	Relación causa-efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACIÓN CUALITATIVA	NA	Muy sinérgico	Acumulativo	Directo	Continuo	
VALORACIÓN CUANTITATIVA	NA	4	4	4	4	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			42	NIVEL DE IMPORTANCIA		MODERADO

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Incremento en la demanda de bienes y servicios

INCREMENTO EN LA DEMANDA DE BIENES Y SERVICIOS						
Medio impactado		MEDIO SOCIOECONÓMICO				
CRITERIO	SIG.NO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACIÓN CUALITATIVA	Positivo	Media	Parcial	Inmediato	Temporal	NA
VALORACIÓN CUANTITATIVA	1	2	2	4	2	NA
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de la manifestación	Incremento progresivo	Relación causa-efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACIÓN CUALITATIVA	NA	Sinérgico	Acumulativo	Directo	Continuo	
VALORACIÓN CUANTITATIVA	NA	2	4	4	4	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			26	NIVEL DE IMPORTANCIA		MODERADO

Fuente: elaboración propia

Apéndice 7. **Estímulo a la economía nacional**

ESTÍMULO A LA ECONOMÍA NACIONAL						
Medio impactado		MEDIO SOCIOECONÓMICO				
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACIÓN CUALITATIVA	Positivo	Medía	Total	Mediano Plazo	Permanente	NA
VALORACIÓN CUANTITATIVA	1	2	12	2	4	
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	SINERGIAS	ACUMULACIÓN	EFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de la manifestación	Incremento progresivo	Relación causa-efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACIÓN CUALITATIVA	NA	Muy Sinérgico	Acumulativo	Indirecto	Continuo	
VALORACIÓN CUANTITATIVA		4	4	1	4	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			45	NIVEL DE IMPORTANCIA		POSITIVO MODERADO

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Reducción en los niveles de CO₂, SO₂ y NOX

REDUCCIÓN EN LOS NIVELES DE CO ₂ , SO ₂ Y NOX						
Medio impactado		MEDIO FÍSICO				
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACIÓN CUALITATIVA	Positivo	Muy alta	Total	Mediano Plazo	Permanente	NA
VALORACIÓN CUANTITATIVA	1	8	4	2	4	
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	SINERGIAS	ACUMULACIÓN	EFFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de la manifestación	Incremento progresivo	Relación causa-efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACIÓN CUALITATIVA	NA	Muy Sinérgico	Acumulativo	Directo	Continuo	
VALORACIÓN CUANTITATIVA		4	4	4	4	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			54	NIVEL DE IMPORTANCIA		POSITIVO ALTO

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Alteración en el ambiente sonoro**

ALTERACIÓN EN EL AMBIENTE SONORO						
Medio impactado		MEDIO FÍSICO				
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACIÓN CUALITATIVA	Negativo	Alta	Parcial	Inmediato	Permanente	Irreversible
VALORACIÓN CUANTITATIVA	-1	4	2	4	4	4
CRITERIO	RECUPE RABILIDAD	SINERGI A	ACUMULACIÓN	EFE CT O	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Poten ciación de la manifestación	Incremento progresivo	Relación causa-efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACIÓN CUALITATIVA	Inmediato	Sinérgico	Simple	Directo	Continuo	
VALORACIÓN CUANTITATIVA	1	2	1	4	4	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			32	NIVEL DE IMPORTANCIA		MODERADO

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. Efecto de sombra intermitente y destellos de pala y torre

EFECTO DE SOMBRA INTERMITENTE Y DESTELLOS DE PALA Y TORRE						
Medio impactado		MEDIO FÍSICO				
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACIÓN CUALITATIVA	Negativo	Media	Parcial	Inmediato	Permanente	Mediano Plazo
VALORACIÓN CUANTITATIVA	-1	2	2	4	4	2
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	SINERGIAS	ACUMULACIÓN	EFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de la manifestación	Incremento progresivo	Relación causa-efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACIÓN CUALITATIVA	Inmediato	Sinergia	Simple	Directo	Continua	
VALORACIÓN CUANTITATIVA	1	2	1	4	4	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			-28	NIVEL DE IMPORTANCIA	MODERADO	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. Impacto sobre la calidad del agua

IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA						
Medio impactado		MEDIO FÍSICO				
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACIÓN CUALITATIVA	Negativo	Media	Extensa	Mediano Plazo	Permanente	Mediano Plazo
VALORACIÓN CUANTITATIVA	-1	2	4	2	4	4
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	SINERGIAS	ACUMULACIÓN	EFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de la manifestación	Incremento progresivo	Relación causa-efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACIÓN CUALITATIVA	Mediano Plazo	Sinergia	Acumulativo	Directo	Discontinua	
VALORACIÓN CUANTITATIVA	2	2	4	4	1	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			31	NIVEL DE IMPORTANCIA	MODERADO	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. **Frecuencia de Consciencia sobre el proyecto**

¿Conoce del proyecto eólico PEYSSA?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido
No	2	11.11 %	11.11 %
Si	16	88.88 %	88.88 %
Total	18	100.00 %	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. **Frecuencia de ¿De lo que le han platicado considera que el proyecto es beneficioso para usted?**

¿De lo que le han platicado considera que el proyecto es beneficioso para usted?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido
Bastante	1	5.55 %	6.66 %
Completamente	4	22.22 %	26.66 %
Medio	4	22.22 %	26.66 %
Poco	6	33.33 %	40.00 %
Perdido	3	16.66 %	
Total	18	100.00 %	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. **Frecuencia de ¿De lo que le han platicado considera que el proyecto es beneficioso para la comunidad?**

¿De lo que le han platicado considera que el proyecto es beneficioso para la comunidad?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido
Bastante	7	38.88 %	43.75 %
Completamente	4	22.22 %	25.00 %
Medio	3	16.66 %	18.75 %
Poco	2	11.11 %	12.50 %
Perdido	2	11.11 %	
Total	18	100.00 %	

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

El anexo 1, describe las actividades de explotación del bosque y el uso socioeconómico que le da el municipio de San Lucas.

Anexo 1. Actividades de explotación del bosque

Actividades de explotación del bosque	San Lucas		
	Junacatal	El Barrero	La Montaña
Bosques en la comunidad	Sí, pero está deforestado	Sí, pero está deforestado	Sí, pero está conservado.
Explotación del bosque	Sacan leña para consumo familiar. Se cocina con leña, está deforestado	Sacan leña para consumo familiar y venta. Resineras hay 2 familias. Bosque deforestado	Sacan leña para consumo familiar. Se cocina con leña
Resineros	Sí, hay 21 familias	Sí, hay 2 familias	Poco, solo 1 persona recibe remesas
La mayoría de los habitantes tienen título de sus tierras	La mayoría son pequeños propietarios. Son pocos los que tienen mucha tierra.	La mayoría son pequeños propietarios. Son pocos los que tienen mucha tierra.	La mayoría son pequeños propietarios. Son pocos los que tienen mucha tierra.
Propia	90% La mayoría tiene documento privado de compra venta. Hay pocos títulos del INA. Son tierras ejidales.	La mayoría tiene documento privado de compra venta. Hay pocos títulos del INA. Son tierras ejidales. Menos de ½ mz: hay 10 familias. Más de 20 mz: hay 6 familias. Los demás están entre esas cantidades	La mayoría tiene documento privado de compra venta. Hay pocos títulos del INA. Son tierras ejidales.
Alquiler	10%		40 familias, para trabajar

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental.*

Anexo 2. Siembra de granos

Municipio de San Lucas			
Cultivos	Junacatal	El Barrero	La Montaña
Café	80% de las familias cultivan 120 mz, con una productividad de 8 qq/mz. Venden a intermediarios.	50% de las familias producen. 20 mz productividad de 10 qq/mz. Comercializan en El Paraíso, Cooperativa COMICOL y Coyotes.	50 mz. Productividad de 5 a 6 qq/mz, se comercializa en Danli.
Maiz	Todos. De 80 a 100 mz. Productividad de 15 a 20 qq/mz. Básicamente para subsistencia.	Todos. 50 mz, Productividad de 10 qq/mz. Es consumo.	20 mz. Productividad de 6 qq /mz o 3 cargas. Consumo.
Frijoles	50% de las familias cultivan. 30 mz con una productividad de 10 qq/mz. Venden y los compradores vienen a la comunidad	No se dan bien, pero todos cultivan. 20 mz, Productividad de 4 qq/mz o media carga. Consumo.	3 mz. 3 qq/mz o media carga. Se comercializa en TGA, pero es poco.

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental.*

Anexo 3. Población de los Municipios que forman parte del proyecto Eólico de 2001 y 2010

Población de los Municipios que Forman Parte del Proyecto Eólico de 2001 y 2010						
Departamento/ Municipio	2001			2010		
	Población Total	Población por área		Población Total	Población por área	
		Urbana	Rural		Urbana	Rural
El Paraíso	349,782 100%	85,085 24.3%	264,697 75.7%	427,232 100%	118,722 27.8%	308,510 72.2%
Yauyupe		0	1,339		0	1,493
San Lucas		0	6,849		0	7,934
Francisco Morazán	1,179,768 100%	896,643 76%	283,125 24%	1,433,810 100%	1,124,376 78.4%	309,434 21.6%
Maraita		0	5,513		0	5,851

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental.*

Anexo. 4 **Población según el género M.A.I.P**

Área y aldea	Hombres	Mujeres
	Total	Total
Honduras	4,052,316	4,251,456
Área urbana	2,095,408	2,340,815
Área rural	1,956,908	1,910,641
El Paraiso	223,592	220,915
Área urbana	64,567	72,685
Área rural	159,025	148,230
San Lucas	1,176	1,136
Junacatal	245	202
La Montañita	217	223
Surule	115	91

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental.*

Anexo 5. Edad

Área y aldea	Población				
	Total				
	Total	De 0 a 14 años	De 15 a 49 años	De 50 a 64 años	De 65 años y más
Honduras	8,303,771	2,949,964	4,249,095	693,601	411,112
Área urbana	4,436,223	1,443,635	2,392,928	362,996	216,665
Área rural	3,867,549	1,506,329	1,856,168	310,605	194,447
El Paraiso	444,507	158,401	224,621	38,027	23,458
Área urbana	137,253	43,210	74,087	12,583	7,373
Área rural	307,255	115,191	150,533	25,445	16,085
San Lucas	7,712	2,786	3,701	703	522
Área urbana	1,868	588	920	201	158
Área rural	5,845	2,198	2,781	502	364
San Lucas	2,312	754	1,139	238	181
Junacatal	447	153	205	41	49
La Montañita	440	148	222	41	29
Sunule	206	74	104	15	12

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental.*

Anexo 6. Educación preescolar

Comunidades del área de Influencia del Proyecto Eólico															
Centro Educativo	Ubicación	Urb.	Rural	MATRICULA									TOTAL		
				3 1/2 años			4 1/2 años			5 1/2 años					
				N	V	T	N	V	T	N	V	T	N	V	T
1	San Lucas Centro	1					2	4	6	18	17	35	20	21	41
JARDINES PROHECO															
1	Junacatal		1				0	1	1	9	4	13	9	5	14
1	Barrero		1				2	3	5	2	2	4	4	5	9
CCEPREB															
1	La Montaña		1				0	2	2	3	0	3	3	2	5
TOTAL		1	3				4	10	14	32	23	55	36	33	69

*N= Niñas; V= varones; T = Total

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental.*

Anexo 7. Educación Primaria

Comunidades del Área de Influencia Directa del Proyecto																							
Localización	Urb	Rural	Primero			Segundo			Tercero			Cuarto			Quinto			Sexto			TOTAL		
			N	V	T	N	V	T	N	V	T	N	V	T	N	V	T	N	V	T	N	V	T
San Lucas Centro	1		12	20	32	14	16	30	14	18	32	18	14	32	11	16	27	6	11	17	75	95	170
Junacatal		1	3	4	7	5	6	11	4	5	9	3	3	6	3	4	7	4	5	9	22	27	49
Barrero		1	0	1	1	4	5	9	1	1	2	2	0	2	2	3	5	3	3	6	12	13	25
La Montaña		1	2	5	7	3	3	6	6	5	11	2	2	4	2	2	4	3	1	4	18	18	36

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental.*

Anexo 8. **Educación Secundaria**

San Lucas Centro. San Lucas							
Nivel Medio	Modalidad para educación Media.		Sección	Jornada	Matricula Actual		
					F	M	T
I C.B.T.			Única	Matutina	26	7	33
II C.B.T.	X		Única	Matutina	15	12	27
III C.B.T.		X	Única	Matutina	24	17	41
I E.C.		X	Única	Nocturna	14	17	31
II E.C.	X	2	Única	Nocturna	15	6	21
III E.C.			Única	Nocturna	15	8	23
II BACH.			Única	Vespertina	2	6	8
III BACH.			Única	Vespertina	0	9	9
TOTAL					111	82	193

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental.*

Anexo 9. **Matricula a nivel CEB Municipio Yauyupe**

	N	V	T
CEB			
7°	12	1 3	25
8°	9	9	18
9°	19	1 5	34
Totales	40	3 7	77

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental.*

Anexo 10. **Calificación del valor de importancia y nivel de importancia en las tablas de medición**

Nivel de importancia y nivel de importancia en las tablas de medición

Al manejarse para las evaluaciones sociales, económicas y ambientales en los casos que corresponde, el uso de la metodología de Leopold, Este método por se genera las calificaciones correspondientes para las variables bajo análisis

Fuente: Leopold, Clarke, Hanshaw y Balsey (1971). *Procedimiento para evaluar el impacto ambiental.*

Anexo 11. **Cambio en el uso del suelo**

CAMBIO EN EL USO DEL SUELO						
Medio impactado		MEDIO SOCIOECONÓMICO				
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACIÓN CUALITATIVA	Negativo	Total	Total	Critico	Permanente	Irreversible
VALORACIÓN CUANTITATIVA	-1	12	8	4	4	4
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	SINERGI	ACUMULACIÓN	EFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de la manifestación	Incremento progresivo	Relación causa-efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACIÓN CUALITATIVA	Irrecuperable (compensable)	Sinérgico	Simple	Directo	Discontinuo	
VALORACIÓN CUANTITATIVA	8	2	1	4	1	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			-59	NIVEL DE IMPORTANCIA		SEVERO

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental.*

Anexo 12. Impacto sobre la salud y la seguridad

IMPACTO SOBRE LA SALUD Y LA SEGURIDAD						
Medio impactado		MEDIO SOCIOECONÓMICO				
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACIÓN CUALITATIVA	Negativo	Alta	Extensa	Inmediato	Temporal	Corto plazo
VALORACIÓN CUANTITATIVA	-1	4	4	4	2	0
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	ENERGÍA	ACUMULACIÓN	EFFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de la manifestación	Incremento progresivo	Relación causa efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACIÓN CUALITATIVA	Mediano plazo	Sistémico	Acumulativo	Indirecto	Continuo	
VALORACIÓN CUANTITATIVA	2	2	4	1	4	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			31	NIVEL DE IMPORTANCIA		MODERADO

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental*.

Anexo 13. Alteración del paisaje natural

ALTERACIÓN DEL PAISAJE NATURAL						
Medio impactado		MEDIO SOCIOECONÓMICO				
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACIÓN CUALITATIVA	Negativo	Muy alta	Extensa	Inmediato	Temporal	Mediano plazo
VALORACIÓN CUANTITATIVA	-1	5	4	4	2	2
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	ENERGÍA	ACUMULACIÓN	EFFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de la manifestación	Incremento progresivo	Relación causa efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACIÓN CUALITATIVA	Parcialmente recuperable	Sin riesgo	Simple	Directo	Discontinuo	
VALORACIÓN CUANTITATIVA	1	1	1	1	1	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			35	NIVEL DE IMPORTANCIA		MODERADO

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental*.

Anexo 14. Impacto sobre la vegetación

IMPACTO SOBRE LA VEGETACIÓN						
Medio impactado		BIOLÓGICO				
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACION CUALITATIVA	Negativo	Total	Total	Inmediato	Permanente	Mediano plazo
VALORACION CUANTITATIVA	-1	12	8	4	4	2
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	SINERGI	ACUMULACION	EFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de la manifestación	Incremento progresivo	Relación causa-efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACION CUALITATIVA	Mediano plazo	Sinérgico	Acumulativo	Directo	Continuo	
VALORACION CUANTITATIVA	2	2	4	4	4	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			-54	NIVEL DE IMPORTANCIA		SEVERO

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental*.

Anexo 15. Pérdida o deterioro del Hábitat de Aves

PÉRDIDA O DETERIORO DEL HÁBITAT DE AVES						
Medio impactado		BIOLÓGICO				
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACION CUALITATIVA	Negativo	Alta	Extenso	Inmediato	Permanente	Irreversible
VALORACION CUANTITATIVA	-1	4	4	4	4	4
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	SINERGI	ACUMULACION	EFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de la manifestación	Incremento progresivo	Relación causa-efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACION CUALITATIVA	Irecuperable	Sin sinergia	Simple	Directo	Continuo	
VALORACION CUANTITATIVA	8	1	1	4	4	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			-42	NIVEL DE IMPORTANCIA		MODERADO

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental*.

Anexo 16. Alteración de la calidad de vida de los mamíferos

ALTERACION DE LA CALIDAD DE VIDA DE LOS MAMIFEROS						
Medio impactado		BIOLÓGICO				
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACION CUALITATIVA	Negativo	Muy alta	Extenso	Inmediato	Permanente	Mediano plazo
VALORACION CUANTITATIVA	-1	8	4	4	4	2
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	SINERGIAS	ACUMULACION	EFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de manifestación	Incremento progresivo	Relación causa-efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACION CUALITATIVA	Mediano plazo	Sinérgico	Simple	Directo	Discontinuo	
VALORACION CUANTITATIVA	2	2	1	4	1	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			-36	NIVEL DE IMPORTANCIA		MODERADO

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental*.

Anexo 17. Colisión de Aves y murciélagos con aerogeneradores

COLISION DE AVES Y MURCIÉLAGOS CON AEROGENERADORES						
Medio impactado		MEDIO BIOLÓGICO				
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACION CUALITATIVA	Negativo	Alta	Total	Inmediato	Permanente	Irreversible
VALORACION CUANTITATIVA	-1	4	12	4	4	4
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	SINERGIAS	ACUMULACION	EFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de la manifestación	Incremento progresivo	Relación causa-efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACION CUALITATIVA	Mitigable	Muy Sinérgico	Acumulativo	Directo	Periódico	
VALORACION CUANTITATIVA	4	4	4	4	2	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			-58	NIVEL DE IMPORTANCIA		SEVERO

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental*.

Anexo 18. Alteración en el hábitat de reptiles y anfibios

ALTERACIÓN EN EL HÁBITAT DE REPTILES Y ANFIBIOS						
Medio impactado		MEDIO BIOLÓGICO				
CRITERIO	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD
		IN	EX	MO	PE	RV
DESCRIPCIÓN	Naturaleza del impacto	Grado de destrucción	Área de influencia	Plazo de manifestación	Permanencia del efecto	Recuperación por medios naturales
VALORACIÓN CUALITATIVA	Negativo	Alta	Extensa	Inmediato	Permanente	Mediano Plazo
VALORACIÓN CUANTITATIVA	-1	4	4	4	4	4
CRITERIO	RECUPERABILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFFECTO	PERIODICIDAD	
	RC	SI	AC	EF	PR	
DESCRIPCIÓN	Reconstrucción por medios humanos	Potenciación de la	Incremento progresivo	Relación causa-efecto	Regularidad de la manifestación	
VALORACIÓN CUALITATIVA	Mediano Plazo	Sinérgico	Simple	Directo	Continuo	
VALORACIÓN CUANTITATIVA	2	2	1	4	4	
VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO			-35	NIVEL DE IMPORTANCIA	MODERADO	

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental.*

Anexo 19. Estado de los componentes de los Sistemas Rurales

Estado de los Componentes de los Sistemas Rurales ¹										
Estado Físico	Microcuenca		Obra Toma		L. Conducción		Tanque		Red de Dist.	
	Cant	%	Cant	%	Cant	%	Cant	%	Cant	%
Bueno	3	19	5	33	7	47	5	33	3	20
Regular	8	50	7	47	7	47	9	60	7	47
Malo	5	37	3	20	1	6	1	7	5	33

1 Información levantamiento SANAA

Fuente: CODESA (2020). *Estudio de evaluación del impacto ambiental.*

Anexo 20. Estimación de pérdidas de campo

Estimación de pérdidas	Descripción
Pérdidas por Estela	El efecto de estela es la influencia agregada en la producción de energía del parque eólico que resulta de los cambios en la velocidad del viento causados por el impacto de las turbinas entre sí. El efecto de estela se calcula mediante el Modelo de estela de Jensen adaptado por ENERCOM.
Pérdidas por estela internas.	Son los efectos de estela internos en el parque eólico y generado por las turbinas eólicas como parte del análisis de predicción energética y que tendrá impacto en la producción de energía del parque eólico.
Reducciones / Estrategias operativas	
Gestión sectorial.	Para evitar excedencias de la carga de la turbina, una estrategia de gestión sectorial que incluya, por ejemplo, cabeceo de las aspas o palas, reducción de potencia o apagado para ciertos sectores y velocidades del viento pueden aplicarse a algunas turbinas. Esta pérdida se calcula mediante un enfoque variable en el tiempo con el llamado año climatológico, que se supone representativo del sitio.

Fuente: Parque Eolico Yauyupe San Lucas S.A. [PEYSSA] (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauyupe (HN)*.

Anexo 20. Tipo de Turbina P.5

Características	Datos
Cantidad	20
Tipo de turbina	E-147 EP5 E2
Potencia	5 MW
Altura del cubo	126 m
Diámetro del rotor	147 m

Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauyupe (HN)*.

Anexo 21. **Sumaria de estimación de Campo**

Capacidad del parque eólico	100.00	[MW]
Producción bruta de energía	489 112	[MWh/y]
Pérdidas totales	-1.7 %	

Continuación apéndice 21.

Perdidas de Estelas	-1.1 %	Especifico del Proyecto
Pérdidas internas de estelas	1.1 %	Especifico del Proyecto
Restricciones / Estrategias operacionales	-0.6 %	
Gestión del Sector	-0.6 %	Especifico del Proyecto
Net AEP (P50)	480 618	[MWh/y]
Horas de carga completa	4 806	[h/y]
Factor de capacidad	54.9 %	

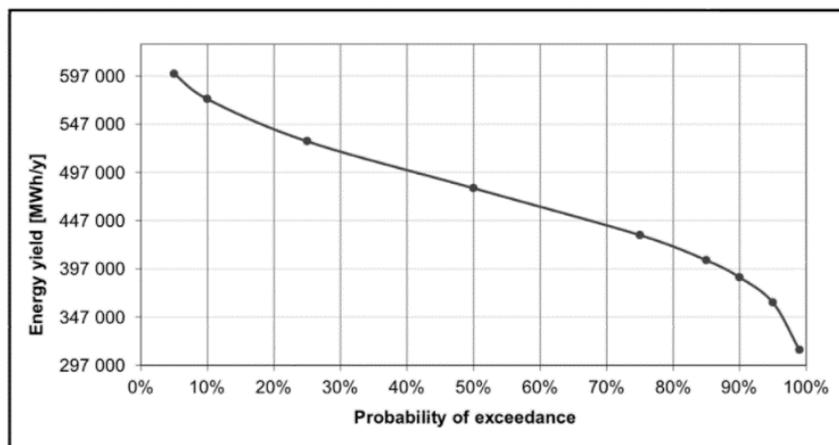
Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauype (HN)*.

Anexo 22. Incertidumbre del rendimiento energético y valores

Valores P (Probabilidad de superación)	Rendimiento energético [MWh/y]
P99	312 905
P95	362 036
P90	388 227
P85	405 898
P75	431 992
P50	480 618
P25	529 243
P10	573 008
P05	599 200
Incertidumbre (20 años)	480 618

Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauupe (HN)*.

Anexo 23. Incertidumbre del rendimiento energético



Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauupe (HN)*.

Anexo 24. Estimación General del rendimiento

Running WEC No.	WEC / Mast	Coordinate system: UTM (north)-WGS84 Zone: 16			Wind turbine type	Power [kW]	(Hub) Height [m]	IEC Wind Class	Min. WEC distance [RD of closest WEC]	Air density ρ [kg/m ³]	Gross AEP [MWh/y]	Wake Loss [%]	Net AEP incl. wake loss [MWh/y]	Annual average wind speed V_{ave} [m/s]	Waked Annual average wind speed V_{waked} [m/s]
		X (East)	Y (North)	Z height ani [m]											
1	WMM M0101	498506	1522499	1550	-	-	80.0	-	-	1.007	-	-	-	5.5	-
2	WMM M0104	500140	1519420	1743	-	-	80.0	-	-	0.988	-	-	-	8.9	-
3	WMM M0106	505722	1520320	1432	-	-	80.0	-	-	1.018	-	-	-	8.1	-
4	WMM M0108	499299	1524348	1650	-	-	80.0	-	-	0.997	-	-	-	7.6	-
1	T-01	498872	1524729	1634	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	2.6	0.994	24966	3.1	24191	8.9	8.7
2	T-03	499709	1523959	1630	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	1.5	0.995	23706	1.4	23303	8.6	8.5
3	T-04	499634	1523770	1610	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	1.5	0.997	23788	1.3	23477	8.6	8.5
4	T-02	499180	1524515	1640	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	2.6	0.994	23156	0.5	23044	8.4	8.3
5	T-05	500416	1523405	1611	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	4.7	0.997	23024	0.0	23021	8.4	8.4
6	T-12	500151	1519641	1760	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	1.5	0.983	26618	1.3	26272	9.6	9.5
7	T-06	498394	1520653	1740	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	2.7	0.984	24806	1.9	24338	8.9	8.8
8	T-07	498777	1520570	1710	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	1.6	0.987	24861	0.8	24653	9.0	8.9
9	T-08	498942	1520406	1703	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	1.6	0.988	24801	0.5	24679	9.0	8.9
10	T-09	499001	1519823	1766	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	2.3	0.982	26772	1.2	26440	9.7	9.6
11	T-10	499012	1519488	1752	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	2.3	0.983	25398	3.4	24532	9.2	9.0
12	T-11	500069	1519749	1721	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	1.5	0.986	25201	0.8	25008	9.1	9.0
13	T-13	500256	1519342	1720	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	1.5	0.986	25724	1.1	25430	9.3	9.3
14	T-14	501456	1519101	1650	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	8.3	0.983	25851	3.8	24871	9.3	9.1
15	T-15	502817	1519636	1558	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	1.6	1.002	25109	0.3	25045	9.2	9.1
16	T-16	502908	1519422	1496	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	1.6	1.008	25257	0.1	25227	9.3	9.2
17	T-17	505772	1520700	1400	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	1.9	1.017	23868	0.1	23847	8.8	8.8
18	T-18	505767	1520420	1405	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	1.8	1.016	23510	0.2	23456	8.7	8.6
19	T-19	505776	1520159	1390	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	1.6	1.018	22242	0.2	22188	8.3	8.2
20	T-20	505819	1519921	1342	E-147 EP5 E2	5000	126.0	IA	1.6	1.022	20455	0.1	20427	7.8	7.7

Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauype (HN)*.

Anexo 25. Resultados principales

Setup
 AEP scaled to a full year based on number of samples
 Scaling factor from 2.0 years to 1 year: 0.555

Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 16
 At the site centre the difference between grid north and true north is: 0.0°

Wake
 Wake Model: N.O. Jensen (RISO/EMD)
Wake decay constant
 Time step turbulence based, WDC = A*TI + B
 Time series from: wmm_M0104_final_2ys - TI_enabled 126.00 m
 A B Max WDC Min WDC WDC for invalid TI
 0.4000 0.0000 0.20 0.01 0.040

Scaler/wind data
 Name: EMD Default Measurement Mast Scaler
 Used period: 2013-05-07 14:10:00 - 2015-05-07 14:00:00
 Meteo object(s): wmm_M0104_final_2ys, 80.00m - LT
 Displacement height: Omnidirectional from objects
 WAsP version: WAsP 12 Version 12.00.0128

Power correction
 Power curve correction according to IEC 61400-12-1 ed. 2

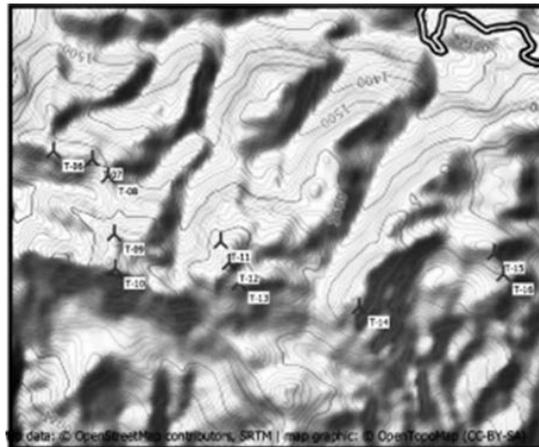
	Min	Max	Avg	Corr. [%]	Neg. corr. [%]	Pos. corr. [%]
Air density						
From air density settings [°C]	15.5	17.3	16.1			
From air density settings [hPa]	813.8	840.1	821.3			
Resulting air density [kg/m³]	0.982	1.008	0.989			
Relative to 15°C at sea level [%]	80.2	82.3	80.8	-6.9	-6.9	0.0

No turbulence correction
No shear correction
No veer correction

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Wake loss [%]	Specific results*)		Full load hours [Hours/year]	Wind speed	
				Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]		free [m/s]	wake reduced [m/s]
Wind farm	276 504.7	280 396.6	1.4	57.4	25 136.8	5 027	10.3	10.1

*) Based on wake reduced results and any curtailments.



Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yaupe (HN)*.

Anexo 26. **Análisis de Producción**

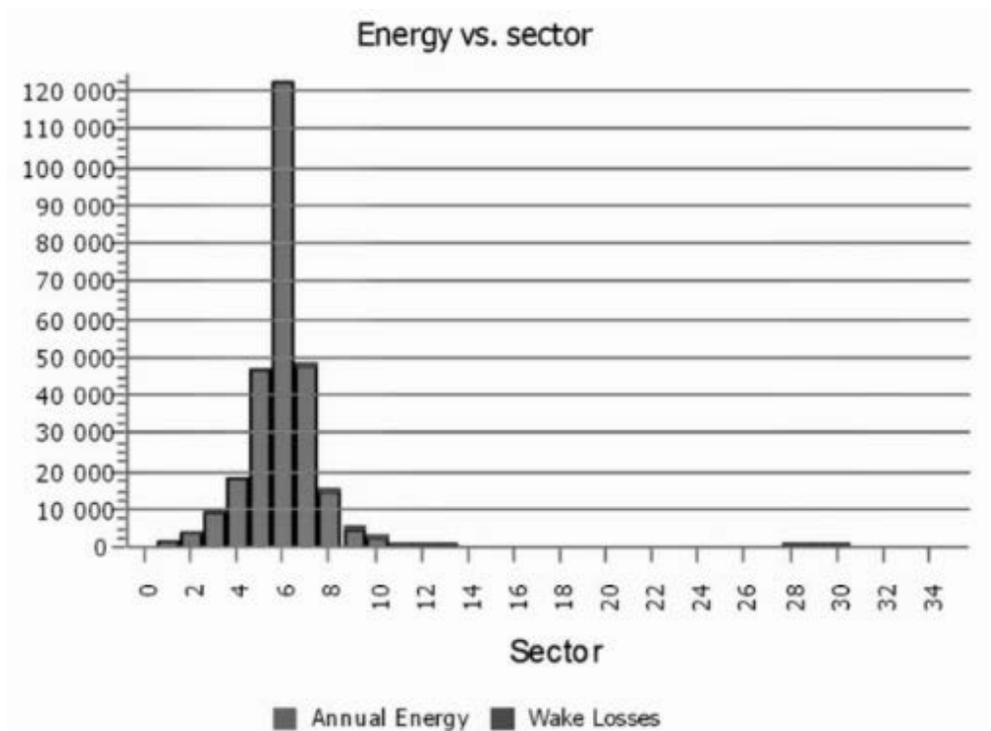
Sector	Energía basada en la rugosidad [MWh]	Disminución debido a las pérdidas de activación [MWh]	Energía Resultante [MWh]	Disminución debido a las pérdidas por activación [%]	Equivalente de carga completa [Horas/año]
0.0	374.5	44.9	329.7	12.0	6
1.1	1 377.6	33.8	1 343.8	2.5	24
2.2	3 727.5	14.3	3 713.2	0.4	68
3.3	8 818.6	0.4	8 818.2	0.0	160
4.4	18 499.7	0.0	18 499.7	0.0	336
5.5	46 832.5	0.0	46 832.5	0.0	852
6.6	122 331.9	144.1	122 187.8	0.1	2 222
7.7	48 355.2	817.1	47 538.1	1.7	864
8.8	14 965.1	679.1	14 285.9	4.5	260
9.9	4 989.0	602.7	4 386.4	12.1	80
10.10	2 689.3	483.0	2 206.3	18.0	40
11.11	1 088.0	214.3	873.7	19.7	16
12.12	756.9	144.8	612.2	19.1	11
13.13	515.0	105.5	409.5	20.5	7
14.14	289.1	82.9	206.2	28.7	4
15.15	231.3	80.3	151.1	34.7	3
16.16	77.1	28.5	48.6	37.0	1
17.17	54.6	19.7	34.9	36.1	1
18.18	45.1	11.4	33.7	25.3	1
19.19	71.9	7.9	64.0	11.0	1
20.20	167.1	3.1	164.0	1.9	3
21.21	258.8	0.1	258.8	0.0	5
22.22	214.3	0.0	214.3	0.0	4
23.23	245.3	0.0	245.3	0.0	4
24.24	228.8	0.4	228.3	0.2	4
25.25	257.0	4.8	252.2	1.9	5
26.26	193.8	5.8	188.0	3.0	3
27.27	263.3	17.9	245.4	6.8	4
28.28	629.7	84.9	544.8	13.5	10
29.29	682.0	77.9	604.1	11.4	11
30.30	426.3	53.7	372.5	12.6	7

Continuación del anexo 26.

31.31	316.8	40.6	276.2	12.8	5
32.32	166.6	31.6	134.9	19.0	2
33.33	65.4	17.8	47.7	27.1	1
34.34	76.8	13.8	63.0	18.0	1
35.35	114.6	24.8	89.8	21.6	2
Total	280 396.7	3 891.9	276 504.8	1.39	5 027

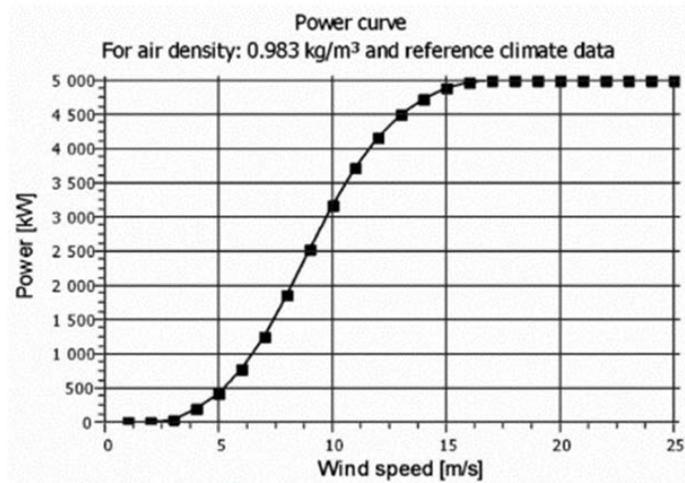
Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauype (HN)*.

Anexo 27. Análisis de Producción



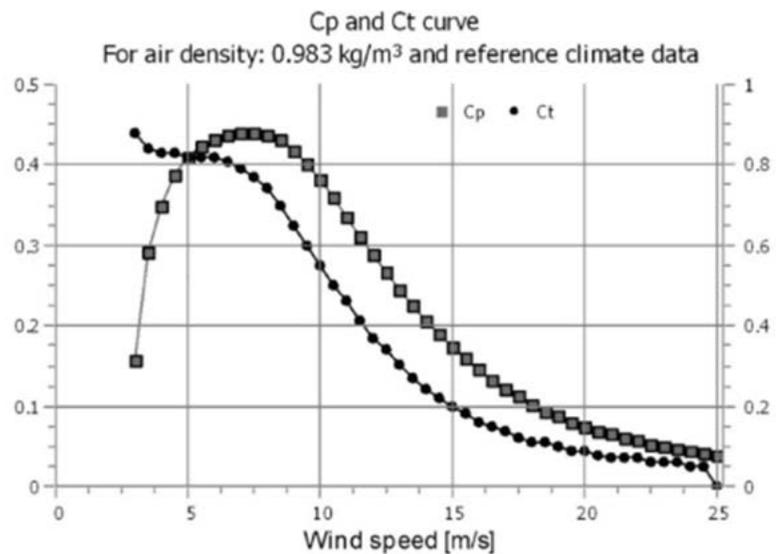
Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauype (HN)*.

Anexo 28. Análisis de la curva de potencia



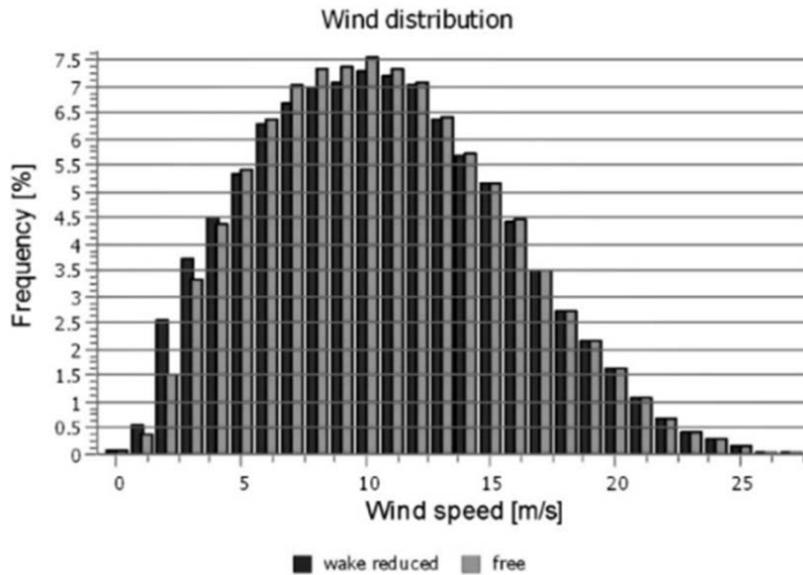
Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauype (HN)*.

Anexo 29. Curva de potencia



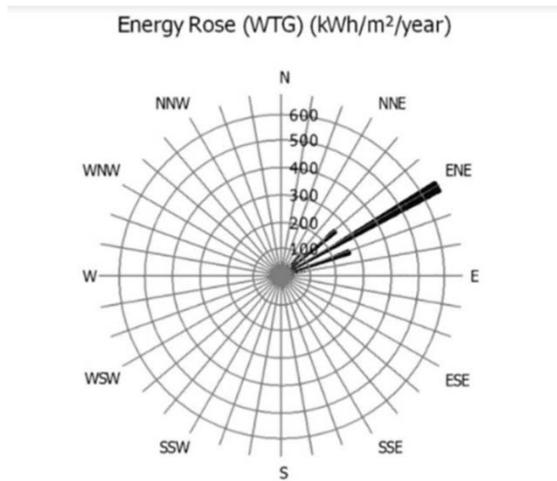
Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauype (HN)*.

Anexo 30. Análisis de datos eólicos



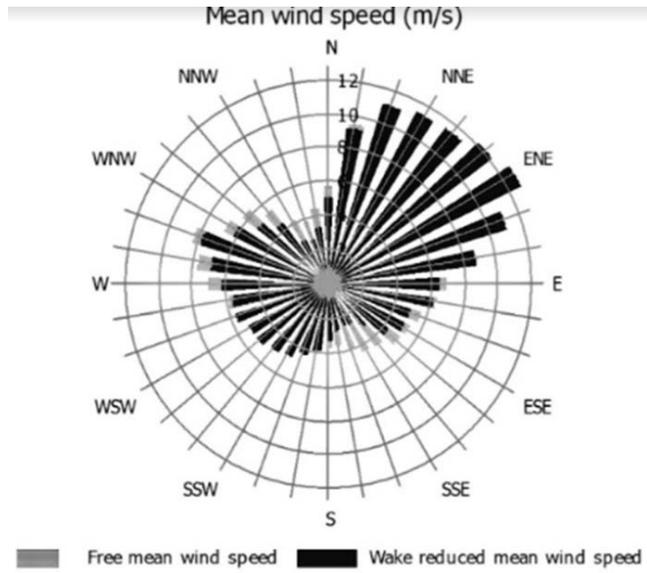
Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauype (HN)*.

Anexo 31. Rosa de Energía



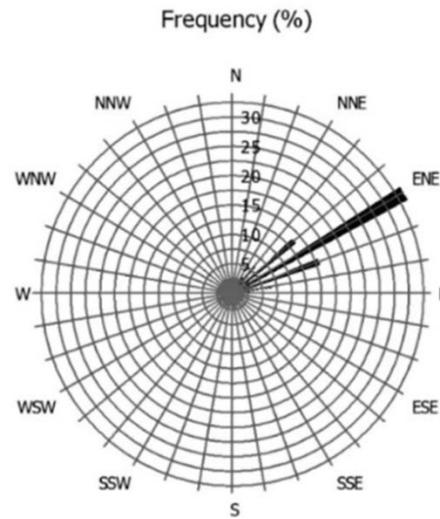
Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauype (HN)*.

Anexo 32. Frecuencia Y velocidad



Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauype (HN)*.

Anexo 33. Frecuencia



Fuente: PEYSSA (2020). *Wind Farm Engineering Report, Wind farm Yauype (HN)*.