



**FACULTAD DE POSTGRADO
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**PRE-FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA
DE 0.19MWH COMO AUTOPRODUCCIÓN Y CON
ALMACENAMIENTO BESS EN SAN ANTONIO INTIBUCÀ**

SUSTENTADO POR:

**JOSE MANUEL ENAMORADO PORTILLO
DILVER KEVIN ALVARADO CANTARERO**

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

MÁSTER EN

GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZAN, HONDURAS, C.A.

AGOSTO, 2024

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTORA

ROSALPINA RODRÍGUEZ

VICERRECTOR ACADÉMICO NACIONAL

JAVIER ABRAHAM SALGADO LEZAMA

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

DIRECTORA NACIONAL DE POSTGRADO

ANA DEL CARMEN RETTALLY VARGAS

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2024

JOSE MANUEL ENAMORADO PORTILLO
DILVER KEVIN ALVARADO CANTARERO

Todos los derechos son reservados.



FACULTAD DE POSTGRADO

PRE-FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 0.19MWH COMO AUTOPRODUCCIÓN Y CON ALMACENAMIENTO BESS EN SAN ANTONIO INTIBUCÀ

JOSE MANUEL ENAMORADO PORTILLO
DILVER KEVIN ALVARADO CANTARERO

Resumen

Esta investigación nace con la idea de contribuir en el desarrollo y crecimiento del municipio de San Antonio Intibucá, implementando las energías renovables como una solución a los problemas eléctricos que el país enfrenta por la falta del suministro de energía. Con respecto a lo anterior se estudia la falta del suministro de energía eléctrica en esta población del municipio de San Antonio, con el objetivo de abordar los problemas de caídas de voltajes por parte de la ENEE, solventando dichos problemas con una planta solar fotovoltaica que ayude abastecer la demanda eléctrica sin interrupciones de energía en la población.

La investigación está fundamentada bajo un enfoque mixto, por combinación de metodologías, Cuantitativa y Cualitativa; siendo lo Cuantitativo, fundamentado en Hipótesis, y lo Cualitativo, basado en preguntas de investigación, con sentido interpretativo.

Palabras claves: baterías, fotovoltaica, radiación solar, paneles, pre-factibilidad



GRADUATE SCHOOL

**PRE-FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA
DE 0.19MWH COMO AUTOPRODUCCIÓN Y CON
ALMACENAMIENTO BESS EN SAN ANTONIO INTIBUCÀ**

JOSE MANUEL ENAMORADO PORTILLO
DILVER KEVIN ALVARADO CANTARERO

Abstract

This research was born with the idea of contributing to the development and growth of the municipality of San Antonio Intibucá, implementing renewable energies as a solution to the electrical problems that the country faces due to the lack of energy supply. With respect to the above, the lack of electricity supply in this town in the municipality of San Antonio is studied, with the aim of addressing the problems of voltage drops by the ENEE, solving these problems with a photovoltaic solar plant that helps supply the electricity demand without power interruptions in the population.

The research is based on a mixed approach, by combining quantitative and qualitative methodologies; being the Quantitative, based on Hypotheses, and the Qualitative, based on research questions, with an interpretive sense.

Palabras claves: batteries, photovoltaics, solar radiation, panels, pre-feasibility

DEDICATORIA

En primera instancia dedicamos nuestra tesis a Dios por brindarnos salud, entendimiento, sabiduría y fuerzas en cada uno de los objetivos que nos propusimos como seres humanos para penetrar en lo que es el maravilloso mundo del conocimiento en las diferentes áreas de la ciencia, luego a nuestros padres, a toda la familia que siempre están pendientes en los buenos y malos momentos de nuestras vidas y todo ese entorno de amistades que nos rodean en la actualidad.

© Copyright 2024

**JOSE MANUEL ENAMORADO PORTILLO
DILVER KEVIN ALVARADO CANTARERO**

Todos los derechos son reservados.

AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a Dios por permitirnos realizar este objetivo con salud y aprendizaje. Luego a nuestros amigos y compañeros del área de energías renovables, al Phd. Wilfredo Flores por habernos apoyado con gran voluntad en asesoría temática para la aplicabilidad de la tesis y aportaciones de ideas relevantes que fueron de gran ayuda para nosotros. A toda nuestra familia por ese gran apoyo incondicional tanto económico como emocional. Por último, a todos los que nos colaboraron con la aplicación de la encuesta en el municipio por esa gran disposición en ayudarnos y a toda la población de san Antonio Intibucá, la cual le agradecemos por la información brindada que fue de mucha importancia para lograr resultados y conclusiones reales.

© Copyright 2024

**JOSE MANUEL ENAMORADO PORTILLO
DILVER KEVIN ALVARADO CANTARERO**

Todos los derechos son reservados.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ix
AGRADECIMIENTO	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	xi
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	3
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	5
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	7
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	11
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	21
FLUJOGRAMA	21
2.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	22
2.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA.....	22
2.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO.....	24
2.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	24
2.2 ENFOQUE Y MÉTODOS	26
2.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	28
4.1 INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	28
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	5
5.1. CONCLUSIONES	5
5.2. RECOMENDACIONES	6
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	7
ANEXOS	10
Anexo 1 INFORME DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	10

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios la energía eléctrica se ha vuelto una necesidad de la humanidad, debido a que gracias a ella se desarrollan actividades industriales (agricultura, ganadería, entre otras), esto ha llevado a, los países a crear formas convencionales o alternativas para poder tener fuentes de generación de energía eléctrica, en ese sentido, Honduras no es la excepción, existen formas diversas de poder generar dicha energía eléctrica. En donde es fundamental poderla distribuir en las comunidades para poder llevar desarrollo Socio-Económico.

En san Antonio Intibucá, lugar fronterizo con El Salvador, cuenta con una población de 5,886 habitantes de los cuales 2,860 son hombres y 3,026 mujeres, siendo un lugar rural que tiene grandes dificultades de energía eléctrica y esto afecta las necesidades de la población en diferentes áreas como ser: educación, salud, agricultura, proyectos de agua y otras áreas que contribuyen al desarrollo integral del municipio.

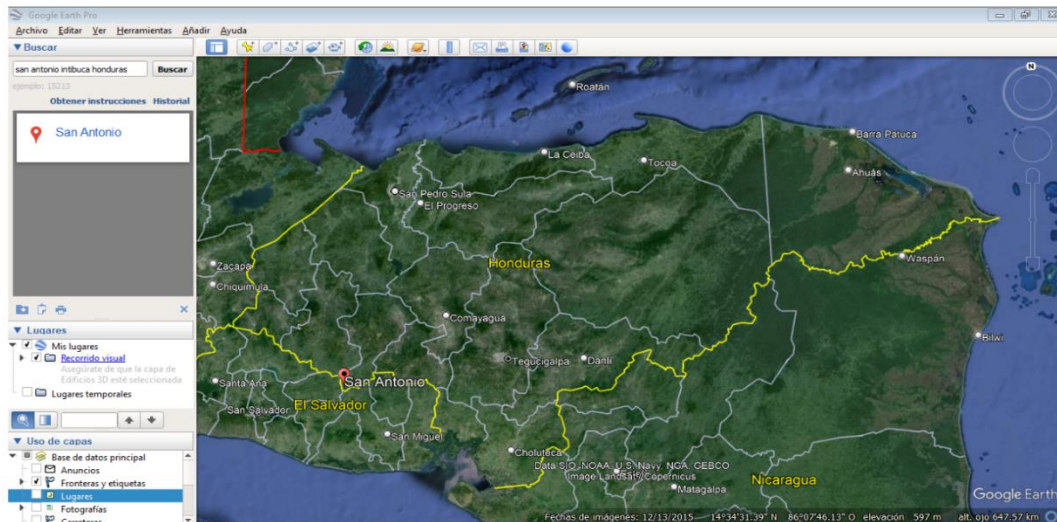


Figura 1.1.2 ubicación de san Antonio Intibucá, Honduras.

Fuente: (elaboración propia,2024)

Desde la perspectiva del suministro energético presenta diferentes problemáticas como ser racionamientos de energía, caída de tensión por la distancia de la subestación ubicada en Comayagua, problemas de armónicos y frecuencia la cual afecta la calidad del servicio.

Desde la panorámica de las energías eléctricas renovables, planteamos a través de implementar una planta fotovoltaica de 0.19mwh con almacenamiento BESS (Battery Energy Storage System o Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías) que permita suplir las necesidades del municipio y que esta cuente con un almacenamiento de baterías para guardar la energía generada.

Este lugar de san Antonio Intibucá cuenta con todas las características que darían lugar a establecer la planta fotovoltaica ya que cuenta con un clima donde la temporada de verano e invierno el clima es muy cálido con temperaturas superiores a los 37° c durante todo el año.

Este proyecto tendrá un gran impacto a nivel energético ya que genera energía eléctrica para la población y serviría como autosuficiencia energética, esto reduciría la dependencia por parte de la ENEE que sufre constantes variaciones de voltaje que afectan a toda la población del municipio de san Antonio Intibucá.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

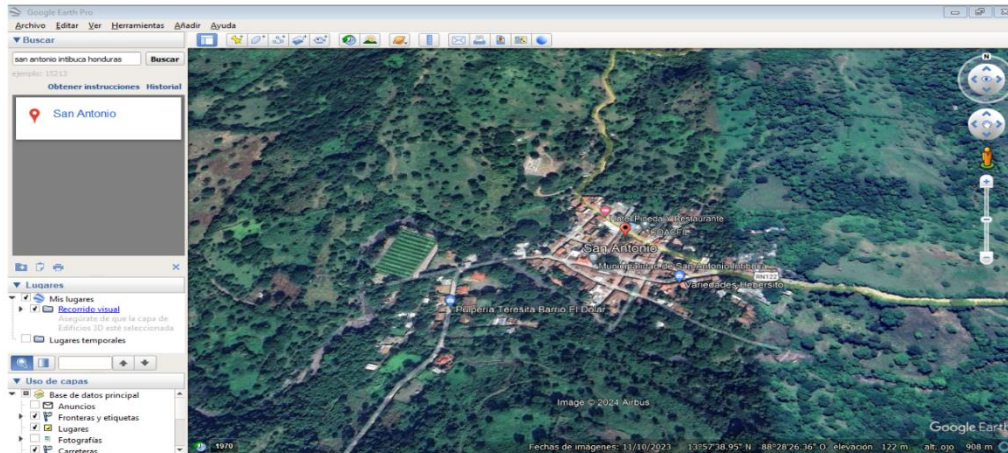


Figura 1.2.1 ubicación de san Antonio Intibucá, Honduras.

Fuente: (elaboración propia,2024)

San Antonio Intibucá es un municipio ubicado en el occidente de honduras que, al pasar de los años ha tenido problemas de energía eléctrica, afectando a varios sectores como ser: educación, salud, agricultura, proyectos de agua entre otros, el servicio eléctrico proviene del circuito CYG L317 ubicado en el departamento de Intibucá, este circuito trae una trayectoria de larga distancia ya que viene desde la subestación de Comayagua afectando así las variaciones de voltaje de dicho recorrido.

Desde 1990 que llego el servicio eléctrico a san Antonio Intibucá a medida que viene aumentando la población, el sistema eléctrico no da abasto por parte de la ENEE a toda la población que toma la energía de este circuito CYG L317 y san Antonio es el municipio más afectado ya que es el municipio que está más lejano a la subestación eléctrica, con ello teniendo variaciones de voltaje que afectan a los diferentes aparatos electrónicos en los hogares.

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que aprovecha la radiación solar para generar electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Esta tecnología presenta múltiples ventajas, como su bajo impacto ambiental, su alta disponibilidad, su reducido costo de operación y mantenimiento, y su capacidad de adaptarse a diferentes condiciones geográficas y climáticas.

Sin embargo, también enfrenta algunos desafíos, como su intermitencia, su dependencia de la red eléctrica, su necesidad de almacenamiento y su competencia con otras fuentes de energía.

A nivel mundial, la energía solar fotovoltaica ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas, impulsado por la conciencia ambiental, la innovación tecnológica, la reducción de costos y las políticas de incentivo. Según el informe de la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA), la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica alcanzó los 580 GW en 2019, lo que representa el 23% de la capacidad total de energía renovable en el mundo. Los países con mayor capacidad instalada de energía solar fotovoltaica son China, Estados Unidos, Japón, Alemania e India.

En el caso de Honduras, la energía solar fotovoltaica también ha tenido un desarrollo significativo en los últimos años, gracias al marco legal favorable, al recurso solar abundante y a la demanda creciente de electricidad. Según el informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Honduras es el líder regional en la generación de energía solar fotovoltaica, con una capacidad instalada de 433 MW en 2018, lo que representa el 10% de la matriz energética nacional. La mayor parte de la capacidad instalada corresponde a proyectos de gran escala, conectados a la red eléctrica nacional, que se benefician de un contrato de compra de energía (PPA) con la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).

En este sentido, se ha identificado una laguna en la literatura sobre la evaluación de la pre-factibilidad de proyectos de energía solar fotovoltaica como autoproducción en Honduras, especialmente en zonas rurales con alto potencial solar y baja cobertura eléctrica. Por ello, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la pre-factibilidad de una planta fotovoltaica de 0.3MWh como autoproducción en San Antonio, Intibucá, Honduras, una localidad ubicada en el occidente del país, con una población de 5,886 habitantes y una radiación solar promedio de 5.5 kWh/m²/día. Con este estudio se pretende aportar al conocimiento sobre la viabilidad y el impacto de la energía solar fotovoltaica como autoproducción en Honduras, y contribuir al desarrollo de las energías renovables en el país.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que aprovecha la radiación solar para generar electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Esta tecnología presenta múltiples ventajas, como su bajo impacto ambiental, su alta disponibilidad, su reducido costo de operación y mantenimiento, y su capacidad de adaptarse a diferentes condiciones geográficas y climáticas. Sin embargo, también enfrenta algunos desafíos, como su intermitencia, su dependencia de la red eléctrica, su necesidad de almacenamiento y su competencia con otras fuentes de energía.

En Honduras, la energía solar fotovoltaica ha tenido un desarrollo significativo en los últimos años, gracias al marco legal favorable, al recurso solar abundante y a la demanda creciente de electricidad. Sin embargo, la mayor parte de la capacidad instalada corresponde a proyectos de gran escala, conectados a la red eléctrica nacional, que se benefician de un contrato de compra de energía con la Empresa Nacional de Energía Eléctrica. Por otro lado, existen pocas experiencias de proyectos de pequeña y mediana escala, que pueden operar como sistemas aislados o como sistemas de autoproducción, es decir, que generan electricidad para el consumo propio y venden el excedente a la red eléctrica. Estos proyectos pueden contribuir a mejorar la seguridad energética, la diversificación de la matriz energética, la reducción de las pérdidas técnicas y no técnicas, la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y el desarrollo socioeconómico de las comunidades locales.

Para la implementación de estos proyectos se requiere realizar una evaluación de la prefactibilidad técnica, económica, que permita determinar la viabilidad y rentabilidad de la inversión, así como los beneficios y los impactos que se generarían. Esta evaluación implica considerar una serie de factores, como la radiación solar, la demanda eléctrica, el costo y la eficiencia de los equipos, el diseño y la ubicación del sistema, el marco regulatorio, el análisis financiero, el análisis de riesgos, el análisis ambiental y el análisis social.

Sin embargo, se ha identificado una laguna en la literatura sobre la evaluación de la prefactibilidad de proyectos de energía solar fotovoltaica como autoproducción en Honduras, especialmente en zonas rurales con alto potencial solar y baja cobertura eléctrica. Por ello, el presente estudio plantea el siguiente problema de investigación:

1.3.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Existe la pre-factibilidad técnica, económica de una planta fotovoltaica de 0.19MWh como autoproducción en San Antonio, Intibucá, Honduras?

1.3.2.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACION

¿Se podrá estimar la radiación solar y la demanda eléctrica de la localidad de San Antonio, Intibucá, Honduras?

¿se podrá estimar el costo de los equipos necesarios para la instalación de la planta fotovoltaica?

¿se podrá diseñar y ubicar el sistema fotovoltaico en un mapa de acuerdo a las situaciones geográficas y condiciones estándar para un proyecto de este tipo?

¿Cómo se puede analizar la rentabilidad del proyecto, desde el punto de vista financiero?

Este problema es relevante porque contribuye al conocimiento sobre la viabilidad y el impacto de la energía solar fotovoltaica como autoproducción en Honduras, y al desarrollo de las energías renovables en el país. Este problema es original porque no ha sido abordado o resuelto por otros investigadores, y presenta una oportunidad de innovación y de generación de valor agregado. Este problema es factible porque se puede resolver o responder mediante el método científico y los recursos disponibles, tales como datos, equipos, software, etc. Este problema es específico porque se entiende de una sola manera, y se relaciona con las variables que se van a estudiar, tales como la radiación solar, la demanda eléctrica, el costo de la inversión, la rentabilidad del proyecto, el impacto ambiental y social, etc. Este problema está delimitado porque se define en términos de tiempo, espacio y tema, es decir, se refiere a una planta fotovoltaica de 0.19 Mwh como autoproducción en San Antonio, Intibucá, Honduras, en el año 2024.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 GENERAL

Evaluar la pre-factibilidad técnica, económica de una planta fotovoltaica de 0.19MWh como autoproducción en San Antonio, Intibucá, Honduras.

1.4.2 ESPECÍFICOS

1. Estimar la radiación solar y la demanda eléctrica de la localidad de San Antonio, Intibucá, Honduras.
2. Estimar el costo de los equipos necesarios para la instalación de la planta fotovoltaica.
3. Diseñar y ubicar el sistema fotovoltaico en un mapa de acuerdo a las situaciones geográficas y condiciones estándar para un proyecto de este tipo.
4. Analizar la rentabilidad del proyecto, desde el punto de vista financiero.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Este documento tiene como propósito evaluar la pre-factibilidad técnica, económica, de una planta fotovoltaica de 0.19MWh como autoproducción en San Antonio, Intibucá, Honduras. Este estudio es importante y relevante porque contribuye al conocimiento sobre la viabilidad y el impacto de la energía solar fotovoltaica como autoproducción en Honduras y al desarrollo de las energías renovables en el país, El suministro de energía eléctrica en el municipio de san Antonio Intibucá, es una problemática que está presente de manera continua, con fallas en el servicio de energía eléctrica, que recurrentemente suelen pasar, en este sentido el Proyecto fotovoltaico vendrá a suplir esta necesidad a la población.

La planta fotovoltaica servirá como reforzamiento al sistema eléctrico de la ENEE ayudando a solventar las caídas de voltaje que continuamente afectan al municipio de san Antonio Intibucá, fomentando también que la energía solar es una herramienta clave en la transición hacia un sistema energético más sostenible, proporcionando electricidad limpia y renovable para satisfacer las necesidades de energías actuales y futuras.

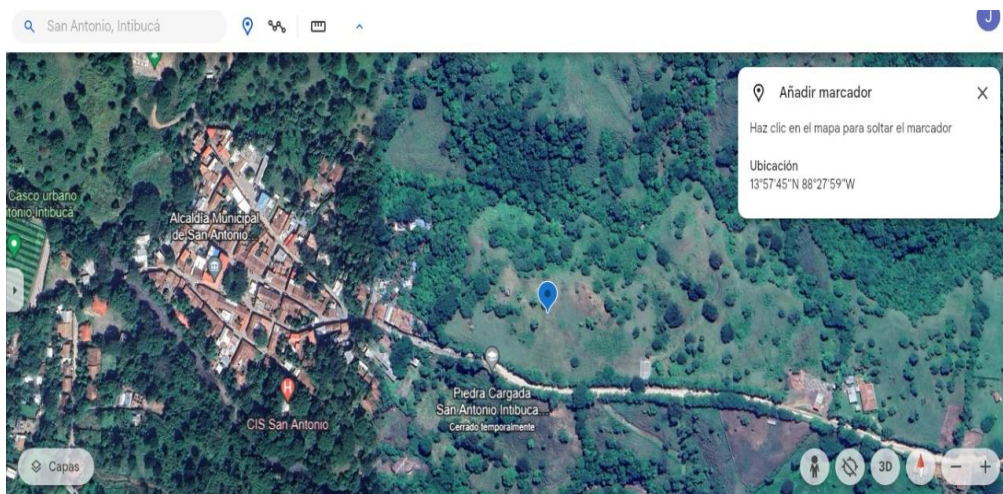


Figura 1.5.1 ubicación de la planta fotovoltaica en San Antonio Intibucá.

Fuente: (elaboración propia,2024)

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que aprovecha la radiación solar para generar electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Esta tecnología presenta múltiples ventajas, como su bajo impacto ambiental, su alta disponibilidad, su reducido costo de operación y mantenimiento, y su capacidad de adaptarse a diferentes condiciones geográficas y climáticas. Sin embargo, también enfrenta algunos desafíos, como su intermitencia, su dependencia de la red eléctrica, su necesidad de almacenamiento y su competencia con otras fuentes de energía.

En Honduras, la energía solar fotovoltaica ha tenido un desarrollo significativo en los últimos años, gracias al marco legal favorable, al recurso solar abundante y a la demanda creciente de electricidad. Sin embargo, la mayor parte de la capacidad instalada corresponde a proyectos de gran escala, conectados a la red eléctrica nacional, que se benefician de un contrato de compra de energía con la Empresa Nacional de Energía Eléctrica. Por otro lado, existen pocas experiencias de proyectos de pequeña y mediana escala, que pueden operar como sistemas aislados o como sistemas de autoproducción, es decir, que generan electricidad para el consumo propio y venden el excedente a la red eléctrica. Estos proyectos pueden contribuir a mejorar la seguridad energética, la diversificación de la matriz energética, la reducción de las pérdidas técnicas y no técnicas, la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y el desarrollo socioeconómico de las comunidades locales.

Para la implementación de estos proyectos se requiere realizar una evaluación de la factibilidad técnica, económica, ambiental y social, que permita determinar la viabilidad y rentabilidad de la inversión, así como los beneficios y los impactos que se generarían. Esta evaluación implica considerar una serie de factores, como la radiación solar, la demanda eléctrica, el costo y la eficiencia de los equipos, el diseño y la ubicación del sistema, el marco regulatorio, el análisis financiero, el análisis de riesgos, el análisis ambiental y el análisis social.

- Con este estudio se espera obtener los siguientes beneficios y aportes: A nivel técnico, se espera obtener un diseño óptimo y eficiente del sistema fotovoltaico, que garantice el suministro eléctrico de la localidad y la conexión con la red eléctrica nacional.
- A nivel económico, se espera obtener un análisis financiero que demuestre la rentabilidad del proyecto, considerando los ingresos por venta de energía excedente, los costos de inversión, operación y mantenimiento, y los indicadores financieros como el valor actual neto, la tasa interna de retorno y el periodo de recuperación de la inversión.

De esta manera, se justifica la realización de este estudio, que contribuirá al desarrollo de las energías renovables en Honduras y al conocimiento sobre la viabilidad y el impacto de la energía solar fotovoltaica como autoproducción en zonas rurales.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTOS DE LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

(Alonso, 2024) Describió que la energía fotovoltaica se obtiene como resultado de la conversión de la energía procedente del Sol en electricidad gracias al efecto fotoeléctrico que se produce mediante el tratamiento químico (llamado dopado) al que se somete el silicio que compone las células solares.

Sin embargo (Adler, y otros, 2013, pág. 3) opinan que, la energía solar fotovoltaica es la energía procedente del Sol que se convierte en energía eléctrica de forma directa, sin ninguna conversión intermedia. Se produce mediante generadores fotovoltaicos compuestos por módulos fotovoltaicos conectados entre sí que a su vez están compuestos por unidades básicas denominadas células solares o fotovoltaicas.

2.2 LA RADIACIÓN SOLAR

(Caballero, 2018, pág. 7) Describe que una fuente de energía es la radiación electromagnética solar. La cual se estima es una fuente que puede suministrar miles de años de energía. El Sol emite radiaciones a lo largo del espectro electromagnético, desde el infrarrojo hasta el ultravioleta.

(Adler, y otros, 2013, pág. 3) Afirman que el Sol genera energía mediante reacciones nucleares de fusión que se producen en su núcleo. Esta energía recibe el nombre de radiación solar, se transmite en forma de radiación electromagnética y alcanza la atmosfera terrestre en forma de conjunto de radiaciones o espectro electromagnético con longitudes de onda que van de 0,15 μm a 4 μm aproximadamente.

Honduras se encuentra en una de las regiones de mayor insolación del planeta, localizada en el amplio cinturón ecuatorial entre 15° de latitud norte y 15° de latitud sur, zona caracterizada por una alta humedad, gran nubosidad, leves variaciones estacionales y elevada proporción de radiación difusa con un promedio anual total de 2,300 horas de brillo solar. La zona central del país tiene un promedio diario mensual de 6.7 horas". (Barahona, 2008)

Específicamente en la zona de desarrollo del proyecto estas son las proyecciones según SOLARGIS la zona sur de Intibucá permite en teoría una producción de 5.6 a 6 kw/m² al día y en el año 2,045 2,191 Kw/m²

2.3 EFECTO FOTOELECTRICO

(Rodríguez-Meza, Cervantes-Cota, & Jorge L., 2006) describe que el efecto fotovoltaico se atribuye el descubrimiento del efecto fotoeléctrico a Heinrich Hertz en 1887, al tratar de probar la teoría de Maxwell sobre la radiación electromagnética, en esencia ondulatoria. ¡Qué contradicción! ya que fue la primera prueba experimental contundente a favor de la teoría de Maxwell, pero a su vez abrió el camino para los experimentos que mostraron el carácter corpuscular de la luz.

(Celis Opina, Jaramillo, Jaramillo Ramos, & Montoya Giraldo, 2020) opinan que el efecto fotoeléctrico se encuentra directamente relacionado con el comportamiento dual de la materia como onda y partícula. Desde la física clásica no era posible dar esa connotación al comportamiento de la materia y principalmente a la luz. Hay que tener presente que gracias a las aplicaciones del efecto fotoeléctrico como primicia de la mecánica cuántica es posible acceder al beneficio de aparatos e instrumentos que sin él sería imposible apreciar y por ende utilizar.

2.4 CELDAS FOTOVOLTAICAS

(Huerta Mascotte, Mata Chávez, Ruth Ivonne, & Ayala, 2016, pág. 31) Describieron que la celda es un material o dispositivo tiene características fotovoltaicas cuando al exponerse a la luz, la que se absorbe por el material, es capaz de transformar la energía de los fotones en energía eléctrica, con la cual se obtiene una corriente y un voltaje. La naturaleza espectral de la luz es importante para el diseño de este tipo de dispositivos.

(Carbonell, s.f.) explica que las celdas fotovoltaicas o celdas solares, son el componente básico de las placas solares y tienen como función transformar la radiación solar en electricidad. ¿Sabes cómo son y cómo funcionan? Las celdas solares son dispositivos electrónicos que forman la base de toda instalación solar fotovoltaica. En este artículo explicamos cómo son las celdas solares, como se originaron y vemos todos los tipos de celdas fotovoltaicas. Conoceremos las características de cada tipo de celda solar y sus rendimientos.

(Carbonell, s.f.) En cuanto al origen de la palabra fotovoltaico, debemos saber que es una combinación de dos términos. El primero “foto” que proviene del griego “phos” y significa “luz” y el segundo “-voltaico” en honor al físico italiano Alejandro Volta, inventor y desarrollador de la pila eléctrica. En cuanto al origen técnico de las celdas solares, se debe a físico Max Plank y su teoría cuántica. No obstante, fue Albert Einstein quién en 1905 explicó el efecto fotoeléctrico, con la aplicación teórica que es el origen de las celdas fotovoltaicas.

2.5 MODULOS FOTOVOLTAICOS

Desde el punto de vista de la aplicación de los sistemas fotovoltaicos para la obtención de la electricidad, es necesaria la asociación de células fotovoltaicas hasta obtener una potencia de generación deseada, que dependerá del tipo de instalación y adaptación de corriente. Esta asociación se materializa, en primer lugar, en el módulo fotovoltaico, que es el dispositivo comercial ya acabado consistente en una asociación de células fotovoltaico siguiendo una configuración serie-paralelo determinada y preparado para su instalación exterior. De la misma manera que las células fotovoltaicas se asocian para formar el módulo fotovoltaico, los módulos se asocian entre sí, en serie y en paralelo, hasta obtener la potencia deseada para el tipo de aplicación al que se vayan a destinar.

(Adler, y otros, 2013, pág. 17) describen que un módulo fotovoltaico está compuesto por:

Cubierta frontal. Suele ser de vidrio templado de entre 3 y 4 mm de espesor, con muy buena transmisión de la radiación solar, proporciona protección contra los agentes atmosféricos y los impactos (granizo, actos vandálicos, etc.). La superficie exterior del vidrio es anti reflexiva y esta tratada para impedir la retención del polvo y la suciedad. La superficie interior generalmente es rugosa, lo que permite una buena adherencia con el encapsulante de las células, además de facilitar la penetración de la radiación solar.

Encapsulante. En la mayoría de los módulos se emplea etil-vinil-acetato. En contacto directo con las células, protege las conexiones entre las mismas y aporta resistencia contra vibraciones e impactos. Además, proporciona el acoplamiento con la cubierta frontal y la protección posterior. Al igual que la cubierta frontal, permite la transmisión de la radiación solar y no se degrada con la radiación ultravioleta.

Cubierta posterior. Se utiliza una capa de polivinilo fluoruro (PVF, comercialmente denominado TEDLAR) o de poliéster. Junto con la cubierta frontal, protege al módulo de la humedad y otros agentes atmosféricos y lo aísla eléctricamente. De naturaleza opaca, es habitual que sea de color blanco para reflejar la luz solar que no recogen las células sobre la cara posterior rugosa de la cubierta frontal, que la refleja de nuevo hacia las células. Algunos fabricantes ponen está cubierta de vidrio para aprovechar la radiación solar reflejada que puede recogerse por la parte posterior del módulo. Para ello las células solares incluyen capas de silicio amorfo que recoge esta radiación.

Marco. La mayoría de los fabricantes utilizan aluminio anodizado. Proporciona rigidez y resistencia mecánica al módulo, además de un sistema de fijación. Puede incorporar una conexión para la toma de tierra. Nunca se debe mecanizar, porque las vibraciones pueden romper el cristal de la cubierta frontal.

Conexiones. Situadas en la parte posterior del módulo, habitualmente consiste en una caja con una protección recomendada contra el polvo y el agua IP-65, fabricada con materiales plásticos resistentes a las temperaturas elevadas, que en su interior incorpora los bornes de conexión positivo y negativo del módulo y los diodos de paso (diodos by-pass). El uso de prensaestopas para el paso de cables mantiene la protección contra el polvo y el agua.

Células. El conexionado de las células de un módulo fotovoltaico se realiza con cintas metálicas soldadas o incrustadas sobre la rejilla de conexión eléctrica de la cara frontal de cada célula. La interconexión entre células se realiza uniendo las cintas de la cara frontal (negativo) de una célula con la cara posterior (positivo) de la célula siguiente.

2.5.1 CELDAS MONOCRISTALINAS

Según (paredes vazquez, paul, camacho, Noe Guadalupe, & Luis Martin , 2018, pág. 3) Las Células de silicio monocristalino, poseen una estructura uniforme, se fabrican en unos cilindros, que posteriormente son cortados en hojas delgadas, la fabricación de las mismas es lento y al mismo tiempo se consume mucha energía en el proceso de fabricación, aumentando los costos de producción, por razones de eficiencia este tipo de paneles fotovoltaicos son menos utilizados, disminuyendo su presencia en el mercado. La Células de silicio policristalino contiene una estructura no uniforme, distinto al monocristalino, en ese sentido el costo de producción es mucho más bajo que el anterior, por esta razón el policristalino es mucho más comerciable, por esa razón

su presencia en los mercados es mucho mayor, pero en términos de eficiencia hace unos años atrás es sensiblemente más bajo que el monocristalino.

El panel solar monocristalino, compuesto por células de un único cristal de silicio, tienen mayor eficiencia y rendimiento que el panel solar policristalino, lo que significa que generan más energía con la misma cantidad de luz solar. Además, el panel solar monocristalino tiende a ser más duradero que el policristalino y ofrece una mayor resistencia a la sombra y al viento. (<https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/diferencias-entre-silicio-monocristalino-y-multicristalino-o-policristalino>, s.f.)

2.5.2 CELDAS POLICRISTALINO

El panel solar policristalino está formado por células con múltiples partículas de silicio cristalizadas. Las mayores diferencias y ventajas respecto al panel solar monocristalino es el precio. El panel solar monocristalino es más caro que el panel solar policristalino. Por lo tanto, si el presupuesto es un factor decisivo a la hora de elegir entre un panel solar monocristalino o policristalino, el panel policristalino es la opción más barata. (<https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/diferencias-entre-silicio-monocristalino-y-multicristalino-o-policristalino>, s.f.)

2.6 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO FOTOVOLTAICO

La electricidad en su forma natural no es almacenable. La única forma por medio de la cual puede ser almacenada es convirtiéndola a una forma de energía que sea almacenable de manera tal que se pueda convertir en electricidad cuando se necesite. Tal proceso permite producir electricidad en momentos de baja demanda, bajo costo de generación o de fuentes de energía intermitente y ser usada en momentos de alta demanda, alto costo de generación o cuando no hay otro medio de generación disponible. El almacenamiento de energía es una tecnología de integración que permite la administración de la energía entre la oferta y la demanda.

2.7 BATERIAS DE IÓN DE LITIO

Las baterías de tecnología ion-litio se consideran una opción prometedora para usos estacionarios de integración en red, debido a su alta densidad de potencia y capacidad energética por unidad de masa. Muestran una baja tasa de descarga y alto rendimiento relativo a otras tecnologías de almacenamiento energético, y su uso masivo en plataformas de movilidad eléctrica va a alimentar un importante mercado de “segunda vida” en aplicaciones estacionarias.

Se basan en el principio de un cátodo formado por diferentes compuestos de litio, y un ánodo generalmente de grafito. Los iones de litio se desplazan a través del electrolito. El electrolito consiste en una mezcla de sales de litio en un disolvente especial que contiene aditivos para aumentar su rigidez dieléctrica y la estabilidad del ánodo, mediante la formación de una interfaz sólido-electrolito (SEI, por sus siglas en inglés) que se deposita sobre éste. La SEI tiene un rol fundamental en las características técnicas a largo plazo de las baterías de ion-litio – afectando a su capacidad, tasa de descarga, resistencia interna y densidad energética entre otros. Durante el proceso de carga, se observa un desplazamiento de los iones de litio desde el cátodo hacia el ánodo, un fenómeno que se invierte durante la descarga. Para facilitar este intercambio iónico, se emplea una membrana porosa de grosor reducido que sirve como separador físico entre los electrodos. Esta membrana permite el movimiento de los iones entre los electrodos, manteniendo así el flujo eléctrico necesario para el funcionamiento de la batería.

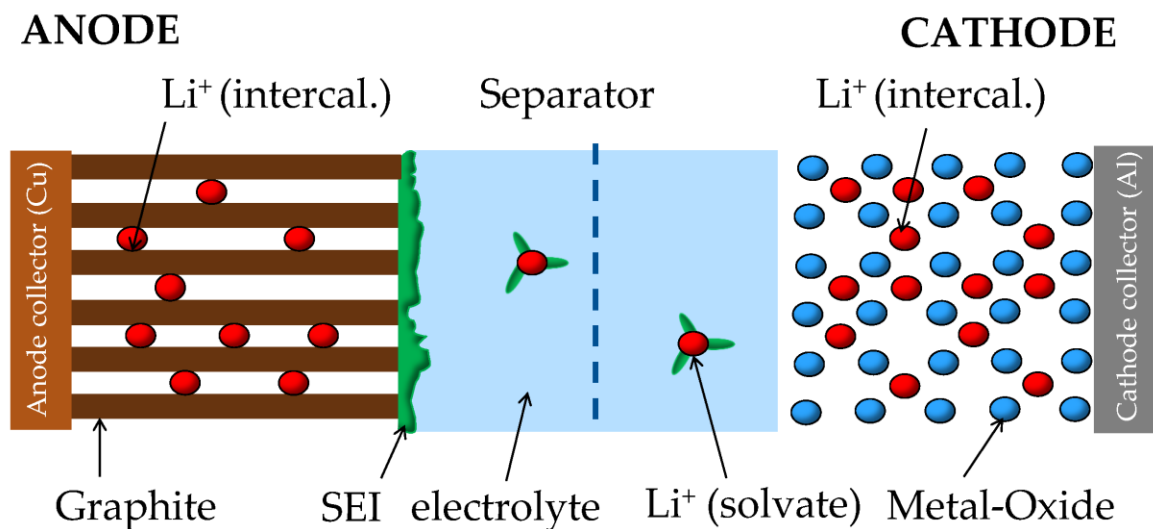


Figura 2.7.1 Esquema de una célula de batería de litio de doble intercalación con ánodo de grafito y óxido metálico tipo cátodo.

Las baterías de ion litio tienen uno de los índices de eficiencia de Coulomb (CE) más altos en baterías recargables (más del 99%). El CE describe la eficiencia de carga mediante la cual los electrones se transfieren en las baterías y es la relación entre la carga total extraída de la batería y la carga total introducida en la batería durante un ciclo completo. La eficiencia Coulomb de las baterías de ion litio mejora con el ciclo de carga y descarga. Para probar estas baterías de iones de litio de Panasonic, E-one Moli, Sony, LG y Samsung en formato de 18.650 celdas fueron cicladas.

Algunas celdas comenzaron con una eficiencia Coulomb del 99.1% y mejoraron al 99.5% con 15 ciclos. Otras empezaron en el 99.5% y alcanzaron el 99.9% con 30 ciclos. La consistencia en las pruebas repetidas fue alta, lo que refleja que las baterías de ion litio son un sistema muy estable.

Una breve descripción cualitativa de las características de las combinaciones cátodo-ánodo más utilizadas es la siguiente:

2.7.1 OXIDO DE LITIO Y COBALTO (LCO, POR SUS SIGLAS EN INGLES)

Desarrollada por Sony en los años 90 del siglo pasado, es la opción predilecta para aplicaciones de electrónica de consumo por su alta densidad energética y facilidad de manufactura. La escasez relativa del cobalto hace que sea costosa, y tiene una vida útil limitada. Por otro lado, es muy reactiva lo cual tiene implicaciones en la seguridad.

2.7.2 OXIDO DE LITIO, NIQUEL, COBALTO Y ALUMINIO (NCA.POR SUS SIGLAS EN INGLES)

En uso desde 1999 para aplicaciones especiales. Tiene una alta capacidad y potencia específicas, y larga vida útil. Son menos seguras que otras combinaciones por lo que deben ser utilizadas con medidas de seguridad adecuadas.

2.7.3 OXIDO DE LITIO, NIQUEL, MANGANESO Y COBALTO (NMC, POR SUS SIGLAS EN INGLES)

Puede ser diseñada para tener una alta capacidad específica o una alta potencia específica, en función de la proporción de níquel y manganeso utilizados. Muestra una excelente estabilidad térmica. Es una combinación bien equilibrada que tiene una alta demanda de uso.

2.7.4 OXIDO DE LITIO Y MAGGANESO (LMO, POR SUS SIGLAS EN INGLES)

Desarrollada a principios de los años 80 del siglo pasado, pero utilizada comercialmente desde mediados de los años 90. La arquitectura de las celdas muestra una baja resistencia interna, permitiendo altas tasas de carga y descarga sin producir un calentamiento excesivo. Por otro lado, esta combinación muestra menor capacidad específica y vida útil que otras.

2.7.5 FOSFATO DE LITIO Y HIERRO (LFP, POR SUS SIGLAS EN INGLES)

Muestra un buen comportamiento electroquímico, caracterizado por una baja resistencia interna y estabilidad térmica. Tiene una larga vida útil. El fosfato ayuda a estabilizar el cátodo

contra sobrecargas, y aporta una alta resistencia al calor lo cual limita la degradación a largo plazo del material.

2.7.6 TITANATO DE LITIO (LTO, POR SUS SIGLAS EN INGLES)

Las baterías con ánodos de LTO se desarrollaron en los años 80 del siglo pasado. Es una alternativa muy interesante al uso generalizado de ánodos de grafito. El electrodo de LTO tiene una larga vida útil, y la combinación es considerada de las más seguras por su estabilidad durante la carga y descarga. En cambio, muestran una baja densidad energética por unidad de masa.

2.8 LA LEY DE PROMOCION DE GENERACION DE ENERGIA RENOVABLE

En Honduras, establecida mediante el **Decreto 70-2007**, tiene como objetivo fomentar el uso de fuentes de energía limpias y sostenibles. A continuación, algunos puntos clave sobre esta ley:

1. Incentivos para Proyectos Renovables:

La ley proporciona incentivos fiscales para proyectos de generación de energía renovable. Esto incluye exenciones de impuestos y otros beneficios financieros.

Los proyectos pueden incluir energía solar, eólica, hidroeléctrica, biomasa y otras fuentes limpias.

2. Compra de Energía a Precios Garantizados:

El Estado garantiza la compra de energía generada a partir de fuentes renovables a precios establecidos. Esto brinda seguridad a los inversores y promueve la inversión en proyectos verdes.

3. Regulación y Supervisión:

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) es la entidad reguladora encargada de supervisar y promover la implementación de esta ley.

Se establecen procedimientos para la conexión de proyectos renovables a la red eléctrica.

4. Desafíos y Avances:

A pesar de los avances, aún existen desafíos en la implementación efectiva de la ley, como la necesidad de mejorar la infraestructura y la conciencia pública.

Sin embargo, esta legislación ha contribuido al crecimiento de la energía renovable en Honduras.

2.8.1 LA POLITICA DE ENERGIA 2010-2030

En Honduras es un marco estratégico que guía el desarrollo y la gestión del sector energético en el país durante un período de dos décadas. A continuación, se presentan los aspectos clave de esta política:

1. Objetivos:

Diversificación de la Matriz Energética: Busca reducir la dependencia de los combustibles fósiles y promover el uso de fuentes renovables.

Eficiencia Energética: Fomenta prácticas y tecnologías que optimicen el uso de la energía.

Acceso Universal a la Energía: Busca garantizar que todos los hondureños tengan acceso a servicios energéticos confiables.

2. Ejes Estratégicos:

Promoción de Energías Renovables: Incentiva la inversión en proyectos solares, eólicos, hidroeléctricos y de biomasa.

Modernización de la Infraestructura: Mejora de redes eléctricas, sistemas de transmisión y distribución.

Marco Regulatorio y Fiscal: Establece normativas y beneficios para atraer inversiones en el sector.

3. Resultados Esperados:

Mayor Participación de Renovables: Incremento en la generación de energía a partir de fuentes limpias.

Reducción de Emisiones de CO₂: Contribución al combate del cambio climático.

Mejora en la Calidad de Vida: Acceso a servicios energéticos confiables para la población.

2.8.2 La Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE)

Es un Órgano Desconcentrado adscrito a la Presidencia de la República, la Comisión actuará en el marco de sus atribuciones con independencia funcional y presupuestaria, con facultades administrativas suficientes para el cumplimiento de sus objetivos.

La Ley General de la Industria Eléctrica (LGIE) y sus reformas, posicionan a la CREE como el regulador del mercado eléctrico nacional y delinea sus funciones en dos áreas principales:

(i) definir el marco regulatorio, y (ii) fiscalizar a las empresas del sector y usuarios en su cumplimiento.

Las funciones que la LGIE le define a la CREE guardan relación directa con una perspectiva de desarrollo y protección de un mercado eléctrico competitivo, eficiente y transparente.

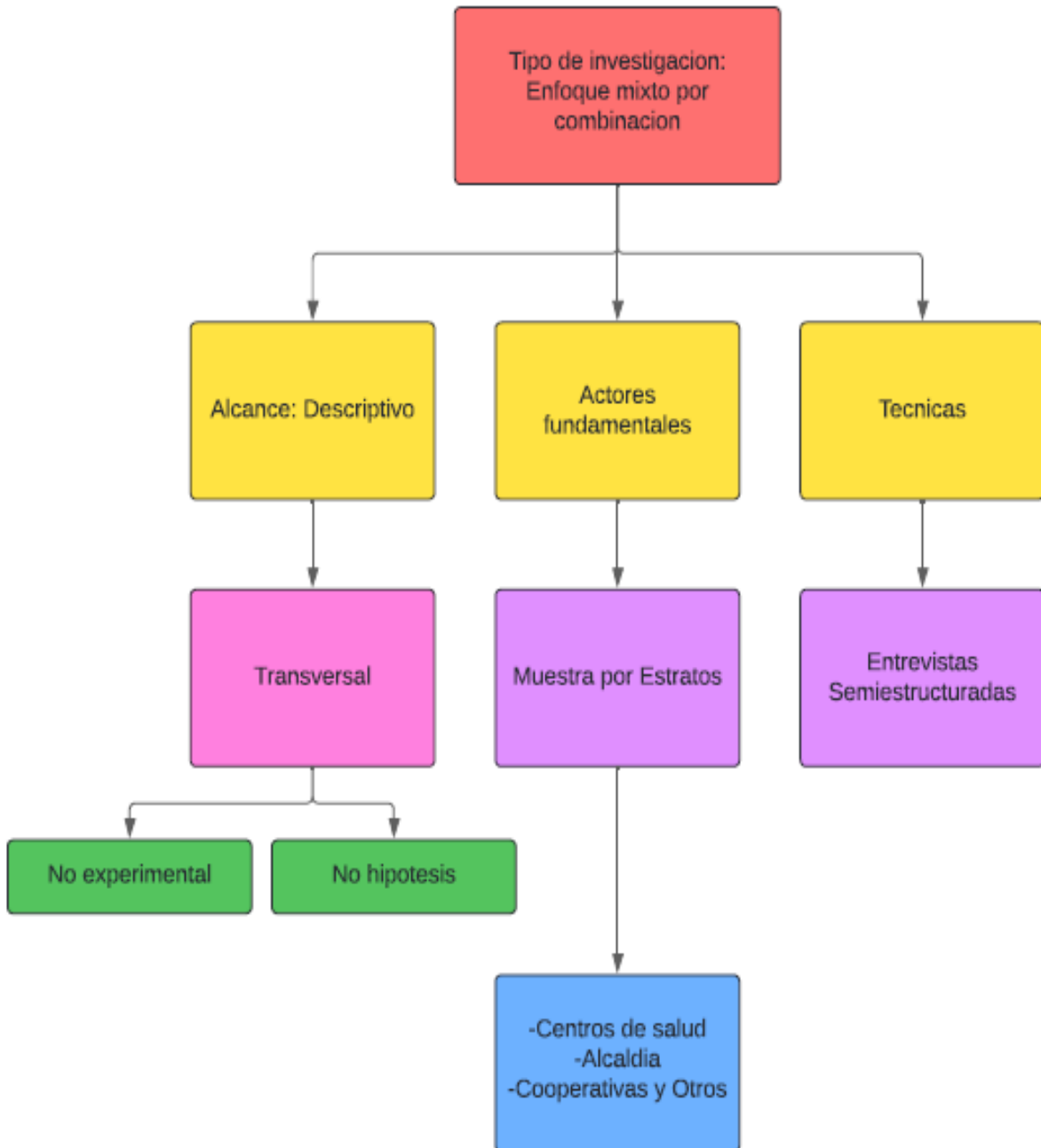
La CREE es la responsable de definir metodologías para calcular y poner en vigencia las tarifas y sus estándares técnicos; supervisar y garantizar transparencia en los procesos de licitación de compras de potencia y energía de las empresas distribuidoras; emitir y mantener un marco regulatorio y velar por su cumplimiento; y, supervisar a los agentes en el mercado eléctrico en cuanto al cumplimiento y observancia del marco regulatorio.

Tiene el mandato de definir las reglas del juego, velar por que se cumplan, intervenir para corregir fallas de mercado y asegurar que la competencia y las preferencias del consumidor autorregulen el comportamiento de los agentes de mercado.

La CREE está facultada para requerir información de los agentes, practicar inspecciones, imponer sanciones, habilitar a las empresas titulares de las actividades reguladas mediante su inscripción en el Registro Público de Empresas del Sector Eléctrico, previo otorgamiento de licencia de operación en el supuesto de las empresas de transmisión y distribución.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

FLUJOGRAMA



Fuente: (Elaboración propia,2024)

2.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

En el proceso de investigación es importante organizar en forma lógica y ordenada los diferentes elementos que previamente se han definido para desarrollo del mismo. Este proceso se realizó mediante el diseño de una matriz de congruencia metodológica que según Rendón (2001), lo conceptualiza así:

la matriz de congruencia es una herramienta que brinda la oportunidad de abreviar el tiempo dedicado a la investigación, su utilidad permite organizar las etapas del proceso de la investigación de manera que desde el principio exista una congruencia entre cada una de las partes involucradas en dicho procedimiento.

2.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA

Con la finalidad de brindar mayor información sobre el tema de investigación, a continuación, se presenta la matriz de congruencia metodológica.

Tabla 1: Matriz de congruencia metodológica

Título de la investigación	Objetivos de Investigación		Variales	Dimensiones	Ítems
	General	Específicos			
PRE-FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 0.19MWH COMO AUTOPRODUCCIÓN Y CON ALMACENAMIENTO BESS EN SAN ANTONIO INTIBUCA	Evaluar la pre-factibilidad técnica, económica de una planta fotovoltaica de 0.19MWh como autoproducción en San Antonio, Intibucá, Honduras.	5. Estimar la radiación solar y la demanda eléctrica de la localidad de San Antonio, Intibucá, Honduras.	Pre-Factibilidad	Económica Financiera	
		6. Estimar el costo y la eficiencia de			

		<p>los equipos necesarios para la instalación de la planta fotovoltaica.</p> <p>7. Diseñar y ubicar el sistema fotovoltaico en un mapa de acuerdo a las situaciones geográficas y condiciones estándar para un proyecto de este tipo.</p> <p>8. Analizar la rentabilidad del proyecto, desde el punto de vista financiero.</p>			
--	--	--	--	--	--

Fuente. (elaboración propia,2024)

2.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO

A continuación, se presentan las variables de estudio relacionadas al tema de investigación sobre la Pre-Factibilidad de una planta fotovoltaica de 2Mwh como autoproducción y con almacenamiento BESS en San Antonio Intibucá.



Ilustración 1: Variables de estudio

Fuente: Elaboración Propia

2.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

La siguiente tabla muestra la operacionalización de las variables a ser estudiadas, mostrando su definición conceptual, dimensión, el indicador las preguntas o ítems.

Vari able	Defini ción Conceptual	Defini ción Operacional	Dimens iones	Indica dores	Ítems
Pre- Factibilidad	Radic a en la respuesta rápida mediante	A través de un proyecto	Planta fotovoltaica	Factibi lidad económica	1. ¿cuenta con energía eléctrica en su hogar?

	<p>ciertos datos precisos sin gastar tantos recursos para saber si será rentable o no lo que se está planificando. (Carlos Céspedes,2022)</p>				<p>2. ¿Está conforme con la energía eléctrica que le proporciona la ENEE?</p> <p>3. ¿Cuánto paga de energía eléctrica?</p> <p>4. ¿falla el fluido eléctrico en el municipio?</p> <p>5. ¿conoce usted sobre la energía solar?</p> <p>6. ¿estaría de acuerdo con una planta solar que beneficie al municipio?</p> <p>7. ¿Ha tenido algún daño en algún electrodoméstico producto a los bajones de energía eléctrica?</p>
--	--	--	--	--	--

Fuente:(elaboración propia,2024)

2.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

El enfoque que se utilizara en esta investigación, es mixto por combinación de Metodologías, debido a que se puede contextualizar socio-económica, susceptible a ser interpretado.

Para que las interpretaciones bajo este enfoque sean confiables, se deben de cumplir dos criterios esenciales (1) tener acceso a toda la información relevante disponible y (2) Que la interpretación que se plantea sea la más contextualizada para dar explicación a los fenómenos interpretados.

2.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1 Población

Según Pastor (2019) el concepto de Población se define de la siguiente manera; “una población es un conjunto de unidades usualmente personas, objetos, transacciones o eventos; en los que estamos interesados en estudiar” (p. 2).

En la Investigación estudiara los diferentes sectores como ser: centro de salud, alcaldía municipal, cooperativas y población en general del municipio de san Antonio Intibucá.

2.3.2 Muestra

Muestra se define como; “subconjunto de las unidades de una población, una porción o parte de la población de interés, subconjunto de la población” (Pastor, 2019, p. 2).

La muestra seleccionada está determinada por un muestreo aleatorio, partiendo de la naturaleza de la investigación, se seleccionarán las personas calificadas, siendo este un elemento fundamental y primordial, para proporcionar la información requerida por medio de la entrevista semiestructurada que se les aplicará, en ese sentido, se conocerá la realidad del contexto a partir de las opiniones vertida por los involucrados.

En la presente investigación dado que hay limitantes al acceso a una base de datos o fuente de información para obtener el número total de receptores de remesas del municipio entonces para obtener un valor representativo para el número de encuestados se utilizará la fórmula de poblaciones infinitas la cual se define de la siguiente manera:

$$n = \frac{z^2 pq}{e^2}$$

Donde; n =Tamaño de la muestra

z =nivel de confianza

p = Probabilidad de éxito o de ocurrencia

q =Probabilidad de no ocurrencia o fracaso

e = Error muestral

De la formula anterior, calcularemos el tamaño de la muestra tomando los siguientes datos;

$z = 1.645$ es valor crítico para un nivel de confianza del 90%

$p = 0.5$

$q = 1 - p = 0.5$

$e = 0.05$

$$n = \frac{((1.645)^2)(0.5)(0.5)}{0.05^2} = 270$$

Por lo tanto, el número de encuestas a realizar a los habitantes de san Antonio Intibucá será de 270 encuestas.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El proyecto fotovoltaico se considera la mejor alternativa por su sostenibilidad económica. Además, generará un impacto social en toda la población de San Antonio Intibucá al ofrecer alternativas a las fuentes de energía tradicionales no renovables, debido a la ineficiencia del sistema nacional.

4.1 INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la aplicación del instrumento de recolección de datos se programó una visita con los pobladores, donde se dio a conocer los objetivos del Proyecto fotovoltaico, los beneficios de la utilización de energía renovable y también se realizó un intercambio de ideas que fortalecen y encaminan el proceso de ejecución del proyecto fotovoltaico.

4.2 ANALISIS ECONOMICO Y APLICABILIDAD

4.2.1 Irradiación

En la tabla siguiente se puede observar los datos de irradiación solar del municipio de San Antonio Intibucá, donde se utiliza índice de irradiación solar para superficies inclinadas hacia el ecuador, porque es el ángulo de inclinación de los paneles que producirán la máxima cantidad de energía cuando el sol esté directamente perpendicular a ellos.

-BEGIN HEADER-

NASA/POWER CERES/MERRA2 Native Resolution Climatology Climatologies

20-year Meteorological and Solar Monthly & Annual Climatologies (January 2001 - December 2020)

Location: Latitude 13.9625 Longitude -88.468

Elevation from MERRA-2: Average for 0.5 x 0.625 degree lat/lon region = 729.07 meters

The value for missing source data that cannot be computed or is outside of the sources availability range: -999

Parameter(s):

SI_EF_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Horizontal Surface (kW-hr/m²/day)

SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15 SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Minus 15 Tilt (kW-hr/m²/day)

SI_EF_TILTED_SURFACE_LATITUDE SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Tilt (kW-hr/m²/day)

SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15 SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Plus 15 Tilt (kW-hr/m²/day)

SI_EF_TILTED_SURFACE_VERTICAL SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Vertical Surface (kW-hr/m²/day)

SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance Optimal (kW-hr/m²/day)

SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance Optimal Angle (Degrees)

SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG_ORT SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance Tilted Surface Orientation (N/S Orientation)

PARAMETER	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
SI_EF_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	5.65	6.14	6.43	5.95	5.44	5.54	6.07	5.98	5.48	5.18	5.46	5.43	999.00
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	5.58	6.09	6.41	5.95	5.45	5.55	6.09	5.98	5.47	5.15	5.40	5.36	999.00

SI_EF_TILTED_SURFACE_LATITUDE	6.48	6.70	6.63	5.84	5.19	5.21	5.72	5.77	5.50	5.42	6.09	6.32	999.00	-
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	7.00	6.92	6.49	5.42	4.69	4.63	5.07	5.28	5.24	5.41	6.44	6.91	999.00	-
SI_EF_TILTED_SURFACE_VERTICAL	4.91	3.92	2.65	1.58	1.57	1.61	1.58	1.55	1.98	2.79	4.19	5.08	999.00	-
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL	7.12	6.92	6.64	5.95	5.48	5.63	6.16	5.99	5.52	5.45	6.47	7.09	999.00	-
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG	38.50	28.00	15.50	-2.50	12.00	15.50	14.50	-5.00	5.00	18.50	33.00	41.00	999.00	-
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG_ORT	S	S	S	N	N	N	N	N	S	S	S	S		

Tabla 4.2.1 irradiación solar de san Antonio Intibucá, Honduras

Fuente: (elaboración propia,202

4.2.2 Paneles

El valor de 1 kW/m² se utilizó como referencia para expresar la irradiancia solar promedio y facilitar la comparación entre diferentes ubicaciones y condiciones climáticas. Es una forma estándar de medir la energía solar que llega a la Tierra, donde se obtuvo que la hora solar pico es de 5.19 horas en el municipio de san Antonio Intibucá, para obtener la cantidad necesaria de kWh/día de los paneles solares se hizo multiplicando la energía a suministrar por un factor de seguridad y la hora solar pico mínima.

El factor de seguridad de 1.3 se utiliza para prever posibles variaciones en el consumo eléctrico y asegurar que el sistema de paneles solares pueda manejarlas sin problemas.

Para calcular el número de paneles del sistema hicimos el siguiente calculo donde dividimos el número total de kWh entre la potencia del panel detallada por el fabricante.

El precio unitario de cada panel es de 80\$ y tendremos un costo total de \$32,947.66 para la instalación de la planta solar.

El panel solar Jinko HiKu7 Mono PERC se escogió por su alta potencia de 605W y eficiencia de hasta 22.26%. Esto significa que puede generar más energía por unidad de superficie, lo que es beneficioso para sistemas solares residenciales, comerciales o industriales.

Mes	Irradiancia	Irradiancia promedio	HSP
	(kWh/m ² /día)	(kW/m ²)	(h)
Enero	6.48	1	6.48
Febrero	6.70	1	6.7
Marzo	6.63	1	6.63
Abril	5.84	1	5.84
Mayo	5.19	1	5.19
Junio	5.21	1	5.21
Julio	5.72	1	5.72
Agosto	5.77	1	5.77
Septiembre	5.50	1	5.5
Octubre	5.42	1	5.42
Noviembre	6.09	1	6.09
Diciembre	6.32	1	6.32

Hora solar pico mínimo	5.19
Demanda (kWh)	191.67

Factor de seguridad	1.3
Cantidad de hogares	600
Promedio de consumo mensual (kWh)/mes	230
Consumo por hora de hogares	0.32

Kilowatt hora diario de los paneles(kWh/dia)	1,293.18
Potencia pico de los paneles solares (kW)	249.17
Cantidad de paneles	412
Potencia máxima del panel (kW)	0.605
Precio unitario de paneles solares	\$80.00
Costo en paneles solares	\$32,947.66
Panel Solar	Jinko HiKu7 Mono PERC 605W

Tabla 4.2.2 paneles solares de la planta fotovoltaica

Fuente: (elaboración propia,2024)

4.2.3 Baterías

En la tabla siguiente se utilizó la batería Wysher 24V 200Ah Rack Mount LiFePO4 por su tecnología de Litio-Ferrofosfato (LiFePO4) ya que garantiza alta densidad de energía, larga vida útil y seguridad. Además, su montaje en rack facilita la instalación y el monitoreo inteligente protege contra problemas potenciales.

Para calcular la cantidad de baterías primero se debe obtener el total de amperios/hora que deben de suministrar el rack de baterías.

Eficiencia de batería	0.85
Consumo (Wh)	191,666.67
Máximo de descarga	0.6
Voltaje de batería (V)	24
Autonomía (días)	0.5
Total amperios horas	7,829.52
Cantidad de baterías	39
Precio de batería	\$523.00
Amperios-hora cada batería	200
Costo de baterías	\$20,474.20

Batería	Wysher 24V 200Ah Rack Mount LiFePO4
----------------	--

Tabla 4.2.3 baterías de la planta fotovoltaica

Fuente:(elaboración propia,2024)

4.2.4 Inversor

Se escogió el Huawei SUN2000-30KTL-M3 Trifásico por su eficiencia máxima superior al 99.00% garantiza una conversión eficiente de la energía solar, mientras que su capacidad para manejar una tensión de entrada de hasta 1,500 V facilita la conexión de paneles solares en serie. Con nueve seguidores de puntos de máxima potencia (MPPT), puede optimizar la potencia de múltiples cadenas de paneles, incluso en condiciones de sombreado parcial. Además, su diseño sin fusibles reduce la complejidad y el mantenimiento, y su protección IP66 lo hace adecuado para diversas condiciones ambientales.

Para obtener la cantidad de inversores se tuvo que dividir la potencia pico de los paneles entre la potencia nominal en corriente alterna del inversor por un factor de seguridad de 1.3.

Marca del inversor	Huawei SUN2000- 30KTL-M3 Trifásico
Precio	\$3,510.00
Potencia nominal AC (kW)	30
Potencia pico de paneles (kW)	323.92
Cantidad	11
Costo de inversores	\$37,898.25

Tabla 4.2.4 inversores de la planta fotovoltaica

Fuente:(elaboración propia,2024)

4.2.5 Regulador de Carga

Se eligió el regulador de carga solar GotoSolar MPK2 100A 24V porque utiliza la tecnología MPPT (Maximum Power Point Tracking) para maximizar la potencia entregada a las baterías, adaptándose dinámicamente a las condiciones de luminosidad y temperatura. Con una capacidad de 100 amperios, es ideal para aplicaciones industriales. Además, ofrece protección contra sobrecargas, descargas excesivas y cortocircuitos, y su pantalla LCD proporciona información vital sobre el estado del sistema.

Potencia máxima	470
Tensión a potencia máxima	43.28
Corriente a potencia máxima	10.86
Tensión a circuito abierto	52.14
Corriente de cortocircuito	11.68
Eficiencia de modulo	22.26%
Solar charger controller rating	6,253
Corriente de regulador de carga (A)	100
Voltaje de regulador de carga (V)	24
Cantidad de reguladores de carga	63
Precio de regulador de carga	\$96.14
Costo por reguladores de carga	\$6,012.08
Regulador de carga	GotoSolar MPK2 100A 24V

Tabla 4.2.5 reguladores de carga de la planta fotovoltaica

Fuente:(elaboración propia,2024)

4.2.6 Terreno

El precio del terreno por m² en el municipio de San Antonio Intibucá, fue consultado a la población de dicho municipio, lo cual se obtuvo un precio total del terreno de \$159,444.47, donde se instalará la planta solar, este terreno está ubicado cercano de la población beneficiada.

Área de panel (m2)	2.3
Área total de los paneles (m2)	933
Área total de las instalaciones (m2)	938

Precio del m2	\$170.00
Precio total del terreno	\$159,444.47

Tabla 4.2.6 el terreno que se instalara la planta fotovoltaica

Fuente:(elaboración propia,2024)

4.2.7 VAN y TIR

El negocio que se menciona no es rentable ya que tiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) del -2%, lo que indica que el proyecto está generando pérdidas del 2% sobre la inversión, lo cual no supera la tasa de descuento. Además, el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) es de 25 años, lo que significa que recuperarías tu inversión inicial en ese tiempo. Finalmente, el Valor Actual Neto (VAN) es de la cantidad 128,125.53, lo que indica que el costo del capital supera al retorno de la inversión.

Tecnología:	Solar Fotovoltaica	
Capacidad:	0.19	MW
Factor de Planta:	22%	
Generación:	373.75	MWh
Costo de la tecnología:	\$1,339,704.29	MM USD
Precio:	110.00	\$MWh
Inversión:	\$256,776.66	

Gastos	
Cuota	\$12,838.83
Personal	\$2,567.77
Mantenimiento	\$5,135.53
Seguros	\$2,567.77
Depreciación	\$7,678.80
Total	\$30,788.69
Ventas (Ingresos)	\$41,111.99
Costos (Egresos)	\$30,788.69

Porcentajes de Costos	
1%	Personal
2%	Mantenimiento
1%	Seguros
Periodo de Pago de Préstamo	
20	Años

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Ingresos	\$0	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4
	0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	0	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.
	0	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99

Egresos	\$2	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3
	56,	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	77	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.
	6.6	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
Inversión	\$2																									
	56,																									
	77																									
	6.6																									
	6																									

4.2.8 Depreciación

MAQUINARIA			DEPRECIACIÓN												
No	Descripción	Total	Vida Util	Valor Rescate	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1	Panel solar Jinko HiKu7 Mono PERC 605W	\$32,947.66	25	\$329.48	\$1,304.73	\$1,304.73	\$1,304.73	\$1,304.73	\$1,304.73	\$1,304.73	\$1,304.73	\$1,304.73	\$1,304.73	\$1,304.73	\$1,304.73
2	Bateria Wysher 24V 200Ah Rack Mount LiFePO4	\$20,474.20	10	\$204.74	\$2,026.95	\$2,026.95	\$2,026.95	\$2,026.95	\$2,026.95	\$2,026.95	\$2,026.95	\$2,026.95	\$2,026.95	\$2,026.95	\$2,026.95
3	Huawei SUN2000-30KTL-M3 Trifásico	\$37,898.25	10	\$378.98	\$3,751.93	\$3,751.93	\$3,751.93	\$3,751.93	\$3,751.93	\$3,751.93	\$3,751.93	\$3,751.93	\$3,751.93	\$3,751.93	\$3,751.93
4	Regulador de carga GotoSolar MPK2 100A 24V	\$6,012.08	10	\$60.12	\$595.20	\$595.20	\$595.20	\$595.20	\$595.20	\$595.20	\$595.20	\$595.20	\$595.20	\$595.20	\$595.20
TOTAL		\$97,332.19		\$973.32	\$7,678.80	\$7,678.80	\$7,678.80	\$7,678.80	\$7,678.80	\$7,678.80	\$7,678.80	\$7,678.80	\$7,678.80	\$7,678.80	\$7,678.80

DEPRECIACIÓN ACUMULADA			\$7,678.80	\$15,357.59	\$23,036.39	\$30,715.18	\$38,393.98	\$46,072.77	\$53,751.57	\$61,430.36	\$69,109.16	\$76,787.96	\$84,466.75
-------------------------------	--	--	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Tabla 4.2.8 depreciación de la planta fotovoltaica

Fuente:(elaboración propia,2024)

4.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS

Para la aplicación del instrumento de recolección de datos se programó hacer una visita con los pobladores, donde se dio a conocer los objetivos del Proyecto fotovoltaico, los beneficios de la utilización de energía solar y también se realizó un intercambio de ideas que fortalecen y encaminan el proceso de ejecución del proyecto fotovoltaico.

En la siguiente ilustración Se observa que el 100% de las personas encuestadas tienen energía eléctrica en su hogar.

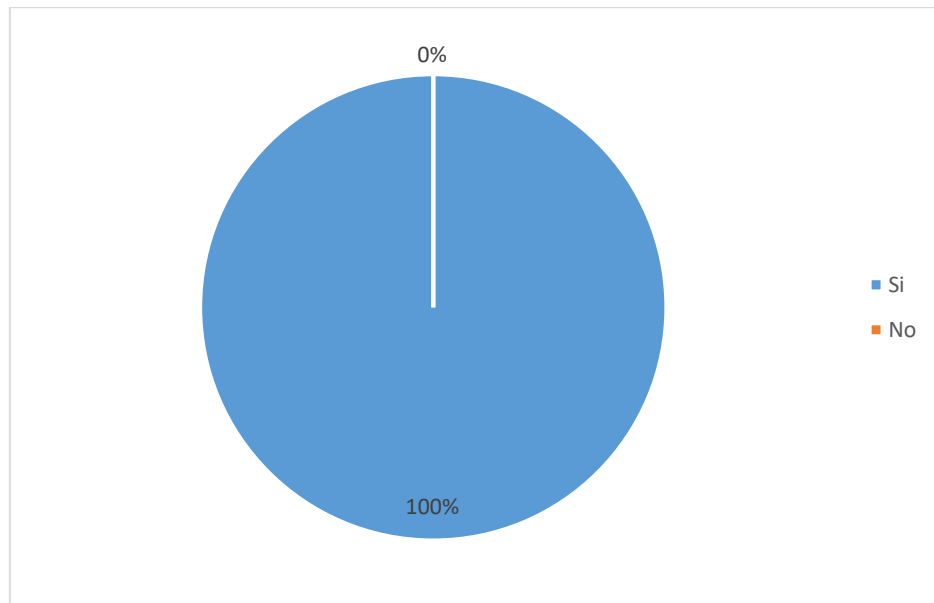


Ilustración 1. ¿cuenta con energía eléctrica en su hogar?

En la Ilustración se observa que el 82% de la población siendo la mayoría inconforme y el 18% de la población está conforme con el servicio de energía.

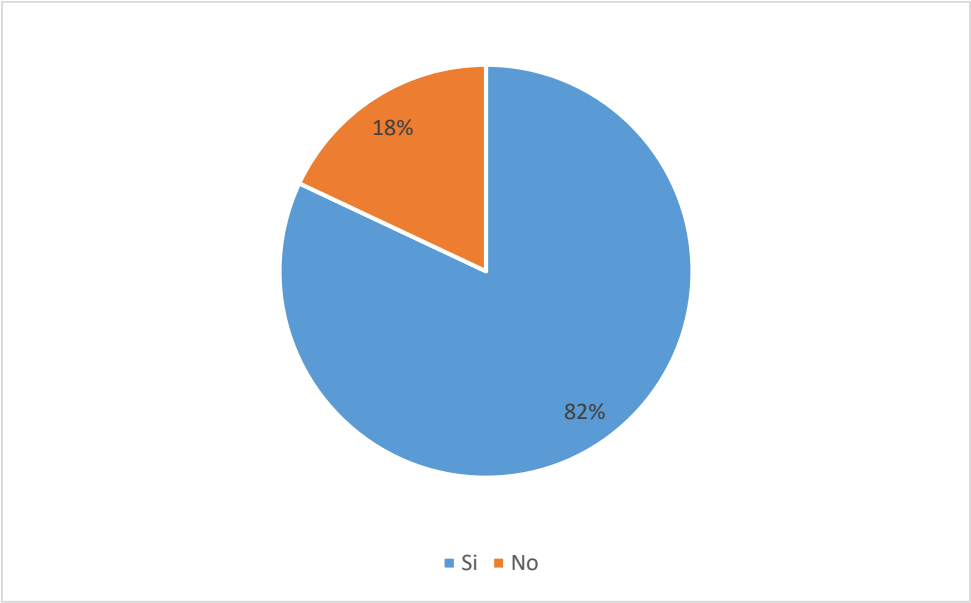


Ilustración 2. ¿Está conforme con la energía eléctrica que le proporciona la ENEE?

El 55% de las personas encuestadas paga de L0-600 y el 22.22% de las personas pagan L600-1000 por ultimo el 22.22% pagan de L1000-2500 en total.

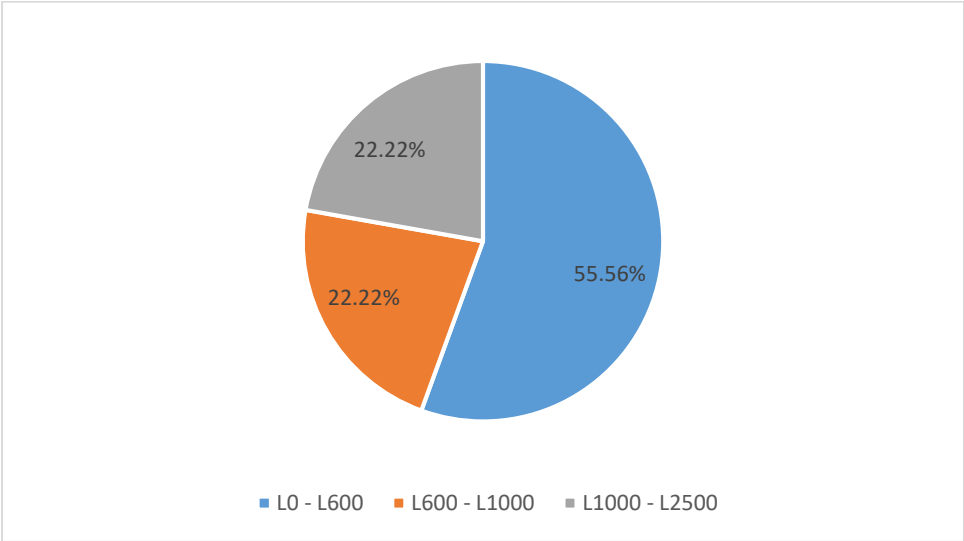


Ilustración 3. ¿Cuánto paga de energía eléctrica?

En la Ilustración se observa que el 100% de las personas tienen fallas con el fluido eléctrico en sus hogares,

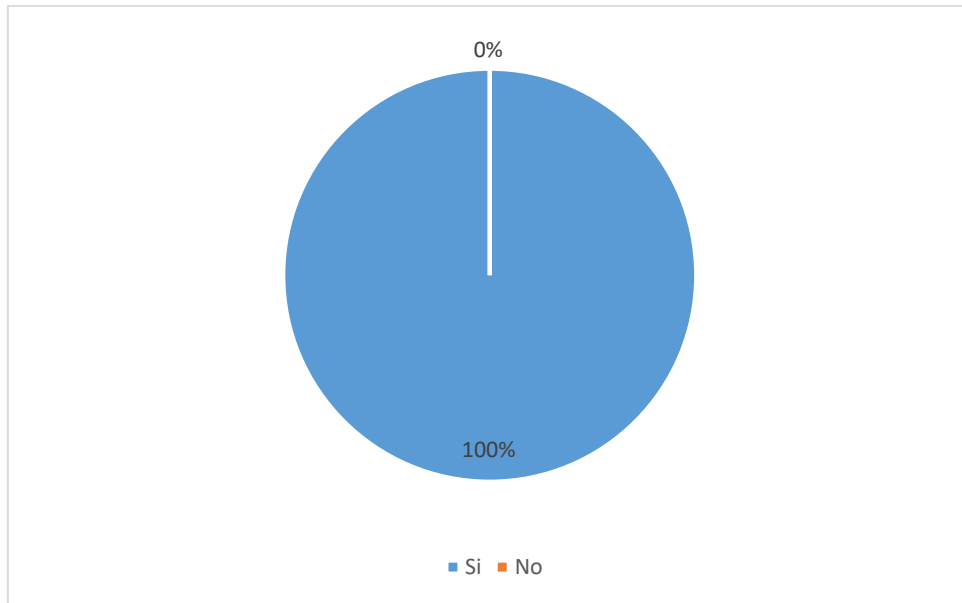


Ilustración 4. ¿Falla el fluido eléctrico en el municipio?

El 60% de las personas encuestadas conoce sobre energía solar y el 40% no conoce sobre la energía solar

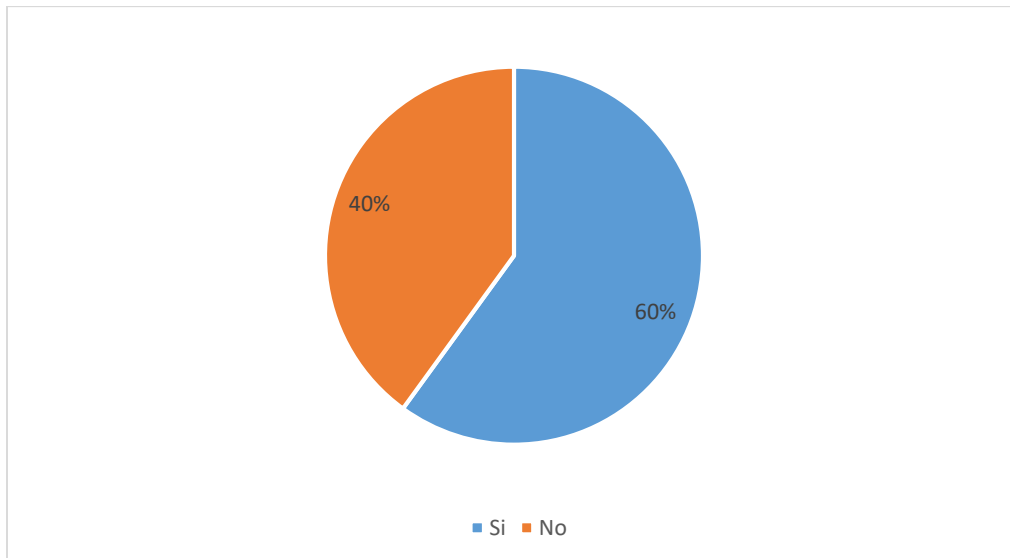


Ilustración 5. ¿Conoce usted sobre la energía solar?

El 100% de las personas encuestadas está de acuerdo que se instale una planta solar que beneficie al municipio de San Antonio Intibucá.

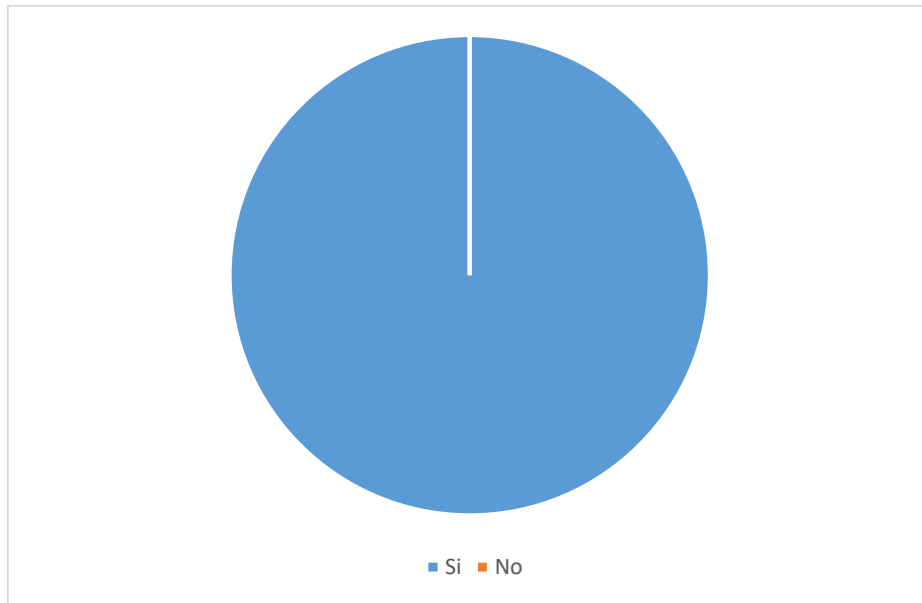


Ilustración 6. ¿Estaría de acuerdo con una planta solar que beneficie al municipio?

Se observa que el 55% de las personas ha tenido daños en electrodomésticos eléctricos y el 45% no le ha ocasionado daño las variaciones de voltaje.

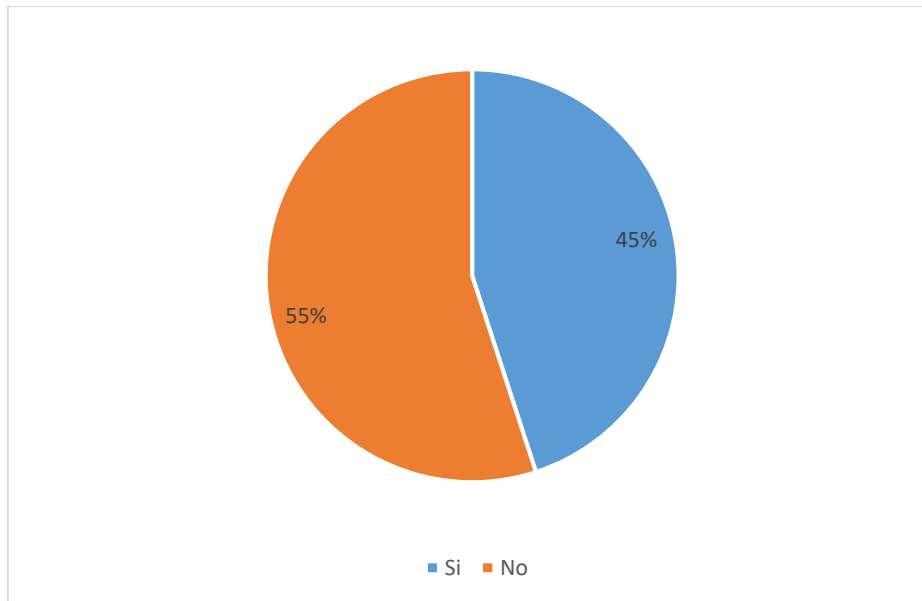


Ilustración 7. ¿Ha tenido algún daño en algún electrodoméstico producto a los bajones de energía eléctrica?

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. Los resultados encontrados con respecto a la instalación de la planta solar fotovoltaica de 0.19Mwh en el municipio de San Antonio Intibucá, reflejan que la población necesita la instalación del proyecto, pero este no es rentable desde el punto de vista financiero con un periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 25 años, lo cual es 5 años después de haber pagado el préstamo.
2. Se estimó la radiación solar y la demanda eléctrica del municipio de san Antonio Intibucá, donde utilizamos los datos de la NASA para la radiación solar y la demanda eléctrica en la página de la SEN, con lo anterior se cumple el objetivo 1.
3. El costo de los equipos necesarios para la instalación de la planta fotovoltaica de 0.9Mwh con almacenamiento BESS en San Antonio Intibucá, están especificados en el análisis económico donde se encontró el costo total de cada equipo, con lo anterior cumplimos con el objetivo 2.
4. El diseño y la ubicación de la planta fotovoltaica esta especificada en un mapa, donde se utilizó google earth para dicho diseño y ubicación del proyecto fotovoltaico con las condiciones estándares, con lo anterior se cumple el objetivo 3.
5. Y por último se analizó la rentabilidad del proyecto desde el punto de vista financiero en donde concluimos que el proyecto no es factible ya que nos indica que el costo del capital supera al retorno de la inversión.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Para ser factible el proyecto de la planta fotovoltaica en San Antonio Intibucá, debe de excluir el sistema de almacenamiento de energía como también encontrar una tecnología de paneles de una mayor eficiencia.
2. Hay más investigaciones por hacer y se recomienda ponerle atención por parte de la ENEE a esta población de San Antonio Intibucá ya que sufre constantes caídas de voltaje.
3. El proyecto no es viable de gran envergadura en la zona de San Antonio Intibucá, pero se recomendaría poner paneles solares en cada hogar o en los espacios que más lo necesitan, como ser: en las cooperativas, centro de salud y hogares de mayor consumo energético para solventar las caídas de voltaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Phd.Flores Castro, W. C. (julio 2016). El Sector Energía de Honduras: aspectos necesarios para su comprensión y estudio. En C. W. Castro, *El Sector Energía de Honduras: aspectos necesarios para su comprensión y estudio*. Tegucigalpa, Honduras.
- Adler, Florencia , B., García Pedrosa, M., Monticelli, M., Morquecho, F., & Manuel . (2013). Energía solar fotovoltaica. *Instalaciones Industriales*, 3.
- Alonso, J. A. (23 de marzo de 2024). Fundamentos. *¿Qué es la energía solar fotovoltaica y como funciona?*
- Barahona, M. A. (2008). *Atlas Heliofánico de Honduras. Tegucigalpa, Honduras*. UNAH, Tegucigalpa, Honduras.
- Caballero, O. J. (2018). Estudio y desarrollo de celdas solares basadas en estructuras de silicio cristalino / silicio amorfo. *INAOE*, 7.
- Carbonell, M. (s.f.). <https://www.hogarsense.es/placas-solares/celdas-solares>. Obtenido de <https://www.hogarsense.es/placas-solares/celdas-solares>.
- CELIS OSPINA, J., JARAMILLO , B., JARAMILLO RAMOS , J., & MONTOYA GIRALDO , J. (2020). *EL EFECTO FOTOELÉCTRICO*. ANTIOQUIA.
- <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/diferencias-entre-silicio-monocristalino-y-multicristalino-o-policristalino>. (s.f.). Obtenido de <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/diferencias-entre-silicio-monocristalino-y-multicristalino-o-policristalino>.
- Huerta Mascotte, Mata Chávez, E., Ruth Ivonne, & Ayala, E. (Febrero de 2016). Estudio de las características de una celda fotovoltaica para el uso eficiente de la energía solar. *Acta Universitaria*, 26.
- paredes vazquez, paul, c., camacho, f., Noe Guadalupe, & Luis Martin . (Junio de 2018). Comparativa de panel solar monocristalino 0 y 20° vs policristalino 0 y 20° de inclinación en Puerto Vallarta. *Revista del Desarrollo Tecnológico*.
- Rodríguez-Meza, Cervantes-Cota, & Jorge L. (nobiembre-febrero de 2006). El efecto fotoeléctrico. *Ciencia Ergo Sum*, 13.

- B. Zakeri y S. Syri, «Electrical energy storage systems: A comparative life cycle cost analysis,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 42, 2015.
- J. Wood, «Integrating renewables into the grid: Applying UltraBattery® Technology in MW scale energy storage solutions for continuous variability management,» de 2012 IEEE International Conference on Power System Technology, POWERCON 2012, 2012.
- Hesse, H.C.; Schimpe, M.; Kucevic, D.; Jossen, A. “Lithium-Ion Battery Storage for the Grid—A Review of Stationary Battery Storage System Design Tailored for Applications in Modern Power Grids”. *Energies* 2017, 10, 2107. <https://doi.org/10.3390/en10122107>
- Miao, Y.; Hynan, P.; von Jouanne, A.; Yokochi, A. “Current Li-Ion Battery Technologies in Electric Vehicles and Opportunities for Advancements”. *Energies* 2019, 12, 1074. <https://doi.org/10.3390/en12061074>
- Hannan, M.A.; Hoque, M.M.; Hussain, A.; Yusof, Y.; Ker, P.J. State-of-the-art and energy management systems of Li-ion batteries in EV applications: Issues and recommendations. *IEEE Access* 2018, 6, 19362–19378.
- Thackeray, M.M.; David, W.I.F.; Bruce, P.G.; Goodenough, J.B. Lithium insertion into manganese spinels. *Mater. Res. Bull.* 1983, 18, 461–472. [https://doi.org/10.1016/0025-5408\(83\)90138-1](https://doi.org/10.1016/0025-5408(83)90138-1)
- Tarascon, J.M. The Li-Ion Battery: 25 Years of Exciting and Enriching Experiences. *Electrochem. Soc. Interface* 2016, 25, 79–83.
- BU-205: Types of Li-Ion. Available online: https://batteryuniversity.com/learn/article/types_of_lithium_ion (accessed on 29 March 2024).
- Sun, C.; Rajasekhara, S.; Goodenough, J.B.; Zhou, F. Monodisperse porous LiFePO₄ microspheres for a high power Li-ion battery cathode. *J. Am. Chem. Soc.* 2011, 133, 2132–2135.
- Thackeray, M.M.; David, W.I.F.; Bruce, P.G.; Goodenough, J.B. Lithium insertion into manganese spinels. *Mater. Res. Bull.* 1983, 18, 461–472.

- Abraham Alem Kebede, Theodoros Kalogiannis, Joeri Van Mierlo, Maitane Berecibar. “A comprehensive review of stationary energy storage devices for large scale renewable energy sources grid integration”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Volume 159, May 2022. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112213>
- BU-808c: Coulombic and Energy Efficiency with the Battery. Available online: https://batteryuniversity.com/learn/article/bu_808c_coulombic_and_energy_efficiency_with_the_battery (accessed on 28 March 2024).
- H. Zhao, Q. Wu, S. Hu, H. Xu y C. Rasmussen, «Review of energy storage system for wind power integration support,» *Applied Energy*, vol. 137, 2015.
- Y. Li, Y. Lu, C. Zhao, Y.-S. Hu, M.-M. Titirici, H. Li, X. Huang y L. Chen, «Recent advances of electrode materials for low-cost sodium-ion batteries towards practical application for grid energy storage,» *Energy Storage Materials*, vol. 7, 2017.
- M. Aneke y M. Wang, «Energy storage technologies and real life applications – A state of the art review,» *Applied Energy*, vol. 179, 2016.
- Legislativo, Poder. “Ley de Promoción a La Generación de Energía Eléctrica Con Recursos Renovables.” *La Gaceta Diario Oficial de La República de Honduras*, vol. Decreto No. 70-2007, No. 31,422, 2 Oct. 2007.
- Ejecutivo, Poder. “Política de Acceso Universal a La Electricidad Para Honduras.” *La Gaceta Diario Oficial de La República de Honduras*, vol. Decreto ejecutivo PCM 120-2021, No. 35,785, 30 Nov. 2021.
- “¿Quiénes Somos?” *CREE*, www.cree.gob.hn/quienes-somos/. Accessed 29 Mar. 2024.
- Rendón, O. H. (2001). La Matriz de Congruencia: Una herramienta para realizar investigaciones sociales. *Economía y Sociedad*, 311-316.
- Céspedes, C. (7 de Septiembre de 2022). <https://www.linkedin.com/>. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/importancia-del-estudio-de-prefactibilidad-en-el-carlos-c%C3%A9spedes/>
- Hernandez Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. En R. Hernandez Sampieri, *Metodología de la investigación*. Mexico, Mexico,DF.

ANEXOS

Anexo 1 INFORME DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN



La presente encuesta constituye el instrumento de recogida de datos de la investigación sobre la **pre-factibilidad de una planta fotovoltaica de 0.19Mwh como autoproducción y con almacenamiento de baterías en San Antonio Intibucá**, este instrumento tiene por objetivo conocer su opinión acerca de la pre-factibilidad para desarrollar el proyecto con el alcance deseado. Le aseguramos que los datos que proporcione serán utilizados de manera confidencial, y con fines estrictamente académicos.

Datos generales

Lugar:

Fecha:

Sexo: F M

A continuación, se le presentan una serie de preguntas conteste de una forma clara y precisa, marque una X en la respuesta que considere necesaria.

	Si	No	Cantidad
1. ¿Cuenta con energía eléctrica en su hogar?			
2. ¿Está conforme con la energía eléctrica que le proporciona la ENEE?			
3. ¿Cuánto paga de energía eléctrica?			L0-L600
			L600-L1000
			L1000-2500
4. ¿Falla el fluido eléctrico en el municipio?			
5. ¿Conoce usted sobre la energía solar?			
6. ¿Estaría de acuerdo con una planta solar que beneficie al municipio?			
7. ¿Ha tenido algún daño en algún electrodoméstico producto a los bajones de energía eléctrica?			



