



FACULTAD DE POSTGRADO
TESIS DE POSTGRADO
ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO
CONECTADO A LA RED ELÉCTRICA A UNA VIVIENDA
UBICADA EN LA RESIDENCIAL LOMAS DEL PINAR.

SUSTENTADO POR:

FLAVIA MELISSA TEJADA ELVIR

MARIO ALEJANDRO TREJO SANCHEZ

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS
TEGUCIGALPA, F.M, HONDURAS, C.A.

JULIO 2018

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVE REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

CLAUDIA MARIA CASTRO VALLE

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO
CONECTADO A LA RED ELÉCTRICA EN LA RESIDENCIAL
LOMAS DEL PINAR.**

**MÁSTER EN
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**ASESOR METODOLÓGICO
KEREN JEMIMAH VALLEJO ALVARENGA**

MIEMBROS DE LA TERNA

JORGE CENTENO

MOISÉS STARKMAN

MARIO RUBÉN ZELAYA



FACULTAD DE POSTGRADO

“ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED ELÉCTRICA A UNA VIVIENDA UBICADA EN LA RESIDENCIAL LOMAS DEL PINAR”

AUTORES:

Flavia Melissa Tejada Elvir
Mario Alejandro Trejo Sánchez

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como propósito determinar la factibilidad de implementar un sistema solar fotovoltaico conectado a la red eléctrica en una vivienda ubicada en la residencial Lomas del Pinar con el objetivo de reducir la factura eléctrica y así mismo disminuir la contaminación ambiental y una independencia de los combustibles fósiles. Para el proceso de la investigación se da a conocer los conceptos básicos de energía renovable y fotovoltaica, así como los componentes necesarios para la instalación de este tipo de sistemas, El diseño de la investigación es de tipo mixta, utilizando encuesta como instrumento de investigación aplicada a la población de estudio. Para el análisis financiero se utiliza la herramienta de VAN y TIR para determinar la factibilidad de la implementación de este tipo de sistema planteando dos escenarios, el primero un sistema aislado sustituyendo un porcentaje de la energía eléctrica y el resto conectado a la red eléctrica comparándolo económicamente con un sistema solar fotovoltaico con contador bidireccional, así como también se da a conocer las leyes actuales de la implementación de este tipo de sistemas.

Palabras Claves: (Energía fotovoltaica, consumo, contador bidireccional, Residencial, VAN y TIR).



GRADUATE SCHOOL

ANALYSIS OF THE ECONOMIC FEASIBILITY FOR THE IMPLEMENTATION OF THE SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEM CONNECTED TO THE ELECTRICITY NETWORK TO A HOUSING LOCATED IN THE LOMAS DE PINAR RESIDENTIAL

Authors:

Flavia Melissa Tejada Elvir and Mario Alejandro Trejo Sánchez

ABSTRACT

The purpose of this research work is to determine the feasibility of implementing a solar photovoltaic system connected to the power grid in a house located in the residential area of Lomas del Pinar with the objective of reducing the electricity bill of residents and, reducing environmental pollution and obtaining independence within fossil fuels. For the research process, the basic concepts of renewable and photovoltaic energy are presented, as well as the necessary components for the installation of this type of systems. The research design is a mixed type, using a survey as an applied research instrument to study the population. For the financial analysis, the VAN and TIR tool are used to determine the feasibility of implementing this type of system, proposing two scenarios, the first one an isolated system replacing a percentage of the electric power and the rest connected to the electric network comparing it economically with a photovoltaic solar system with bidirectional counter, as well as the current laws for implementing this type of systems.

KEYWORDS: (Photovoltaic energy, consumption, bidirectional counter, residential, VAN and TIR)

DEDICATORÍA

Nos gustaría dedicarle esta tesis primeramente a Dios por darnos vida, salud, sabiduría e inteligencia para llegar a este punto de mi vida profesional a nuestra familia, especialmente a nuestra hija Fabiana porque nos han motivado a cumplir nuestros sueños ayudándonos a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni fallecer en el intento y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

Para nuestras madres Isolina y Sandra que nos han dado todo lo que somos como personas, nuestros valores, principios, inculcándonos a ser siempre perseverantes y lograr todos los objetivos de vida propuestos, a Santos Trejo padre y suegro que con su dedicación al trabajo nos ha enseñado a valorar lo que tenemos y a seguir luchando por lo que deseamos en la vida, a nuestros hermanos y sobrinos por todo el apoyo que nos han brindado.

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios por mantenernos con vida y salud, por darnos las facultades para realizarnos como profesional y pensar en el futuro de nuestra familia, por permitirnos como esposo estar juntos en este proceso y por cumplir nuestras metas y hacer realidad nuestros sueños.

Gracias a nuestra hija por darnos la oportunidad de ser padres y llenarnos de ilusiones motivándonos a ser cada día mejores convirtiéndonos en un ejemplo para ella.

Gracias a nuestras madres, fiel amigas, acompañantes y consejeras, por darnos la vida, gracias por ser las heroínas que entre tanta dificultad trabajo y lucha para que sus hijos tengan un mejor futuro. A todos nuestros maestros y asesores por brindarnos sus conocimientos y darnos las pautas para ser mejores profesionales.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	6
1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	8
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO	8
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	8
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.6 JUSTIFICACIÓN	8
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	10
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	10
2.1.1 SITUACIÓN ACTUAL NACIONAL E INTERNACIONAL	10
2.1.2 SITUACIÓN ACTUAL EN RESIDENCIAL LOMAS DEL PINAR	15
2.2 CONCEPTUALIZACIÓN	15
2.2.1 ENERGÍA	15
2.2.2 ENERGÍA ELÉCTRICA	16
2.2.3 ENERGÍA RENOVABLE	17
2.2.4 ENERGÍA SOLAR	17
2.2.5 ENERGÍA FOTOVOLTAICA	19
2.3 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	19
2.3.1 APLICACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	23
2.3.1.1 SISTEMA SOLAR AISLADO CONECTADO A LA RED DOMICILIARIA	23
2.3.1.2 SISTEMA CONECTADO A LA RED ELÉCTRICA CON CONTADOR BIDIRECCIONAL	24
2.4 PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN EL HONDURAS	26
2.4.1 PLANTA SOLAR POWER S.A (SOPOSA)	27

2.4.2	PLANTA SOLAR ZAMORANO	27
2.4.3	VALOR PRESENTE NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO.....	28
2.5	MARCO LEGAL	29
2.5.1	LEY MARCO DEL SUB-SECTOR ELÉCTRICO.....	29
2.5.2	LEY GENERAL DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA HONDURAS.....	30
2.5.3	DECRETO: No. 138-2013.....	31
2.5.4	LEY GENERACIÓN DE ENERGÍA CON RECURSOS NATURALES.....	33
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....		35
3.1	MATRIZ METODOLÓGICA.....	36
3.2	SISTEMA DE VARIABLES.....	37
3.3	ENFOQUES Y MÉTODOS	41
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	41
3.5	INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS.....	42
3.5.1	INSTRUMENTO	42
3.5.2	TÉCNICAS.....	43
3.6	PROCEDIMIENTOS.....	43
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS.....		44
4.1	ANÁLISIS DE VARIABLES Y SUS DIMENSIONES	44
4.1.1	AHORRO DE ENERGÍA	44
4.1.3	COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	52
4.1.4	REEMPLAZO DE ENERGÍA.....	53
4.1.6	ANÁLISIS FINANCIERO ESCENARIO 1	58
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		70
5.1	CONCLUSIONES.....	70
BIBLIOGRAFÍA.....		72
ANEXOS.....		76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Generación, transmisión, comercialización y distribución de la energía en Honduras	2
Figura 2: Capacidad Instalada hasta junio 2017	4
Figura 3: Consumo de Energía a Nivel Nacional	5
Figura 4: Precio Futuro de los Combustibles	7
Figura 5: Precios Promedio del Incremento de la Tarifa Energetica	10
Figura 6: Principales Adiciones de Capacidad, 2015 (En MW)	13
Figura 7: Capacidad Solar Instalada	14
Figura 8: Mapa de Irradiación Solar en Honduras	18
Figura 9: Esquema conceptual de una instalación solar fotovoltaica	20
Figura 10: Imagen de Panel Fotovoltaico	22
Figura 11: Silicio monocristalino (a y b) y policristalino (c y d)	23
Figura12: Sistema Solar Aislado	23
Figura 13: Instalación conectada a la red eléctrica	24
Figura 14: Modelo del sistema interconectado a la Red con Contador Bidireccional	26
Figura 15: Parque Solar SOPOSA	27
Figura 16: Parque Solar ZAMORANO	28
Figura 17: Variables de la investigación	38
Figura 18: Diagrama de Variables	39
Figura 19: Perímetro de Residencial Lomas del Pinar	42
Figura 20: Consumo en KWH de energía en Residencial Lomas del Pinar	45
Figura 21: Total del mes a pagar en la factura de las viviendas en Residencial Lomas del Pinar. ...	46
Figura 22: Cantidad de Personas que Viven en la Vivienda	48
Figura 23: Momentos del día donde pasan más personas en la vivienda	48
Figura 24: Días de la semana que pasa más en su vivienda	49
Figura 25: Panel fotovoltaico que se utilizara en la instalación	50
Figura 26: Tarifa de energía eléctrica	52
Figura 27: Electrodomésticos que se utilizan varias veces al día en las viviendas en Residencial Lomas del Pinar	55
Figura 28: Tipos de bombillo que poseen las viviendas de Lomas del Pinar	56
Figura 29: Disponibilidad de cambio del sistema eléctrico por uno solar	57
Figura 30: Disponibilidad de la Inversión	58

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Capacidad Total Instalada Enero 2018.	3
Tabla 2: Capacidad Instalada en países del SICA.	12
Tabla 3: Matriz Metodológica.	36
Tabla 4: Operacionalización de las variables	40
Tabla 5. Consumo promedio de ENEE eléctrica en KWH en Residencial Lomas del Pinar.	45
Tabla 6: Momento del día donde pasan más personas en la vivienda	47
Tabla 7: Momento del día donde pasan más personas en la vivienda	48
Tabla 8: Días de la semana que pasan más personas en la vivienda	49
Tabla 9: Electrodomésticos con más frecuencia de uso	53
Continuación de Tabla 10: Electrodomésticos con más frecuencia de uso	54
Tabla 11: Tipos de bombilla que poseen en las viviendas	56
Tabla 12. Inversión Inicial Escenario 1	59
Tabla 13: Ahorro Del Escenario 1	60
Tabla 15. Inversión Inicial Escenario 2	61
Tabla 16: Ahorro Del Escenario 2	63
Tabla 18: Flujo de efectivo escenario 1	64
Tabla 19: Flujo de efectivo escenario 2	66
Tabla20: Flujo de efectivo escenario 3	68

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Con la presente investigación daremos a conocer una propuesta para la implementación de un sistema solar de paneles fotovoltaicos conectados a la red eléctrica en una vivienda ubicada en la Residencial de Lomas del Pinar en la ciudad de Tegucigalpa, Honduras, donde se analizó el impacto económico que se genera con la instalación de este sistema y la reducción de la factura eléctrica comparándola con el gasto promedio de energía eléctrica de los residentes.

Para analizar esta problemática, la investigación presenta un análisis de factibilidad, evaluando inicialmente los costos de inversión con la implementación del sistema solar fotovoltaico para una vivienda y luego analizar cómo este sistema conectado a la red eléctrica influiría en el comportamiento de los costos de la factura eléctrica para poder determinar su viabilidad y el tiempo de retorno de la inversión.

La investigación se desarrolló mediante datos mixtos los cuales se obtuvieron realizando una serie de entrevistas tipo encuestas dirigidas a la población de la Residencial Lomas del Pinar, evaluando los costos de la factura eléctrica y el interés de la implementación de energía alternativa, evaluando sus electrodomésticos y frecuencias de uso para determinar el porcentaje de energía a reemplazar.

La metodología que se utilizó para la investigación para analizar la factibilidad del proyecto es mediante herramientas financieras VAN y TIR, donde se plantea una comparación económica con dos tipos de sistemas de instalación solar fotovoltaica con banco de baterías y un sistema solar fotovoltaico con contador bidireccional.

Con la presente investigación se espera disminuir el impacto económico que en los últimos años se ha visto reflejado en la factura de la (ENEE), la cual ha sido bastante fluctuante debido a los altos y bajos del comercio de petróleo a nivel mundial, así como también disminuir el impacto ambiental que genera el uso de los combustibles fósiles. Mediante la utilización de energía renovable la cual contribuye con la disminución de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) así como la contaminación a las atmosferas y de esta forma ayudar al que el país sea más sustentable y menos dependiente de los combustibles.

1.2 ANTECEDENTES

La energía en Honduras es proporcionada por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), la cual se encarga de la generación y transmisión, ahora la Empresa Energías de Honduras (EEH), encargada de la comercialización y distribución. (Ver Fig. 1).

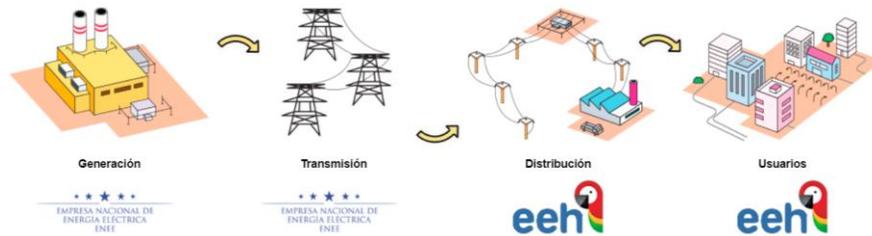


Figura 1: Generación, transmisión, comercialización y distribución de la energía en Honduras

Fuente: Empresa Energías de Honduras (EEH), 2018.

La ENEE, desde hace varios años comenzó con una crisis energética, donde la demanda de la electricidad aumentaba anualmente y las represas hidroeléctricas no se daban abasto debido a la sequía y un mal uso de las reservas de agua en la represa, causando un déficit energético que llevo a racionamientos de energía a nivel nacional. Para superar la crisis el congreso Nacional de la República aprobó la Ley Marco ¹ para el subsector eléctrico lo que le permito el paso de las compañías privadas que vinieron a solventar la crisis por medio de plantas térmicas.

La ENEE posee la principal fuente de energía hidroeléctrica llamada “General Francisco Morazán” mayormente conocida como “El Cajón” esta produce 300 MW (Mega Wattios) de energía eléctrica, la cual no se da abasto por el alto incremento del consumo teniendo que optar por otras fuentes de energía para satisfacer la demanda energética del país que en su mayoría es energía térmica.

Las fuentes de energía eléctrica tienen una capacidad instalada de 2,571.2 Mega Wattios (MW). (ver tabla 1), De las cuales un 16.8% que equivalen a 432.7 MW lo conforman las plantas

¹ **Ley Marco del Subsector Eléctrico:** 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 cualesquiera de las actividades mencionadas, Artículo 2, 2007

hidroeléctricas propiedad del estado, un 9.7% que equivalen 249.1 MW son plantas hidroeléctricas privadas, las térmicas también propiedad de ENEE con una capacidad instalada 2.5% equivalente a 64.6 MW, mientras las plantas térmicas privadas tienen la mayor capacidad instalada con un 31.4% que equivalente a 810.5 MW, el 8.1% equivalente a 209.7 MW lo conforman plantas de biomasa, a esto se le suma también la fuentes de energía eólica y fotovoltaica siendo la primera con un 8.7% equivalente a 225.0 MW y la energía fotovoltaica con un porcentaje importante del 17.5% equivalente 450.9 MW, a esta capacidad instalada de energía eléctrica se le suma la energía geotérmica con la creación de una nueva planta contando con una capacidad 1.4% equivalente al 35.0 MW. ENEE (2018).

Tabla 1: Capacidad Total Instalada Enero 2018.

TIPO DE PLANTA	AÑO 2016		JUNIO 2017	
	MW	%	MW	%
Total Sistema	2,571.2	100	2,577.2	100
Hidráulica	675.8	26.3	681.8	26.5
Térmica	875.1	34.0	875.1	34.0
Biomasa	209.7	8.2	209.7	8.1
Eólica	225.0	8.8	225.0	8.7
Fotovoltaica	450.9	17.5	450.9	17.5
Geotérmica	35.0	1.4	35.0	1.4
Carbón	99.8	3.9	99.8	3.9

Fuente: Boletín Estadístico de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica,2018

Esto nos indica que la ENEE adquiere una gran parte de energía eléctrica a compañías privadas siendo y estas en su mayoría plantas térmicas, aunque ha venido disminuyendo lentamente, también se puede observar el incremento de la utilización de la energía fotovoltaica siendo esta una tercera fuente de energía después de hidráulica, lo que nos indica que cada día se está tomando más en cuenta la energía renovable.

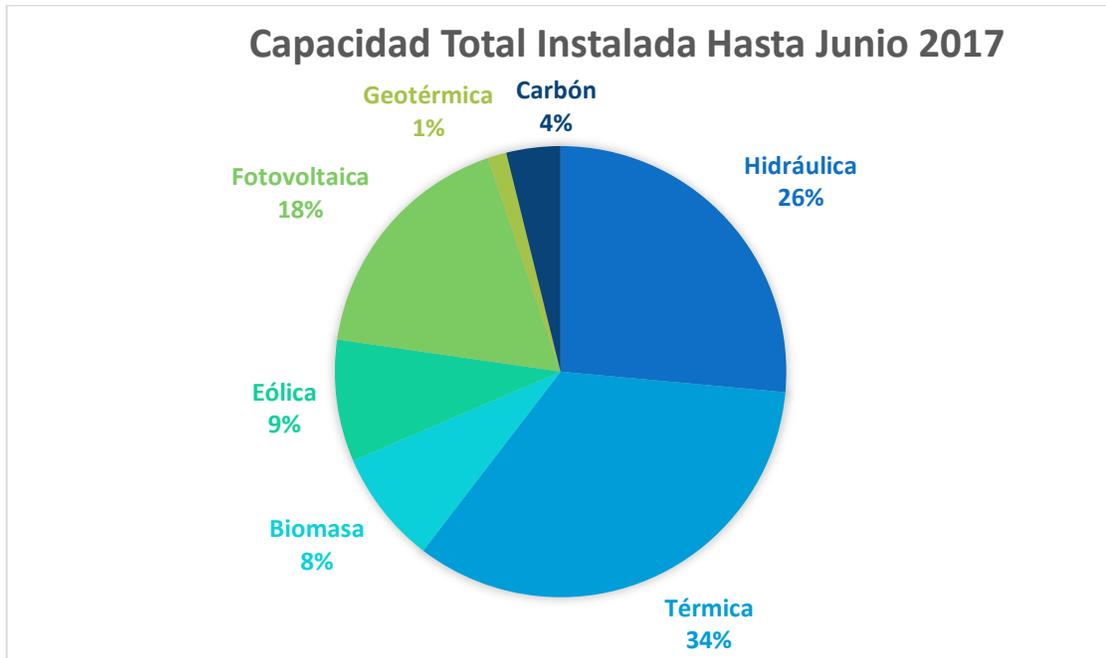


Figura 2: Capacidad Instalada hasta junio 2017

Fuente: Boletín Estadístico de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, 2018.

El sistema energético hondureño se ha caracterizado por una alta dependencia al combustible fósil donde las centrales térmicas privadas sostenían la mayor parte del Sistema Eléctrico Nacional las que actualmente cuentan con una capacidad de 810.5 MW esta dependencia ha disminuido a través de los años observándose en la Fig.2 una capacidad instalada con incremento en energías renovables como ser biomasa, eólica, fotovoltaica y geotérmica, al obtener una suma tendríamos que con 920.6 MW de capacidad instalada siendo esto aún mayor que la energía térmica. (Ver Fig. 2).

En base a los datos del boletín estadístico publicado en enero de 2018, el consumo residencial alcanza un 42.2% equivalente 195,091.5 MWH, el consumo comercial equivale a un 24.6%, industrial con un 12.3%, altos consumidores 10.4%, alumbrado público 10.4% entre otros consumidores siendo el sector residencial el de mayor demanda de consumo.



Figura 3: Consumo de Energía a Nivel Nacional

Fuente: Boletín Estadístico ENEE, 2018.

La demanda de energía a nivel residencial con fines domésticos según los datos obtenidos, en el informe del Balance Energético Nacional 2014, se observa que el 87% de los hogares hondureños satisface su demanda energética a través del consumo de leña y de los hogares que poseen servicio de energía eléctrica tienen 43% de consumidores que consumen leña aunado a esto se suma el alto consumo de energía térmica, siendo un país dependiente del petróleo el cual se ve obligado a comprarlo porque no lo produce.

Honduras es un país rico en recursos naturales, con un alto potencial de fuentes renovables para la generación de energía eléctrica, cuenta con una alta diversidad de proyectos en estudio de energía renovable como (Eólica 1360 MW, Hídrica 2,822.14 MW, Biomasa 253.65 MW, Geotérmico 120 MW y Solar 1,192.5 MW)², actualmente todo ese potencial no está siendo aprovechado aunque existen muchas iniciativas para creación de energía limpia hay mucho camino por recorrer.

Actualmente el gobierno de Honduras ha cerrado las posibilidades de proyectos basados en hidrocarburo, según el Plan Estratégico de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica 2016-2020

² Balance energético 2014

se piensa retirar en el 2018, 547 MW y en el año 2019, 166 MW en plantas térmicas que ya se les ha vencido los contratos dando prioridad a los proyectos de creación de energía renovable como, hidroeléctrica, eólica, solar, biomasa y geotérmica, en busca de generación de energías renovables por compromiso de país en el ámbito del cambio climático.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Honduras es un país con alta dependencia de los hidrocarburos para la generación de energía eléctrica a pesar de ser un país rico en recursos naturales con un potencial energético en fuentes renovables como los recursos hídricos y el potencial de fuentes de energía solar por la ubicación geográfica del país.

Los sistemas energéticos de fuentes no renovables que se han utilizado desde hace más de 30 años han incrementado los gastos de generación de energía en las centrales eléctricas lo que ha venido a encarecer los costos los cuales han sido trasladados a la factura eléctrica del consumidor volviéndose cada día más insustentable, siendo uno de los países con la energía eléctrica más cara de la región, afectando la economía de todos los hondureños, así mismo al utilizar energía proveniente de combustibles fósiles como principal fuente energía en el país encarece los costos por los altos y bajos de los precios de los combustibles siendo este el principal problema.

Aunado a esto el precio de los combustibles cada día es mayor y este aumento va ir creciendo cada año según la proyección del Banco Internacional de Desarrollo (BID), en su publicación la Red del Futuro realiza una proyección del precio de los combustibles del periodo del 2016 al 2030 observándose que el petróleo es que va aumentar más ver fig. 4.

El aumento del precio del petróleo más el aumento del consumo energético a nivel mundial la debido en gran parte el aumento de las tecnologías, el crecimiento poblacional entre otros factores ha obligado a un balance energético tomando como principal opción energética las energías renovables.

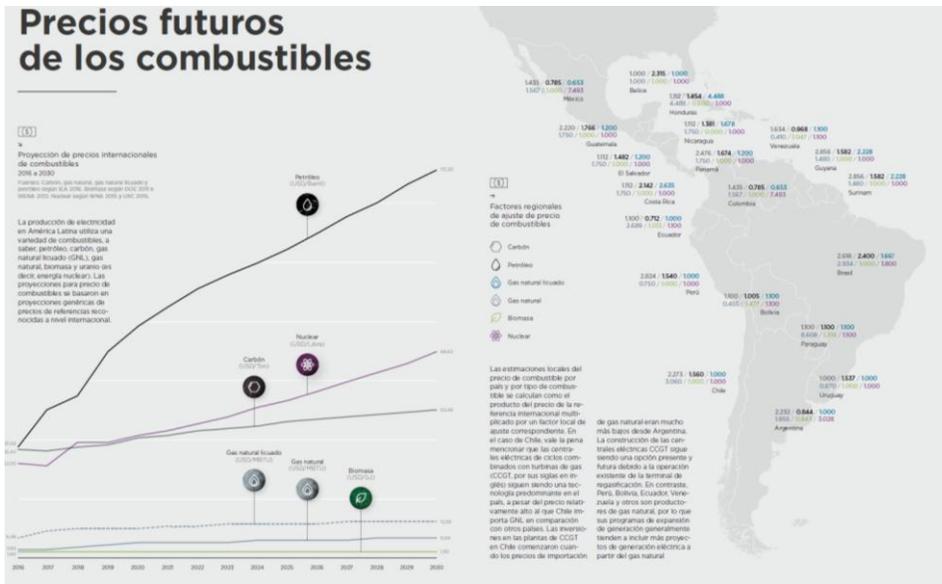


Figura 4: Precio Futuro de los Combustibles

Fuente: La Red del Futuro, Desarrollo de una Red Eléctrica limpia y Sostenible para América Latina, BID 2017.

1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuál es el consumo promedio de energía eléctrica en las viviendas de la residencial Lomas del Pinar?
2. ¿Cuánto es el ahorro en la factura de energía eléctrica con la utilización del sistema de paneles fotovoltaicos?
3. ¿Qué porcentaje de energía eléctrica puede ser sustituida por energía solar mediante paneles fotovoltaicos?
4. ¿De Cuánto es la inversión inicial para la implementación de paneles fotovoltaicos y en cuanto tiempo de retorno de la inversión?

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la factibilidad de un sistema energético de paneles fotovoltaicos conectados a la red eléctrica en la residencial Lomas del Pinar.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el consumo de energía promedio en las viviendas de residencial Lomas del Pinar.
2. Estimar el ahorro de energía con la utilización del sistema solar de paneles fotovoltaicos.
3. Determinar el porcentaje de energía eléctrica que puede ser sustituido por medio de paneles fotovoltaicos.
4. Evaluar la inversión inicial y el retorno de la misma para analizar su factibilidad del uso de paneles fotovoltaicos.

1.6 JUSTIFICACIÓN

Con la utilización de energías más limpias en Honduras estamos contribuyendo a obtener un desarrollo bajo en hidrocarburos lo cual es un compromiso de nación, logrando un país con una cultura de producción de energías renovables y un consumo de energía sostenible respetando y

conservando el medio ambiente, sobretodo porque Honduras es uno de los países más vulnerables al cambio climático.

La propuesta de investigación permitirá analizar si existe una reducción de costos con la utilización de un sistema solar fotovoltaico conectado a la energía eléctrica en una vivienda y así poder evaluar la inversión inicial y determinar el retorno de la misma.

Con la presente investigación se desea disminuir el consumo de energía de fuentes no renovables y así mismo reducir la factura de energética para el aprovechamiento de los recursos naturales por medio de la energía solar y con esto disminuir la emisión de CO₂ a la atmosfera y de esta forma contribuir al medio ambiente y así contribuir a combatir cambio climático, Así mismo con la implementación de paneles fotovoltaicos a las viviendas para un consumo de energía renovable para uso doméstica se estaría mejorando la situación económica de muchos hogares reduciendo la factura de energía eléctrica siendo hoy en día esta uno de los servicios básicos más caros que pagan los hondureños y que cada día se vuelve más difícil de sostener.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad el precio de la energía es bastantes altos en comparación con años anteriores, ver figura 4, esto en gran parte por los altos y bajos del precio del petróleo, estos incrementos históricos han venido afectando la economía de los países a nivel mundial y no solo los problemas económicos si no también los daños irreversibles que provoca al medio ambiente la generación de energía por medio de combustibles fósiles convirtiendo la situación energética en un problema global con una necesidad inminente de un cambio energético a corto plazo.

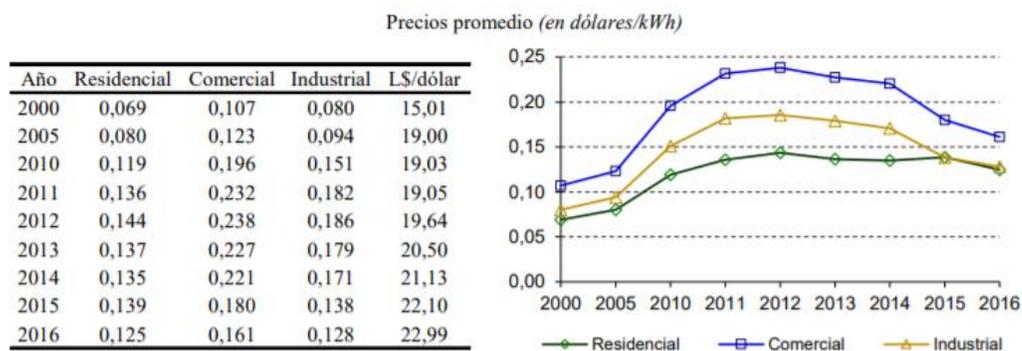


Figura 5: Precios Promedio del Incremento de la Tarifa Energetica

Fuente: Estadística del Sub sector electrico de los países del sistema de la integración Centroamericana (SICA),2016.

2.1.1 SITUACIÓN ACTUAL NACIONAL E INTERNACIONAL

El creciente desarrollo industrial y el incremento de las tecnologías a nivel mundial es una de las principales causas del aumento de la demanda energética a nivel mundial.

Domínguez Gómez (2005) Afirma:

El mundo energético de hoy en día está fundamentado principalmente en estos tres cimientos: petróleo, radioactividad y gas natural. La vida cotidiana tiene como base los compuestos derivados del petróleo o del gas natural. Con ello funcionan las cocinas, las calefacciones, los medios de transporte, etc. La electricidad que consumimos tienen un origen más diversificado, como las instalaciones de carbón (normalmente llamados centrales termoeléctricas) o algunos niveles que hay en las cuencas de los ríos y pantanos construidos no solo para embalsar agua, sino también para obtener electricidad (p. 12)

El incremento de energía a nivel mundial igualmente se ha visto afectado por el crecimiento poblacional de las naciones y sus procesos de generación han traído resultados negativos sobre la humanidad trayendo consigo las consecuencias del cambio climático, un tema del cual se está hablando los últimos años a nivel mundial,

Ante esta situación se planteó El Protocolo Kioto el cual fue establecido en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), teniendo como objetivo más importante que entre el 2008 al 2012 los países industrializados reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero en un 5.2%, protocolo que sigue vigente debido a su ampliación hasta el año 2020.

El efecto de la explotación de energía por medio de combustibles fósiles ha desencadenado el cambio climático en Centro América y en particular Honduras siendo este uno de los países más vulnerables de la región viéndose afectado por fenómenos climatológicos extremos, el cambio climático ha provocado en las últimas décadas un incremento de la temperatura en Honduras provocando sequias y grandes daños en el sector agrícola. (Ordaz, Ramirez, Mora, Acosta, & Serna, 2010, p. 18)

Además de los impactos por la explotación de energía por medio de combustibles fósiles también hay que tomar en cuenta los costos de producción y generación de la misma, que van a variar en base a lugar o país. “El coste del kwh está relacionado con los costos de fabricación, de mano de obra, tasas e impuestos, precio del sueldo, subvenciones y otras ayudas económicas en diferentes países o zonas” (Carta Gonzales, Calero Pérez, Colemar Santos, Castro Gil, & Collado Fernandez, 2009, p. 145).

En base a lo anterior expuesto podemos decir que la energía generada por fósiles aparte de tener consecuencias negativas por su explotación afectando en medio ambiente y la salud también es una energía cara de producir y los efectos se ven reflejado en la factura eléctrica y estos costos se ven reflejados en la factura del consumidor, cabe mencionar que no todas las fuentes de energía tiene consecuencias negativas de la misma intensidad como es el caso de las energías renovables que su explotación es más inofensiva que la generación de otro tipo de energías.

Los países de la región han tenido un leve avance en cuanto a la implementación de energías renovables, en base al informe de Estadísticas del subsector eléctrico de los países del

Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), 2015: Las fuentes renovables no convencionales (eólicas y solar fotovoltaica y en menor medida biogás) tuvieron un crecimiento sustancial, ubicando a Nicaragua con 20.5%, Honduras 10.8% en Costa Rica: 4.5% en Panamá 9.6% y 2.5% en Guatemala. A pesar de que Honduras ha obtenido un crecimiento importante a nivel Centro Americano en cuanto la implementación de energías renovables, todavía tenemos mucho por recorrer en comparación con la capacidad instalada de otros países de la región. (Ver Tabla 2).

Tabla 2: Capacidad Instalada en países del SICA.

ENERGÍA RENOVABLE EN 2015 33 753,6 GWH	
Costa Rica	31%
Panamá	20%
Guatemala	18%
Honduras	11%
El Salvador	9%
Nicaragua	6%
República Dominicana	4%
Belice	1%

Fuente: Elaboración propia con datos de CEPAL 2015.

Sobre la base de las consideraciones anteriores lo importante en recalcar es que Honduras en comparación con otros países de la región está tomando en cuenta la energía solar como su principal fuente de energías renovables, siendo el país que más está produciendo energía solar como se observa en la fig. 6, lo que le abre una oportunidad mayor a la producción de energía solar.

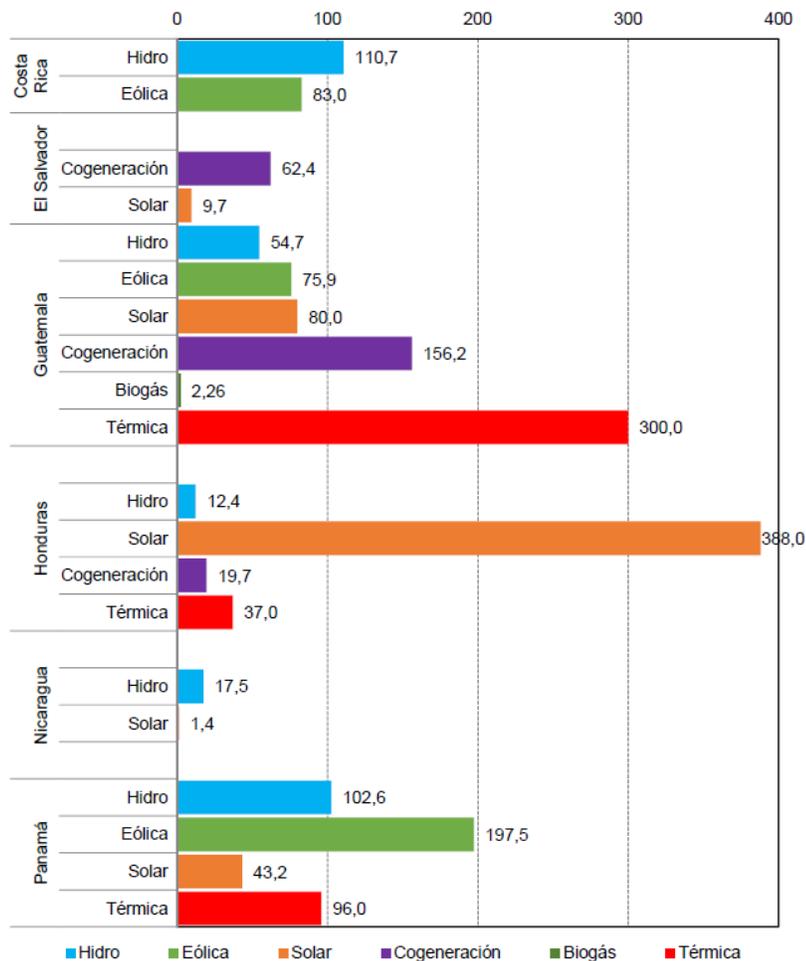


Figura 6: Principales Adiciones de Capacidad, 2015 (En MW)

Fuente: CEPAL, 2015

La capacidad solar instalada en América Latina ha tenido muchos avances en los últimos años, Honduras es uno de los países que más avances ha tenido, esto ha influido en que el gobierno de Honduras ha fomentado en los últimos años en energía solar ya que se ha dado cuenta que la ubicación geográfica del país tiene mucha potencia, según la publicación del Banco Internacional de Desarrollo (BID) a finales del 2017, La capacidad solar Instalada en América Latina ha venido en aumento drásticamente en los últimos 5 años, como se puede observar en la fig. 7

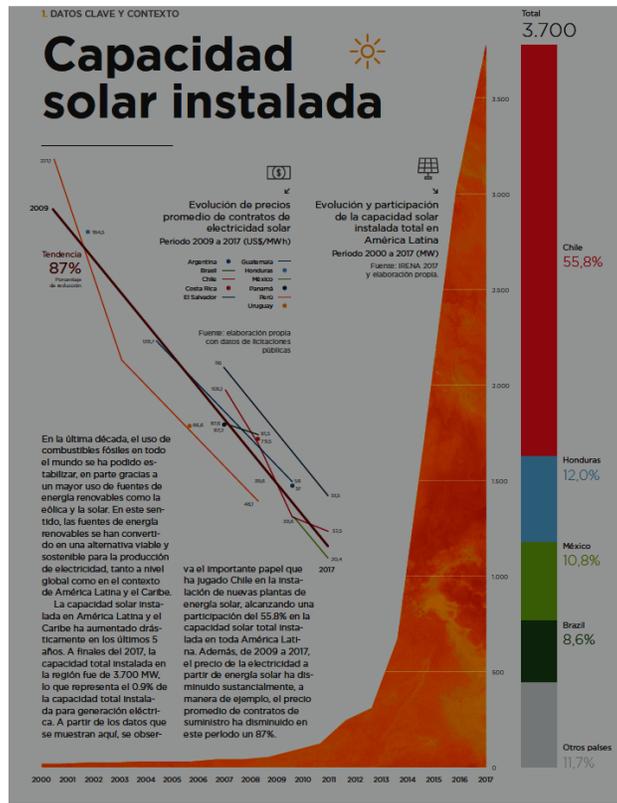


Figura 7: Capacidad Solar Instalada

Fuente: La Red del Futuro, Desarrollo de una Red Eléctrica limpia y Sostenible para América Latina, BID 2017.

La capacidad total instalada en la región fue de 3700 MW que representa al 0.9% de la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica, de esta capacidad Chile encabeza la lista con un 55.8%, Honduras toma el segundo lugar con 12.0%, México, 10.8%, Brasil 8.6% y 11.7% otros países en toda América Latina, otro dato a destacar es el precio de la energía solar ha disminuido considerablemente en 87% en precios promedio a nivel de la región. (Paredes, Juan Roberto, 2017b, p. 11)

La energía renovable tiene mucho camino por recorrer, pero esta es una de las soluciones alternas a largo plazo, el principal problema de las energías renovables es el costo del sistema de implementación como es el caso de la energía solar por medio de paneles fotovoltaicos debido al coste de sus equipos a utilizar, ya que el caso de la energía eléctrica convencional ya hay una inversión difícil de cambiar por los costos que esto generaría, por lo que se tiene que ir emigrando paulatinamente.

2.1.2 SITUACIÓN ACTUAL EN RESIDENCIAL LOMAS DEL PINAR

La presente investigación es para realizar un análisis en base a la reducción de los costos de la factura eléctrica por medio de la utilización de paneles fotovoltaicos, la residencial Lomas de Pinar ubicadas en el kilómetro nueve, carreteras hacia Danlí, El Paraíso a una distancia a aproximada de 10 minutos de Tegucigalpa, la población actual es de 15 viviendas que está en constante crecimiento, con una condición económica entre media y alta.

Actualmente los habitantes de la Residencial Lomas de Pinar a menudo se sienten inconformes por los altos cobros de electricidad de la ENEE, situación que ha venido agravando reflejándose cada día un incremento de la factura eléctrica.

2.2 CONCEPTUALIZACIÓN

2.2.1 ENERGÍA

La energía es vital en la tierra y la vida de los seres humanos depende de ella, se encuentra en todos los espacios, aunque no la podamos ver o tocar, está presente en todo lo que nos rodea, los seres vivos necesitan energía para crecer y reproducirse como las plantas que ocupan la energía del sol para sobrevivir.

El principio de la energía está expresado por la primera ley de la termodinámica, la energía no se crea ni se destruye, solo cambia de una forma a otra.

La energía puede existir de varias formas: térmicas, mecánicas, cinética, potencial, eléctrica, magnética, química y nuclear, cuya suma conforma la energía total E de un sistema, la cual se denota por unidad de masa mediante e y se expresa como. (Çengel, Boles, & Apraiz Buesa, 2012, p. 53)

$$e = \frac{E}{m} \text{ (kJ/kg)}$$

Sobre la base de las consideraciones anteriores nos dice que todo tipo de energía tiene un proceso y esta se manifiesta de varias maneras, en el caso de la energía química este es un tipo de energía natural y es producida por reacciones químicas por ejemplo la energía generada por los combustibles es un tipo de energía química que se encuentra almacenada en el petróleo, carbón o la madera.

El concepto de energía está definido como: La capacidad de un cuerpo dado para producir efectos físicos externos a ese cuerpo, en esta definición la palabra “efectos” implica que puede ocurrir cambios físicos, como movimientos o cambios de tamaño, color, temperatura u otros muchos cambios en el carácter físico de los objetos. (Rolle, 2010, p. 65)

2.2.2 ENERGÍA ELÉCTRICA

Uno de los más grandes inventos científicos en la historia del ser humano es la invención de la energía eléctrica y es uno de los más utilizados e indispensables en los hogares en la actualidad.

A Partir del siglo XVIII, se comenzó a estudiar y a comprender como se genera la energía eléctrica, La palabra electricidad, tiene su origen en el nombre que se le daba a los antiguos griegos al ámbar, una resina fósil, de textura semejante al plástico que tiene como singularidad que luego de frotar con un paño, este material tiene la capacidad de atraer pequeños cuerpos colocados cerca del cómo trozo de papel, la palabra que utilizaban los griegos para referirse al ámbar era el electrón: por lo tanto, llamaban electrizados a los cuerpos que se comportaban como ese material. Unos años más tarde se comenzó a llamar electricidad, esa capacidad atractiva. (“Física Energía eléctrica”, 2004, p. 10).

John Canton científico inglés comprobó que un mismo cuerpo puede cargarse positivamente o negativamente y esto va a depender del material que se utilice para frotarlo y con qué grado se pula la superficie. (“Física Energía eléctrica”, 2004, p. 11),

La electricidad tiene sus orígenes en la materia que está compuesta por partículas llamadas átomos y estos están compuestos por protones, neutrones y electrones, los protones tienen carga positiva y los electrones carga negativa, los neutrones no tienen carga. Por lo tanto, si dos cuerpos distintos se frotan, los electrones de un cuerpo pasan al otro cuerpo generando electricidad, el concepto de la energía eléctrica:

La energía eléctrica no es más que el flujo de electrones en el seno de un conductor. El origen del movimiento de los electrones puede ser un generador eléctrico (accionado por una fuente de energía externa). Una pila eléctrica (a partir de una reacción química). (Carta Gonzales et al., 2009, p. 11).

Cuando pensamos en energía eléctrica lo primero que se nos viene a la mente que es necesaria para los equipos electrónicos domésticos como televisión, refrigeradora o estufa o la que se almacena en baterías como las de litio para los artículos cotidianos como computadoras y celulares.

La energía eléctrica no es lo mismo que la electricidad, esta última es para el uso doméstico e industrial, la electricidad se define como:

La forma más común en que aparece la energía eléctrica es por medio de la electricidad. La corriente eléctrica es un flujo ordenado de electrones. Este flujo se produce con suma facilidad en los materiales denominados conductores, que se caracterizan por ofrecer una muy baja resistencia a dicho flujo. (González Velasco, 2009, p. 9).

Por medio de la energía eléctrica se genera la electricidad y esta puede ser creada por el hombre como la de las represas hidroeléctricas que mediante la corriente de agua se genera la energía eléctrica donde se abastecen miles de hogares o puede ser generada por la naturaleza misma como la electricidad que se observa en los rayos de las tormentas o la generada por los rayos solares.

2.2.3 ENERGÍA RENOVABLE

Las energías renovables no es un tema nuevo, se ha venido utilizando desde la prehistoria y ha venido surgiendo mediante la civilización ha ido evolucionando e incrementando la tecnología y la ciencia, una de las primeras aplicaciones más actuales es la energía generada por el viento que utilizaban en el pasado para triturar los grano en los molinos, lo que es conocido en la actualidad como energía eólica, por otra parte una de las aplicaciones de la energía renovable, la cual es de origen más remotos es cuando se utilizaba la energía proveniente de sol para calentar agua o para generar fuego.

En la actualidad la energía renovable ha tomado bastante auge sobre todo por las consecuencias a los problemas del cambio climático y como resultado de este se ha optado por fuentes alternas para la generación de energía más limpia.

2.2.4 ENERGÍA SOLAR

La energía solar es un recurso ilimitado proveniente del sol, esta no se agota es gratuita y puede ser aprovechada como energía renovable ya sea por medio de la energía térmica o energía fotovoltaica.

Los antepasados ya utilizaban la energía solar en el siglo II a.C., Arquímedes consiguió quemar las naves romanas por medio de espejos.

“La energía total que llega a la tierra procedente del sol es de 1,559.280 TWH en un año de los cuales alrededor de un 1% podría ser utilizada” (Carta Gonzales et al., 2009, p. 46). Con referencia a lo anterior podemos decir que la energía solar tiene mucho potencial y esta puede ser aprovechada cabe agregar que este potencial va a variar dependiendo del lugar o ubicación geográfica y de la variabilidad de la hora del día.

En la fig. 8 se observa un mapa de irradiación solar de Honduras, donde se puede observar que en las zonas como Choluteca y Nacaome es donde hay mayor irradiación solar, pero en casi todo el país se puede aprovechar esa irradiación para generar energía.

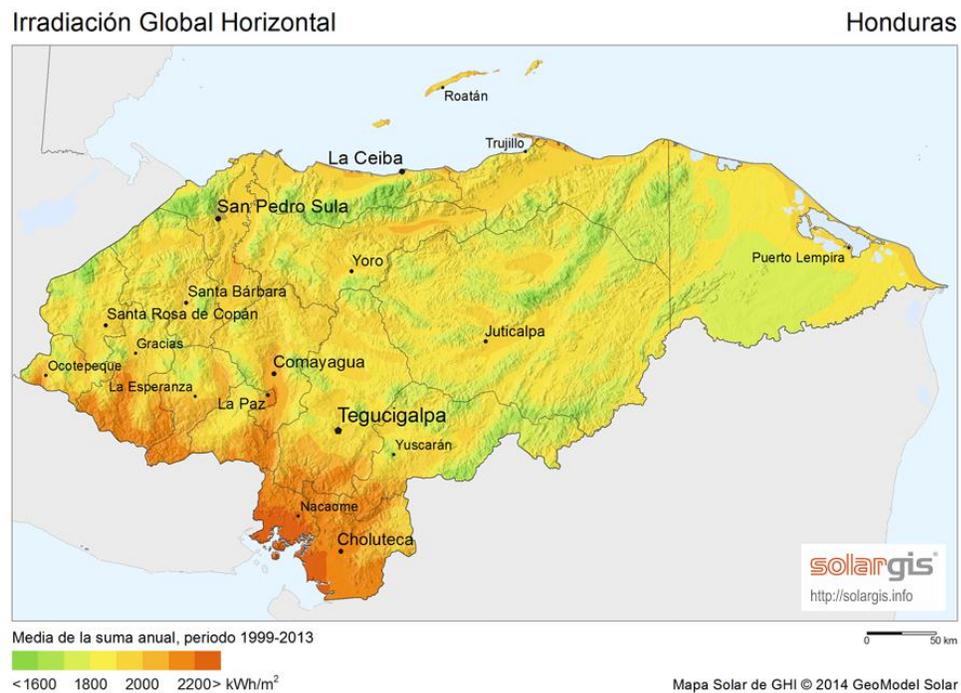


Figura 8: Mapa de Irradiación Solar en Honduras

Fuente: <https://solargis2-web-assets.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/graphic/free-map/GHI/4921196977/Solargis-Honduras-GHI-solar-resource-map-es.png>

2.2.5 ENERGÍA FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica es un tipo de energía renovable, teniendo sus inicios en el año de 1839 cuando un físico francés llamado Alexandre Edmon Becquerel descubrió el efecto fotovoltaico, donde observo que ciertos materiales podrían generar corrientes eléctricas cuando estas eran expuestas a la luz, sucedió cuando experimentaba con dos electrones metálicos en una solución conductora observando un aumento de la generación eléctrica por medio de la luz, posteriormente en el año de 1873 Willouhby Smith probó el efecto fotovoltaico de Becquerel pero en un medio sólido como el selenio. Mas sin embargo no fue hasta después de más 100 años para que la tecnología solar fotovoltaica para que esta se desarrollara y se pudiera aplicar de forma práctica. (Carta Gonzales et al., 2009, p. 256)

Entre las teorías de la energía solar fotovoltaica también participo Albert Einstein quien explico el efecto fotovoltaico en 1904.

Perales Benito (2007) afirma:

La energía solar fotovoltaica corresponde a un sistema directo de conversión, ya que los fotones de la radiación solar interactúan de modo directo sobre los electrones del captador fotovoltaico para dar lugar a efecto foto eléctrico y en él, a la generación de corriente eléctrica.(Perales Benito, 2007, p. 41).

Lo anteriormente expuesto nos indica que la energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable, ya que es captada por las radiaciones solares y la convierte en energía eléctrica mediante un material semiconductor llamado células fotovoltaicas, este tipo de energía tiene muchas aplicaciones y una de ellas que es la que más hemos venido hablando que es para el aprovechamiento doméstico utilizado en las viviendas ya sea de forma aislada o conectada a la red eléctrica.

2.3 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Una instalación básica de un sistema solar fotovoltaico está compuesta por un subsistema de captación, subsistema de almacenamiento, subsistema de regulación y un sistema de convertidor de corriente, como se puede observar en la figura 7 a continuación:

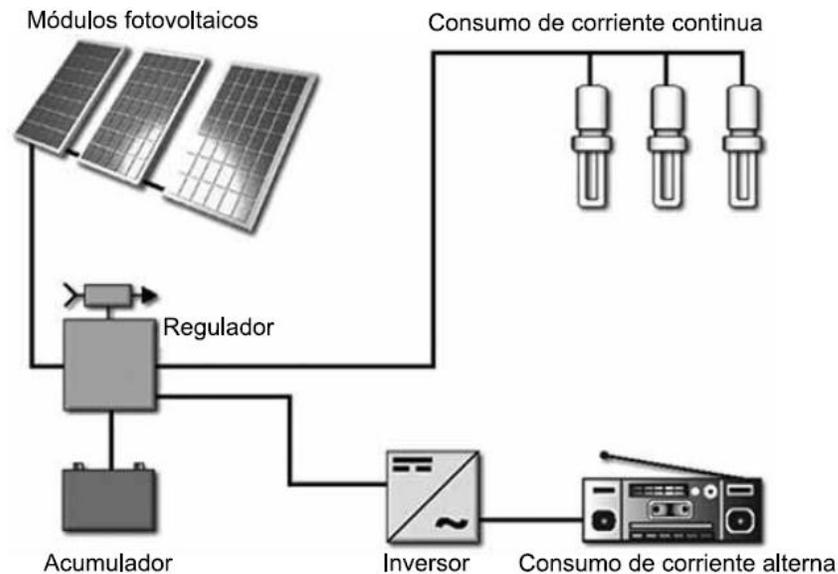


Figura 9: Esquema conceptual de una instalación solar fotovoltaica

Fuente: (Carta Gonzales et al., 2009)

En la fig. 9 se observa los principales componentes empleados, como el sistema de captación el cual su principal componente son los paneles fotovoltaicos.

Perales Benito (2007) afirma: “El panel o modulo fotovoltaico (FV) es un sistema captador de la energía solar en la que tiene lugar una conversión directa (...), para proporcionar corriente eléctrica” (Perales Benito, 2007, p. 46).

Como se puede observar en esquema anterior, estos son los componentes básicos para una instalación solar fotovoltaica, el diseño de esta instalación va a variar dependiendo de las necesidades básicas del usuario o la potencia de energía que se desea producir o almacenar, estos componentes se describen detalladamente a continuación:

El **subsistema de captación** está constituido por el panel fotovoltaico, el cual tiene como función convertir la radiación solar que incide sobre él en electricidad. El panel, cuya superficie más habitual se encuentra entre 0,5 m² y 0,8 m², está integrado por un conjunto de células fotovoltaicas que se conectan en serie y paralelo con el propósito de lograr, para una radiación dada, unos determinados niveles de tensión e intensidad eléctrica. Asimismo, la estructura del panel proporciona resistencia mecánica y estanqueidad a las células, facilita la evacuación del calor de las mismas, incrementando así su rendimiento, y favorece la optimización de la captación de la radiación solar.

El **subsistema de almacenamiento** tiene como función almacenar la energía eléctrica generada que no está siendo utilizada por el consumidor, ya que al ser la radiación solar variable no podría garantizarse, en el caso de ausencia de este subsistema, el suministro de energía en todo momento. El sistema de almacenamiento está compuesto por baterías conectadas en serie o en paralelo. De los distintos tipos de baterías que pueden ser

empleadas, las de plomo ácido son las que mejor se adaptan a este tipo de generación, de hecho, más del 90% del mercado corresponde a este tipo de baterías.

El **subsistema de regulación** tiene como función evitar que las baterías reciban más energía que la máxima que éstas son capaces de almacenar y prevenir las sobrecargas que agotarían en exceso la carga de las mismas.

El **subsistema convertidor** de corriente es el encargado de adaptar la energía producida por el panel fotovoltaico o la almacenada en las baterías, que es de tipo continuo, al tipo de energía, continúa o alterna, solicitada por las cargas. En el caso de que la carga requiera consumir corriente alterna, el convertidor consiste en un inversor, el cual transforma la tensión e intensidad continuas en tensión y corriente alternas. (Carta Gonzales et al., 2009, p. 237).

En base a lo anterior podríamos decir que para una instalación básica de tecnologías de paneles fotovoltaicos, además de un sistema de captación que es el que sirve para convertir la radiación solar en electricidad, también está compuesto por subsistema de almacenamiento que es el que se encarga de almacenar la energía eléctrica que se generó pero no está siendo utilizada, así como también se compone de un subsistema de regulación que es vital para regular la energía almacenada en las baterías y que estas no excedan de su capacidad de almacenamiento y por último el subsistema de convertidor energía es el responsable de adaptar la energía generada o almacenadas en las baterías que es de tipo continuo o alterna.

Para comprender más a fondo los componentes de una instalación general de paneles fotovoltaicos estos se definirán a continuación:

Modulo Fotovoltaico

El modulo Fotovoltaico o panel fotovoltaico es un componente básico para una instalación fotovoltaica común y es el encargado de transformar la energía solar en energía eléctrica, este está compuesto por placas rectangulares la cuales están formadas por un conjunto de celdas fotovoltaicas protegidas por un marco de vidrio y aluminio anodizado, la celda capta la energía contenida en la radiación solar y la transforma en corriente eléctrica, esta celdas están hechas de silicio que están conformados de un grupo de minerales semiconductores (PNUD, GEF, & BUN-CA, 2002, p. 7), cabe agregar que el silicio que es el material más común para fabricar células fotovoltaicas está compuesto de un grupo de minerales como se menciona anteriormente y estos son uno de los materiales más comunes de la tierra después del oxígeno, el problema de este material es que rara vez se encuentra 100% puro por lo que debe de pasar por proceso de

purificación bastante costoso por lo que en la actualidad se está desarrollando alternativas más económicas para su purificación.



Figura 10: Imagen de Panel Fotovoltaico

Fuente: <https://solar-energia.net/definiciones/modulo-o-panel-fotovoltaico.html>

Existen tres tipos de células de silicio fotovoltaicas, el silicio monocristalino, policristalino y amorfo como las más utilizadas en el mercado.

El silicio monocristalino es que más se utiliza en el mercado el proceso de fabricación consisten en purificar el silicio, luego se funde y se cristaliza en lingotes, los lingotes son cortados en finas láminas y se realizan células individuales, las células monocristalinas tienen un color azul o negro, las células policristalinos lo fabrican de forma similar que las monocristalinas con la diferencia es que utilizan un silicio de bajo costo, reduciendo su eficiencia, el color de estos no tienen un color homogéneo, tienen un patrón aleatorio de cristalización. Ver fig. 11, Las células de Silicio amorfo ofrece un coeficiente de absorción mayor que el cristalino en el espectro visible siendo estas más delgadas (Carta Gonzales et al., 2009, p. 266).

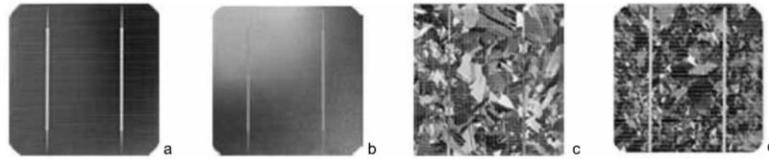


Figura 11: Silicio monocristalino (a y b) y policristalino (c y d)
 Fuente: (Carta Gonzales et al., 2009)

2.3.1 APLICACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica tiene dos aplicaciones muy comunes, una de ellas es el sistema aislado el cual es más utilizado en las zonas rurales donde todavía no tienen acceso a la energía eléctrica y resulta una alternativa bastante practica que soluciona muchos problemas de energía, En cambio los sistemas conectados a la red eléctrica son instalados en zonas donde ya hay energía eléctrica y el objetivo es lograr un ahorro de energía o sustituirlos para una más limpia, ambas aplicaciones de este tipo de sistemas se definirá a continuación.

2.3.1.1 SISTEMA SOLAR AISLADO CONECTADO A LA RED DOMICILIARIA

El sistema aislado conectado a la red domiciliaria es un tipo de sistema solar fotovoltaico con un banco de baterías para almacenar la energía captada por los módulos fotovoltaicos durante el día, como se muestra en la fig. 12.

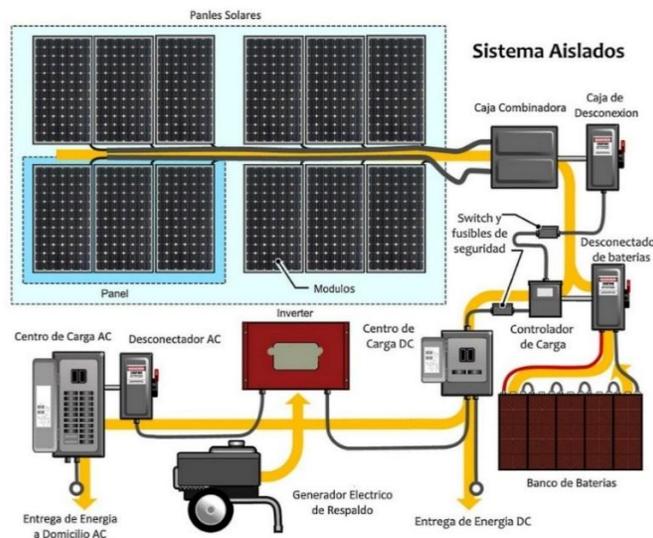


Figura12: Sistema Solar Aislado
 Fuente: Solaris, 2018.

Este tipo de sistemas se propone como una alternativa para una red domiciliaria (dentro de la vivienda), el propósito principal de este tipo de sistemas es independizar el consumo de energía del servicio estatal (ENEE), considerando de forma parcial en la vivienda como ser los consumos generales de iluminación de la vivienda, televisores, routers, computadores entre otros electrodomésticos de voltaje 110v que soporten el sistema solar el cual dependerá de la potencia instalada y la cantidad de baterías para su almacenamiento.

2.3.1.2 SISTEMA CONECTADO A LA RED ELÉCTRICA CON CONTADOR BIDIRECCIONAL

Al igual que los sistemas aislados un sistema solar fotovoltaico conectado a la red eléctrica cuenta con módulos fotovoltaicos los cuales ya fueron definidos anteriormente que son básicamente los que generan la electricidad a partir de la energía solar, cabe mencionar que este tipo de energía es de corriente continua, por lo que es necesario un inversor.

Inversor: Es uno de los componentes más importantes en los sistemas conectados a red, ya que maximiza la producción de corriente del dispositivo fotovoltaico y optimiza el paso de energía entre el modulo y la carga, transformando la energía continua producida por los módulos en energía alterna, para introducirla en la red, con la que trabaja en régimen de intercambio. (Carta Gonzales et al., 2009, p. 280)

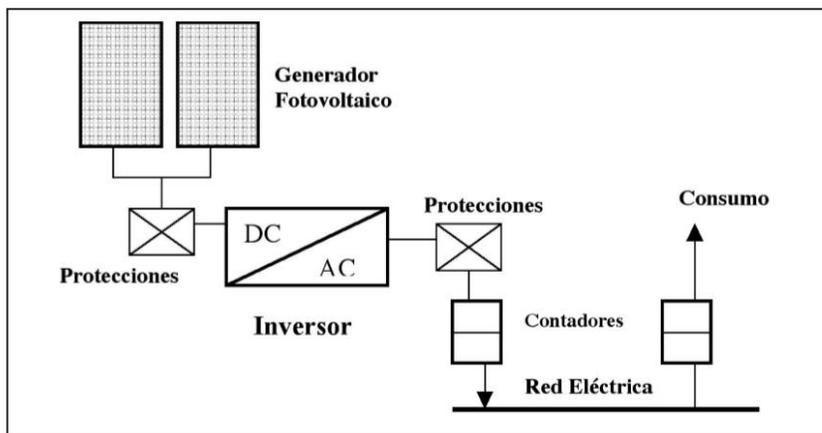


Figura 13: Instalación conectada a la red eléctrica

Fuente: ("Guía de la Energía Solar", 2006)

Como se observa en la Figura 13, después de que el inversor convierte la corriente directa (DC) o corriente continua en corriente alterna este necesita de dos contadores el cual cuantifica la energía que se genera e inyecta a la red en ambos sentidos.

Contador de energía bidireccional: Mide la energía producida por el sistema fotovoltaico durante todo su periodo de funcionamiento, como su nombre indica, es capaz de medir la energía en ambos sentidos, cuando la planta en cuestión está en condiciones de generar energía eléctrica y cuando no lo está y sea preciso el consumo de energía desde el lado de la red. (Carta Gonzales et al., 2009, p. 281)

El contador hace básicamente medir la electricidad entrante y saliente, en otras palabras, es el que mide de un lado toda la electricidad que no ha sido consumida por ejemplo de una vivienda y que esta energía es inyectada a la red eléctrica y del otro lado mide la energía que la vivienda toma de la red eléctrica, siendo estos contadores similares a los que utiliza la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) para realizar la facturación del mes con la diferencia de que la función de los contadores del sistema fotovoltaico sirven para descontar la energía producida.

En el sistema interconectado a la red con contador bidireccional aprovecha la luz solar durante el día generando corriente directa (DC) la cual es convertida en corriente alterna (AC) mediante el inversor, toda esta energía producida durante el día es enviada directamente a la vivienda la cual es auto consumida por la vivienda por las personas que se encuentren o por algunos aparatos eléctricos en funcionamiento, si esta producción es mayor a la energía consumida, este excedente de energía es enviado a la red eléctrica. Con este sistema estamos ahorrando energía ya que ese excedente es contabilizado por un contador bidireccional el cual registra los KWH producidos por la instalación solar entregados a la red y registra los KWH consumidos por la vivienda, el pago de la factura eléctrica de la ENEE será resultado de la diferencia de energía que existe entre la energía consumida de la red eléctrica y la energía solar que genera la instalación solar fotovoltaica.

Esto nos indica que un usuario que no pasa en su vivienda durante el día, o no consume mucha energía podría generar más energía que la que produce logrando un balance que al final del mes en la factura creando un ahorro considerable con este tipo de sistemas.



Figura 14: Modelo del sistema interconectado a la Red con Contador Bidireccional

Fuente: Sol Luz Honduras, 2018, <http://www.soluzhonduras.com/aplicaciones%20au.html>

La ventaja de este tipo de modelo es que al no utilizar un banco de baterías la instalación se vuelve más económica, ya que las baterías requieren de un remplazo de un aproximado de 3 a 5 años volviéndolo aún más costoso.

Este tipo de escenario nos proporciona una independencia energética ya que cualquier usuario puede convertirse en productor de energía, para este sistema es necesario una regulación legal ya que actualmente en el país está aprobada la ley, pero está pendiente su regulación situación que actualmente está siendo manejada por el CREE³ y se desconoce cuando este reglamento va a ser publicado.

2.4 PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR EN EL HONDURAS

Honduras ocupa el primer lugar en Centro América en cuanto a producción de energía solar en los últimos años, actualmente cuenta con 15 plantas fotovoltaicas, que generan 454 MW, el cual contribuye a suplir la demanda de energía en la zona sur y otros lados del país.

³ La Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE) es la encargada de regular este tipo de sistemas, situación que actualmente no ha sido aprobado el reglamento a pesar de que en la Ley de Industria Eléctrica de Honduras ya fue aprobado y publicado en la Gaceta.

2.4.1 PLANTA SOLAR POWER S.A (SOPOSA)

Honduras cuenta con una de los parques solares más grande de Latinoamérica y está ubicada Nacaome y tiene una capacidad de generación de 50 Megavatios cada una.



Figura 15: Parque Solar SOPOSA

Fuente: National Geographic, 2017

Este parque solar cuenta con 480480 paneles fotovoltaicos que están instalados en un perímetro de 1.6 kilómetros, los cuales están conectadas a la red eléctrica para funcionar, esta planta produce más de 125 MW de AC (corriente alterna), cada día esto equivale a generar entre 8 y 9% de la potencia energética del país durante horas pico, ENEE (2015)

2.4.2 PLANTA SOLAR ZAMORANO

La Universidad Internacional agrícola El Zamorano, ubicada en Honduras es la primera universidad Latinoamericana en construir un parque solar, la cual comenzó instalando 2940 paneles solares generando un aproximado del 30% equivalente 1500 Megavatios-Hora de la demanda energética del campus y espera seguir instalando más paneles para cubrir al 100% esta

demanda y así seguir contribuyendo con la disminución de las emisiones de CO₂ a la atmosfera, mitigando los efectos del cambio climático, Zamorano (2016).



Figura 16: Parque Solar ZAMORANO

Fuente: www.zamorano.edu, 2016

2.4.3 VALOR PRESENTE NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO

En todo proyecto que se realice una inversión y que se desea determinar si se generara algún valor a través del tiempo, se puede utilizar el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

El Valor Presente Neto (VPN) es un indicador financiero utilizado para establecer la viabilidad de un proyecto donde existe una inversión inicial, esta viabilidad se establece midiendo los flujos de efectivo (ingresos y egresos) a través de los años restando la inversión inicial.

Cuando el valor de un coste o beneficio se calcula en unidades hoy, se llama valor actual (VA). Del mismo modo, se define el valor actual neto (VAN) de un proyecto de inversión como la diferencia entre el valor actual de los ingresos o beneficios de la inversión y el valor actual de sus costes o desembolsos (Berk, DeMarzo, & Harford, 2010, p. 79)

En base a esto podemos decir que el VAN es el valor del dinero en el tiempo, lo que vale el dinero hoy o en el futuro, para determinarlo se realiza una estimación de todos los costos en varios años tomando en cuenta diversos factores de la inversión.

Para tomar la decisión de aceptar o rechazar un proyecto se debe de tomar las siguientes consideraciones; si el $VAN < 0$ o negativo el proyecto no es viable, si el $VAN = 0$ el proyecto no tiene ningún beneficio lo que quiere decir es que no se gana o no se pierde, pero si el VAN es positivo el proyecto es viable, este análisis también nos sirve para elegir entre diferentes escenarios o proyectos para determinar cuál de ellos es más factible.

La Tasa Interna de Retorno es un indicador para medir la rentabilidad de un proyecto y está directamente relacionado con en VAN, ya que esta se define como la tasa de descuento que hace el VAN sea cero, al igual que la VAN esta tiene su regla a mayor TIR mayor rentabilidad de un proyecto.

Según Jonathan Berk (2010) define la TIR como: “El tipo de interés que iguala a cero el valor actual neto de los flujos de caja” (p.120).

Cuando la TIR es negativa o es muy baja esto nos indica que la rentabilidad del proyecto o es muy poco y no sea rentable realizar este tipo de inversión o que se debe de invertir en algún otro proyecto más rentable económicamente.

2.5 MARCO LEGAL

La Empresa Nacional de Energía Eléctrica fue creada por decreto numero 48 el 20 de febrero de 1957, regida por la Ley Constitutiva de Energía eléctrica la cual estuvo en vigencia más 25 años sin ser modificada, luego de esto surgió la necesidad de crear una nueva Ley en base a la evolución del sub-sector eléctrico por lo que se creó la Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico.

2.5.1 LEY MARCO DEL SUB-SECTOR ELÉCTRICO.

La ley Marco fue creada mediante decreto No. 158-94, con acuerdo ejecutivo 934-97 y decreto Legislativo 70-2007 con el objetivo de regular las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica y en base se establecieron varios objetivos de los cuales se mencionan los más importantes como mejorar las condiciones para suplir la

demanda eléctrica a un costo más bajo, promover la operación económica y un uso más eficiente por los usuarios y racionalizar estos recursos de energía entre otros. (“Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico”, 1994)

2.5.2 LEY GENERAL DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA HONDURAS

En el año de 2014 el diario oficial La Gaceta la Ley General de la Industria eléctrica con la intención de actualizar la Ley Marco publicada en 1994 y la industria eléctrica ha tenido muchos avances incluyendo que la estructura de mercado ha evolucionado con mercados más abierta y competitiva incluyendo al área Centroamericana, donde Honduras desde el 2013 pertenece al Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central que conjuntamente con otros países de la región participan en proyectos del Sistema de Interconexión Eléctrica para América Central (SIEPAC).⁴

ARTÍCULO 1: OBJETIVO DE LA LEY, REGLAMENTACIÓN, DEFINICIONES Y NORMAS SUPLETORIAS.

- 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; y,
- III. La operación del sistema eléctrico nacional, incluyendo su relación con los sistemas eléctricos de los países vecinos, así como con el sistema eléctrico y el Mercado eléctrico regional centroamericano.

ARTÍCULO 3: COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA: Se crea la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), como una entidad desconcentrada del Ministerio

⁴ La infraestructura del Proyecto SIEPAC consiste en la ejecución del Primer Sistema de Transmisión Eléctrica Regional que reforzará la red eléctrica de América Central. Consiste en el diseño, ingeniería y construcción de una línea de transmisión eléctrica de 1,790 Kilómetros de longitud de 230 Kv y 28 bahías de acceso en 15 subestaciones, a través de 6 países de América Central: Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Con la red ya instalada, se dispondrá de una capacidad confiable y segura de transporte de energía de hasta 300 mega watts (MW).

Sectorial de Conducción y regulación Económica, con independencia funcional, presupuestaria y facultades administrativas suficientes para asegurar la capacidad técnica y financiera necesaria para el cumplimiento de sus objetivos. La integración y funcionamiento de la comisión reguladora de Energía Eléctrica (CREE).

ARTÍCULO 15: OPERACIÓN DE LA EMPRESAS DISTRIBUIDORAS, apartado D, menciona: **MEDICIÓN BIDIRECCIONAL**. Las Empresas distribuidoras estarán obligadas a comprar el exceso de energía proveniente de fuentes de energía renovable que generan los usuarios residenciales y comerciales y que inyecten de retorno a la red. Acreditándoles los valores correspondientes en la factura mensual. Cada distribuidora deberá proponer a la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE) para su aprobación de tarifas que se aplicará para tales compras. A ese fin las empresas distribuidoras instalaran medidores bidireccionales a esos consumidores.

El reglamento normara lo relativo a la medición y a la liquidación mensual, (“Ley General de Industria Eléctrica”, 2014)

En la presente Ley General de Industria Eléctrica, publicada en la Gaceta en mayo del 2014, donde es aprobado la utilización de contadores bidireccionales los cuales se utilizan en sistemas solares de energía solar fotovoltaica conectadas a la red, donde se va a inyectar a la red la energía que no se utilice en el día la cual la empresa encargada de la distribución de energía que en la actualidad es Energías de Honduras EEH, de conceder una nota de crédito, la cual será rebajada de la factura eléctrica.

2.5.3 DECRETO: No. 138-2013

En la publicación de la gaceta del primero de agosto del 2013, No.33,191, es publicado el decreto: No. 138-2013, donde se considera que es un deber del gobierno impulsar la diversificación de tecnologías y la reversión de la matriz de la generación de energía eléctrica considerando un componente mayoritario de energía renovable y con esto disminuir significativamente la importación de combustibles fósiles que presentan una incontrolable volatilidad del precio causando un progresivo detrimento de las finanzas del país, en este decreto también se considera que Honduras es un país geográficamente con potencial para energías renovables, que la matriz

energética de energías renovables son objetivos de Plan de Nación y Visión de cómo otros considerando donde se describen los siguientes artículos de interés:

ARTICULO 2: Como medidas de política estatal orientadas a preservar, conservar y mejorar el ambiente y en concordancia con el artículo 81 de la Ley General de Ambiente, las persona naturales o jurídicas, así como sus contratistas, que conforme a esta ley desarrollen u operen proyectos de generación de energía eléctrica utilizando recursos naturales renovables nacionales, gozarán de los incentivos siguientes: incentivos donde se describe el incentivo 2 de interés para esta tesis.

“2) Exoneración del pago de todos los impuestos, tasas, contribuciones, aranceles y derechos de importación, para todos aquellos equipos, materiales, repuestos, partes, aditamentos y cualesquiera bienes en general adquiridos localmente o en el exterior destinados o relacionados directamente con la infraestructura necesaria para la generación de energía eléctrica con recursos renovables, incluyendo pero sin limitarse a sistemas, materiales, maquinarias y equipos para turbinar, generar, controlar, regular, transformar y transmitir la energía; así como equipos y maquinarias para la construcción, exceptuando vehículos automotores cuya función principal sea el transporte de personas, y que serán utilizados en el estudio, desarrollo, diseño, ingeniería, construcción, instalación, administración, operación y mantenimiento de la planta de generación de energía eléctrica con recursos renovables.

Todos los impuestos, tasas, contribuciones, aranceles y derechos de importación pagados por el desarrollador previo al inicio de construcción del proyecto serán objeto de crédito fiscal una vez que se haya iniciado la construcción del proyecto”.

En este artículo se detalla que si se desea adquirir equipo para la instalación de energías renovables y este es importado en el extranjero este estará libre de impuestos, tasas, contribuciones y aranceles y derechos de importación, lo que hace más atractivo la inversión tomando en cuenta que los precios de los proveedores internacionales son más económicos.

ARTICULO 5: Los usuarios o clientes con instalación de generación con recursos renovables con capacidad instalada menor a los Doscientos cincuenta Kilovatios (250 KW) que se instalen en baja tensión podrán entregar su producción a la red y contabilizarla a través de medidores bidireccionales de tal manera que al final de dicho mes el propietario de tales instalaciones, solo para la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) el balance Neto Mensual entre las energías netas consumidas por el cliente y la energía entregada por la instalación renovable. Cuando la producción de un mes supera el consumo de energía de tal mes.

La Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) aplicará al propietario de la instalación un crédito en energía por la producción entregada en exceso; tal crédito podrá ser utilizado por el propietario en cualquier mes siguiente.

Las instalaciones amparadas bajo este artículo no requerirán de permiso alguno ante ninguna dependencia o Secretaria Estado, debiendo únicamente ser registradas por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) y cumplir con las normas de conexión/ desconexión, protección y medición que esta defina.

En este artículo se menciona claramente que la utilización de medidores bidireccionales donde el abonado o cliente que tenga una instalación de energía solar y produzca energía extra le proporcionaran un crédito extra que podrá ser utilizado en meses posteriores.

Para la utilización de este sistema no se va requerir ningún permiso especial más que notificar a la compañía de distribución que actualmente es la Empresas de Energías de Honduras (EEH).

A pesar de que la Ley General de Industria Eléctrica en el artículo 15 y el decreto No. 138-2013, estén aprobados y publicados en la Gaceta, donde se menciona la utilización de los medidores bidireccionales, estos en la actualidad aún no se ha comenzado a utilizar, debido a que se está en la espera de que la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE) apruebe el reglamento, situación que los proveedores de energía solar están a la espera de dicho reglamento para el incremento de sus ventas.

2.5.4 LEY GENERACIÓN DE ENERGÍA CON RECURSOS NATURALES

El diario la Gaceta mediante decreto No.70-2007 publica la Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con recursos renovables, dicha ley toma en cuenta los efectos del cambio climático los altos costos de los combustibles que causan el encarecimiento de la energía eléctrica.

La presente ley también ha tomado en cuenta la necesidad de implementar una política que señale las medidas para lograr un ahorro energético, así como también reducir la dependencia la dependencia de los derivados del petróleo y desarrollar, generar energía eléctrica por fuentes naturales renovables y sostenibles.

Además de esto la Ley tiene como finalidad principal promover la inversión pública y/o privada en proyectos de generación de energía eléctrica con recursos naturales del país y así disminuir la dependencia de los combustibles importados.

La ley también tiene como objetivo introducir reformas en los procesos de otorgamiento de los permisos que permitan agilizar los estudios y la construcción de nuevas centrales de generación de energía eléctrica con recursos renovables. (“Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables.”, 2007)

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

La metodología de investigación del presente capítulo, describe los procedimientos y técnicas realizados, determinando su enfoque y la manera en que se recolectaron y analizaron los datos y de esta forma contestar las preguntas de investigación y lograr los objetivos planteados al inicio de la presente investigación.

Muñoz Rocha, 2015 afirma: “El metodológico es la instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registros, técnicas, y protocolos con los cuales una teoría y su método calculan la magnitud de lo real. De allí pues, que se deberán plantear el conjunto de operaciones técnicas que se incorporan en el despliegue de la investigación en el proceso de la obtención de los datos” (p 126).

Como primer paso se identificó y formuló el problema de investigación y como resultado se establecieron los objetivos y preguntas de investigación y en base a esto se tomó como muestra las viviendas en la residencial Lomas del Pinar, en las cuales se realizará un cuestionario como instrumento de recolección de datos.

A continuación, se presenta una matriz metodológica para comprender el proceso de la investigación y la relación de sus variables con los objetivos y las preguntas de investigación.

3.1 MATRIZ METODOLÓGICA

Tabla 3: Matriz Metodológica

Título	Problema	Preguntas de Investigación	Objetivos		Variables	
			General	Específico	Independiente	Dependiente
Análisis de la Factibilidad Económica para la Implementación de Sistema Solar fotovoltaico conectado a la red eléctrica en la Residencia Lomas del Pinar	Dependencia de energía eléctrica por combustibles fósiles y Altos costos de energía eléctrica por altos y bajos de los precios de los combustibles.	¿Cuál es el consumo promedio de energía eléctrica en las viviendas de la residencial Lomas del Pinar?	Determinar la factibilidad de un sistema energético de paneles fotovoltaicos conectado a la red eléctrica en la residencial Lomas del Pinar.	Determinar el consumo de energía promedio en las viviendas de residencial Lomas del Pinar.	Ahorro	Factibilidad económica para la implementación del sistema solar fotovoltaico conectado a la red eléctrica
		¿Cuánto se ahorraría en la factura de energía eléctrica con la utilización del sistema de paneles fotovoltaicos?		Estimar el ahorro de energía con la utilización del sistema solar de paneles fotovoltaicos.		
		¿Qué porcentaje de energía eléctrica puede ser sustituida por energía solar mediante paneles fotovoltaicos?		Determinar el porcentaje de energía eléctrica que puede ser sustituido por medio de paneles fotovoltaicos.	Reemplazo	
		¿De Cuánto es la inversión inicial para la implementación de paneles fotovoltaicos y en cuanto tiempo de retorno de la inversión?		Evaluar la inversión inicial y el retorno de la misma para analizar su factibilidad del uso de paneles fotovoltaicos.	Precio	

Fuente: Elaboración Propia

3.2 SISTEMA DE VARIABLES

Las variables se definen como “La propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Pilar Baptista Lucio, 2014, p. 105). Las cuales se describen en la matriz metodológica.

3.2.1 VARIABLE DEPENDIENTE

La variable dependiente va a ser modificada por las variables independientes, en relación a esto la variable dependiente se define:

- *Factibilidad económica*

Donde se va a medir el costo de la energía eléctrica en base a los resultados de las variables independientes.

3.2.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Las variables independientes van a depender de la manipulación de variables en cuanto a la utilización o no de los paneles fotovoltaicos para la reducción del costo de la factura de la ENNE, estas explicaran los cambios de la variable dependiente, las cuales se definen:

- *Ahorro de energía*
- *Reemplazo de energía*
- *Precio de energía*

La medición de estas variables independiente va a dar como resultado la variable dependiente, y en base estas variables se realizan las preguntas del instrumento a aplicar como se observa en la fig17.

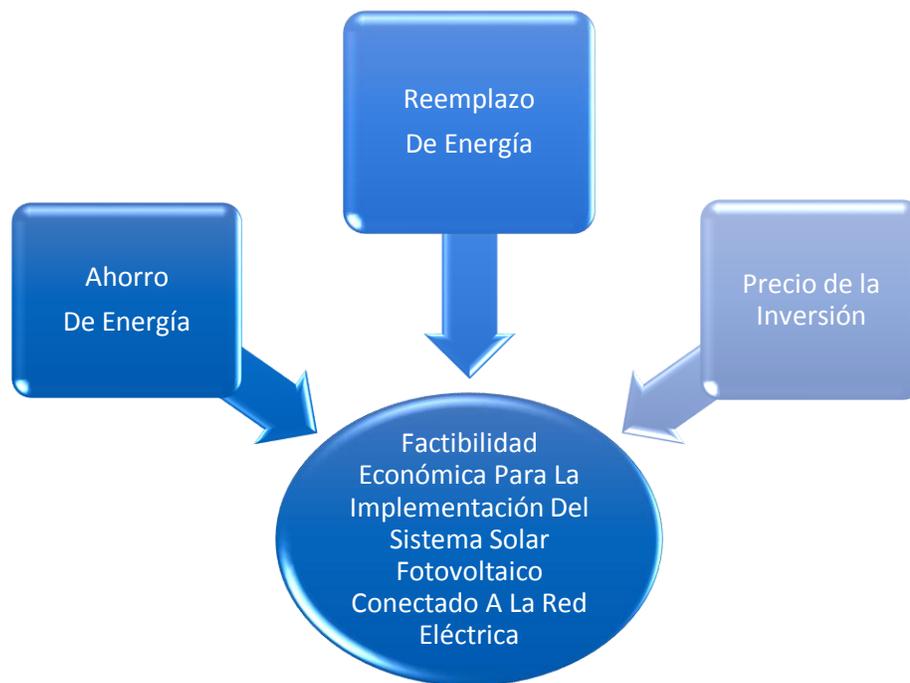


Figura 17: Variables de la investigación
Fuente: Elaboración Propia

3.2.3 DIAGRAMA DE VARIABLES

Para describir mejor el sistema de variables y sus dimensiones se realizó el siguiente diagrama.

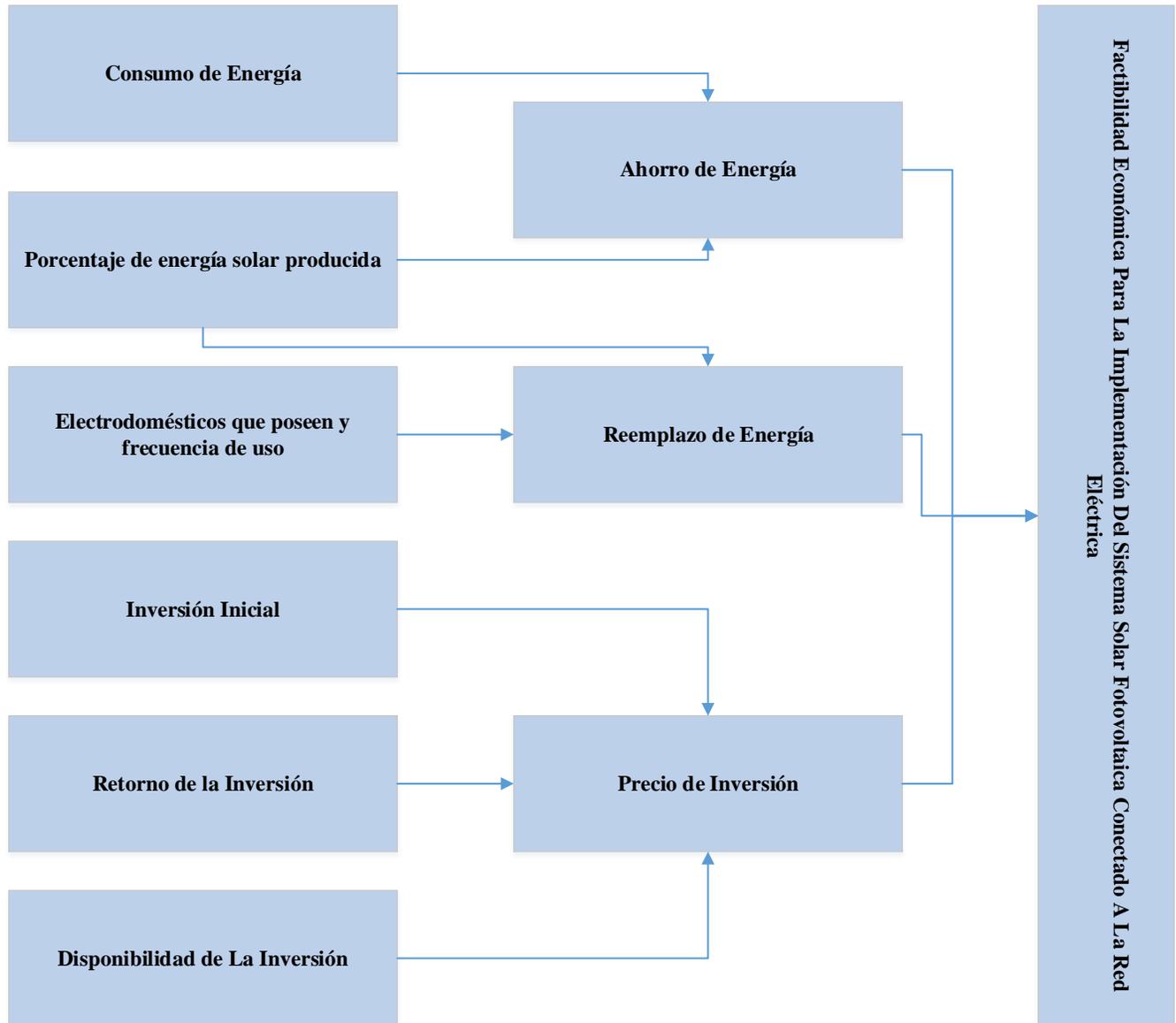


Figura 18: Diagrama de Variables

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4: Operacionalización de las variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍTEMS
Ahorro de energía	El ahorro de energía es equivalente a la producción de energía solar mediante paneles fotovoltaicos en base al consumo de energía convencional.	Consumo de energía	Consumo	¿Cuál es el promedio de consumo mensual de electricidad en su vivienda? ¿Cuántas personas viven en su vivienda? ¿En qué momento del día o la semana pasan más personas en la vivienda? ¿Qué días de la semana pasa en su vivienda?
		Porcentaje de energía solar producida	Producción	Estimación de potencia de producción de energía por medio de paneles solares
		Tarifa de energía actual	Costo	Costo de la factura eléctrica según empresa distribuidora de energía EEH.
Reemplazo de Energía	El reemplazo de la energía va estar representado por el porcentaje de energía producida por energía solar y determinar que aparatos eléctricos se puede reemplazar con energía solar tomando en cuenta su frecuencia de uso.	Electrodomésticos que poseen y frecuencia de uso.	Reemplazo	¿Qué tipo de electrodomésticos tiene en su vivienda y en qué cantidad y frecuencia de uso? ¿Cantidad de focos o bombillas que posee en su vivienda? ¿Tipo de bombillos y ubicación, interior y exterior?
Precio de Inversión	El precio de la inversión está planteado por el presupuesto de los costos de instalación del sistema solar, evaluando el ahorro de la energía producida y mediante esto realizar un análisis financiero para determinar la factibilidad del proyecto.	Inversión Inicial	Precio	Presupuesto de la Instalación de Paneles Fotovoltaicos
		Retorno de la Inversión	Años de retorno de la inversión	Calculo con la herramienta financiera VAN, TIR.
		Disponibilidad de la Inversión	Dispuestos a invertir	¿Estaría dispuesto a combinar su sistema de energía convencional con uno de paneles solares fotovoltaicos conectados a la energía eléctrica para reducir el costo de la factura de la ENEE? ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar a cambio de este servicio? ¿Realizaría la inversión, si la instalación del servicio de paneles fotovoltaicos le garantiza un ahorro mayor o igual al 35%?

Fuente: Elaboración Propia

3.3 ENFOQUES Y MÉTODOS

El enfoque de la presente investigación es de tipo Mixto, tomando la parte cualitativa las bases teóricas y revisiones bibliográficas y de la parte cuantitativa se aplicará instrumento para la recolección de datos y se utilizará las herramientas financieras den VAN y TIR para el análisis de factibilidad.

El alcance de la investigación es de tipo descriptivo con el objetivo de especificar las características del fenómeno que está ocurriendo en la actualidad con los altos costos de energía eléctrica y en relación a esto recabar información acerca del consumo de energía eléctrica, tomando como grupo de estudio a los habitantes de la Residencial Lomas del Pinar y base a la medición de las variables, como ser; el ahorro de energía, remplazo, así como el precio de la inversión.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población a estudiar en esta investigación estará compuesta por los habitantes de la Residencial Lomas del Pinar, que cuenta con alrededor de 15 viviendas construidas con una ampliación estimada de 45 viviendas más que aún no se han comenzado a construir pero que ya están previsto en la lotificación inicial, ver fig. 19.



Figura 19: Perímetro de Residencial Lomas del Pinar
Fuente: (Google Earth, 2018)

La Residencial Lomas de Pinar está ubicada en el Km 9 carretera Danlí, Paraíso, los 100 metros hacia la izquierda de Tatumbla, las 15 viviendas será la población de objeto de estudio las cuales se le aplicará el instrumento de investigación.

3.5 INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS

3.5.1 INSTRUMENTO

Debido a que la presente investigación es de tipo mixto, se estableció como instrumento de medición un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas que se emplearan a los habitantes de Residencial Lomas del Pinar.

El instrumento servirá para analizar el consumo de energía eléctrica, determinar los principales electrodomésticos con mayor consumo y frecuencia de uso, en base a esto estimar cuántos de estos electrodomésticos se pueden remplazar mediante energía solar y así lograr un ahorro de energía para los habitantes de la residencial Lomas del Pinar, así como también analizar el interés de los residentes de adecuar su sistema convencional por un sistema de paneles

fotovoltaicos con el objetivo de ahorro de energía para bajar los costos de la factura y a la vez contribuyendo a la disminución de la contaminación ambiental.

3.5.2 TÉCNICAS

Para el análisis financiero se utilizará el método Valor Presente Neto (VPN) para evaluar si la inversión a largo plazo y si este es rentable también se evaluará la Tasa Interna de Retorno (TIR) para determinar si existe el retorno de la inversión para obtener los resultados de factibilidad o no del uso de paneles fotovoltaicos conectados a la red eléctrica, así como también el retorno de la inversión y el tiempo de recuperación de la misma.

3.6 PROCEDIMIENTOS

Se aplicará un cuestionario a los habitantes de la Residencial Lomas del Pinar, formulando un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas para analizar lo siguiente:

- ✓ Determinar el consumo promedio de los habitantes de la Residencial Lomas del Pinar.
- ✓ Identificar los principales electrodomésticos de mayor consumo en base al tipo, cantidad y uso de frecuencia.
- ✓ Determinar el grado de satisfacción que tienen los habitantes en base a los costos de la factura de la energía eléctrica.
- ✓ Identificar a los habitantes que estén interesados en la utilización de un sistema de paneles fotovoltaicos conectados a la energía eléctrica.

Se realizarán dos tipos de cuestionarios una de forma online y otra en físico para ofrecer la alternativa en ambos casos y la forma en que será aplicada será de auto-aplicación donde se puede dejar el cuestionario o enviar al correo electrónico sin necesidad que el investigador este presente y de esta forma la persona entrevistada se sienta con más libertad para responder las preguntas planteadas.

Los resultados de la aplicación del instrumento se recopilarán para ser tabulados y ordenados para mostrar una respuesta a las preguntas de investigación planteadas al inicio de esta investigación.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS

El presente capítulo muestra detalladamente los resultados que se obtuvieron de la aplicación del instrumento con preguntas abiertas y cerradas para contestar las preguntas de investigación y analizar las variables, así como también se desarrolla las herramientas financieras VAN y TIR para determinar la factibilidad de la inversión, los cuales se detallan a continuación los resultados obtenidos.

4.1 ANÁLISIS DE VARIABLES Y SUS DIMENSIONES

Para obtener los resultados, se tomaron como base las variables del estudio, las cuales se van desarrollando a medida se van obteniendo los resultados y contestando las preguntas de investigación, para lograr los objetivos planteados.

4.1.1 AHORRO DE ENERGÍA

Para determinar el ahorro de energía, es necesario conocer el consumo de energía promedio de los residentes de Lomas de Pinar, para esto se planteó en el instrumento una interrogante para conocer el consumo promedio de energía.

❖ CONSUMO DE ENERGÍA

A los residentes de Lomas del Pinar se les consulto mediante el instrumento cuál era su consumo de energía eléctrica de los últimos tres meses expresado en KWH, el cual se ve reflejado en la factura de la ENEE, así como también el total a pagar en Lempiras, estos resultados se observan en la tabla siguiente.

Tabla 5. Consumo promedio de ENEE eléctrica en KWH en Residencial Lomas del Pinar.

Viviendas	Consumo Mensual (KWH)			Total	Consumo Mensual (Lps)			Total
	Mes 1	Mes 2	Mes 3		Mes 1	Mes 2	Mes 3	
Vivienda 1	397	266	387	350.00	1,597.00	1051.56	1556.84	1,401.80
Vivienda 2	444	659	753	618.67	1,852.28	2750.15	3,561.30	2,721.24
Vivienda 3	540	590	784	638.00	2203.4	2410.74	3681.78	2,765.31
Vivienda 4	577	598	635	603.33	2358.53	2442.88	2597.91	2,466.44
Vivienda 5	658	683	735	692.00	2696.72	2,803.56	3018.84	2,839.71
Vivienda 6	196	219	216	210.33	757.56	849.94	837.19	814.90
Vivienda 7	255	255	255	255.00	1014.52	1014.52	1014.52	1,014.52
Vivienda 8	489	536	589	538.00	1985.8	2187.43	2406.73	2,193.32
Vivienda 9	351	382	405	379.33	1405.82	1536.75	1635.56	1,526.04
Vivienda 10	392	280	280	317.33	1,107.79	1,107.79	1,107.79	1,107.79
Vivienda 11	314	360	395	356.33	1250.78	1441.97	1588.97	1,427.24
Vivienda 12	527	563	491	527.00	2144.85	2071.17	1821.14	2,012.39
Total Promedio	457.11				1,857.56			

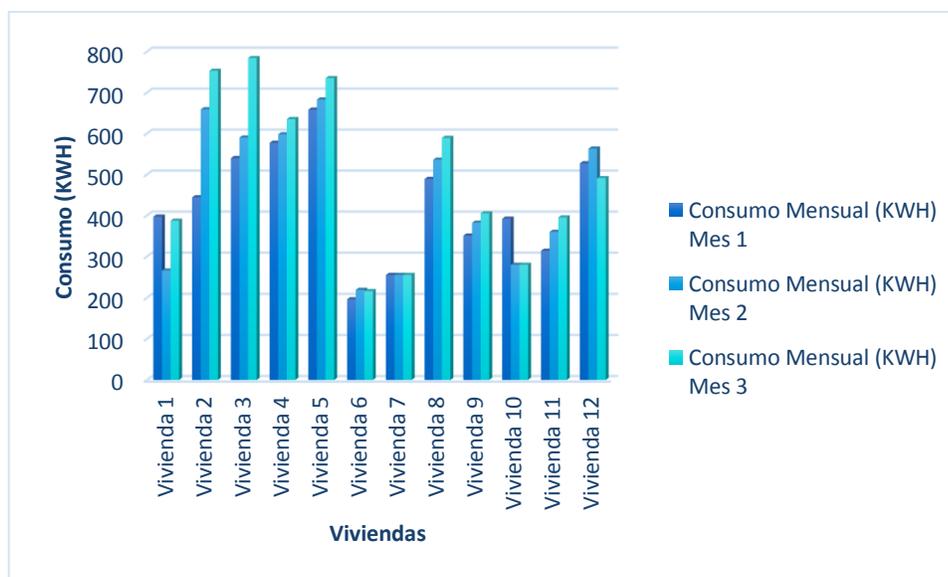


Figura 20: Consumo en KWH de energía en Residencial Lomas del Pinar

En la fig.20 se puede observar que el consumo de las viviendas es bastante fluctuante el que consume menos energía es la vivienda 6 que consume 196 KWH hasta los 784 KWH que

consume la vivienda 3 lo que es una diferencia significativa, también se observa el promedio de consumo mensual en lempiras de las viviendas, siendo este consumo promedio de 1,857.56 lempiras, así mismo también se observó que en su mayoría la factura eléctrica de la ENEE ha venido al alza en los últimos tres meses.

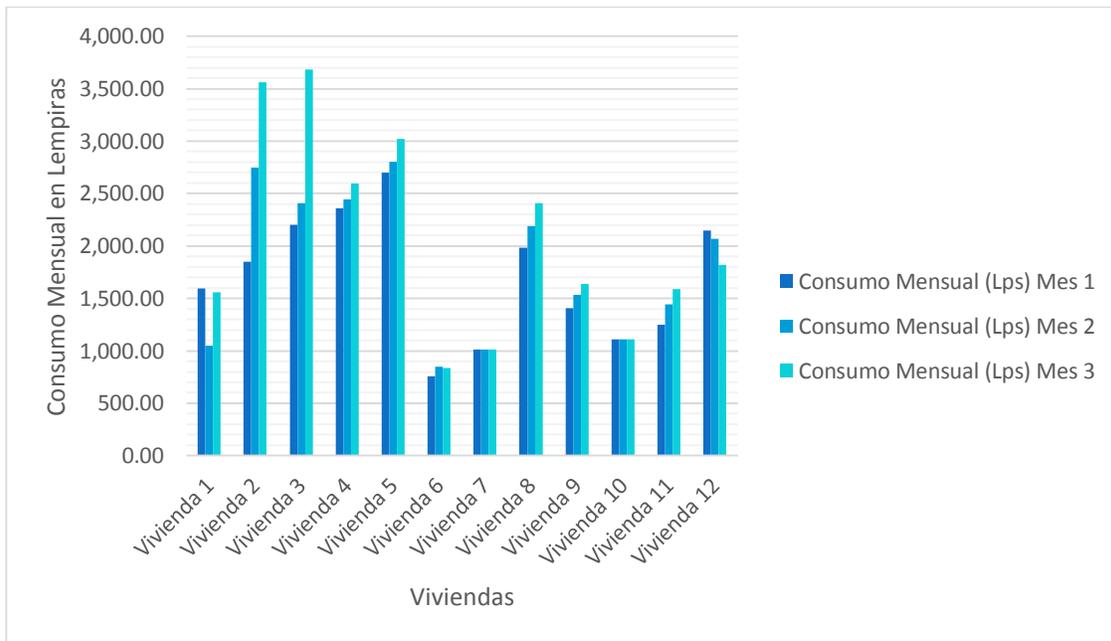


Figura 21: Total del mes a pagar en la factura de las viviendas en Residencial Lomas del Pinar.

El consumo de energía también se verá afectado por la cantidad de personas que viven en la vivienda y los momentos o días de la semana que pasan más personas en la vivienda en base al análisis que se realizó en Lomas del Pinar se determinó lo siguiente:

Tabla 6: Momento del día donde pasan más personas en la vivienda

Viviendas	Número de adultos	Número de niños	Total
1	2	2	4
2	2	6	8
3	2	4	6
4	3	0	3
5	3	4	7
6	2	2	4
7	3	3	6
8	2	3	5
9	4	0	4
10	3	4	7
11	3	0	3
12	4	1	5

Como se puede observar en la fig. 22 en la vivienda 2 en donde viven más personas, si analizamos la cantidad de personas que viven en la vivienda se puede decir que entre más personas viven en la vivienda más consumen energía, ya que la vivienda 2 es una de las casas donde se observa mayor consumo de energía eléctrica.



Figura 22: Cantidad de Personas que Viven en la Vivienda

Tabla 7: Momento del día donde pasan más personas en la vivienda

RESPUESTA	TOTAL	
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
Por la mañana	0	0
Por la tarde	6	50
Por la noche	6	50
TOTAL	12	100

En la fig. 23 se puede observar que los residentes de Lomas del Pinar un 50% pasan más personas por la tarde / noche en su vivienda mientras el otro 50% pasan más personas solo por la noche.



Figura 23: Momentos del día donde pasan más personas en la vivienda

Tabla 8: Días de la semana que pasan más personas en la vivienda

RESPUESTA	TOTAL	
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
Lunes a Viernes	2	16.67
Fines de Semana	5	41.67
Todos los días	5	41.67
TOTAL	12	100

Los residentes en un 41.67% permanecen más los fines de semana en su vivienda mientras otro 41.67% pasan todos los días y un menor porcentaje 16.67% pasa de lunes a viernes, como se observa en la fig. 24.

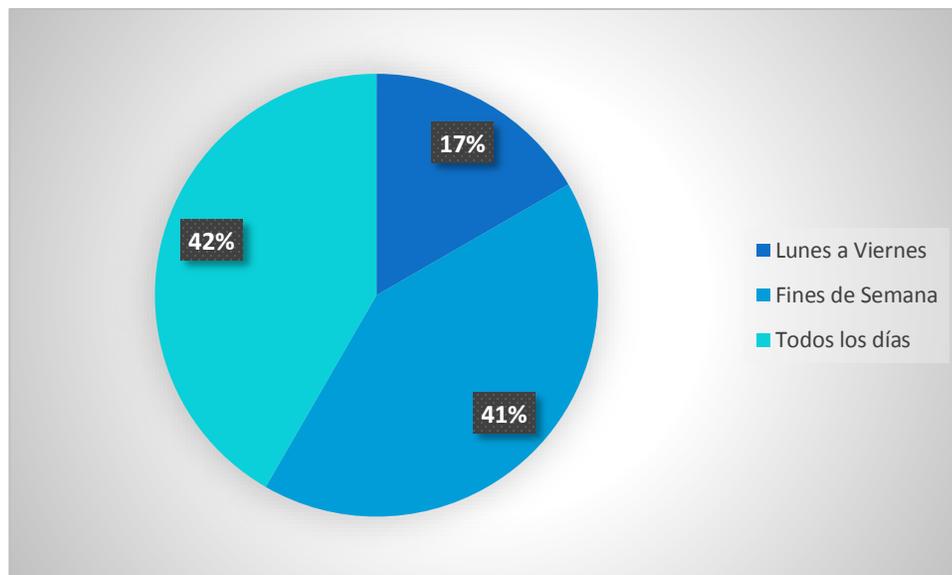


Figura 24: Días de la semana que pasa más en su vivienda

4.1.2 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

La instalación de los paneles solares se recomienda hacerla en el techo de la vivienda ya que para incrementar la producción es necesario instalar en un lugar donde no se esté generando sombra o haya obstáculos en el entorno que dificulte la captación de las horas sol por lo que se recomienda instalarlos en un lugar alto como en este caso es una vivienda en el techo de la casa.

Para conocer la producción de energía es necesario conocer la cantidad de paneles fotovoltaicos a instalar y esto va a depender al consumo de energía de cada vivienda.

Para el análisis de la instalación se utilizará un panel de la marca Sunmodule modelo Plus SW-325 XL MONO vendido por Solaris el cual tiene una capacidad de 325 Watts, se utilizará este panel ya que es el de mayor capacidad en el mercado en la actualidad lo cual permitirá a que se utilicen menos paneles.

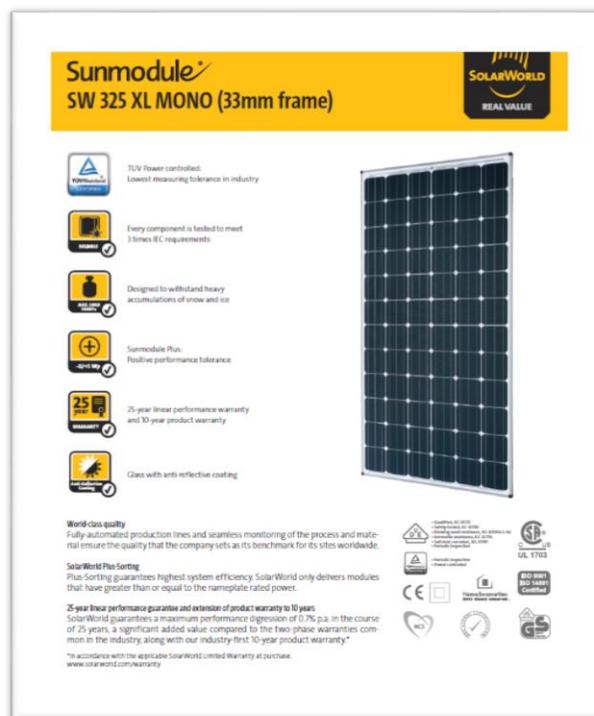


Figura 25: Panel fotovoltaico que se utilizara en la instalación

Fuente: Proporcionado por Solaris, 2018

Un factor importante para determinar la producción de energía, es la cantidad de horas que se puede generar energía por medio de paneles fotovoltaicos, para un cálculo más exacto se estima que la hora solar pico (HSP) de Honduras esta un promedio de 3.66 horas solar pico (HSP).⁵ Este promedio de horas se estima en el peor de los casos como en un día nublado, como la cantidad de producción mínima, para efectos de cálculo. En un día soleado se podría obtener de 5 a 6 horas solar.

Para el cálculo también se tomó en cuenta los factores como ser la potencia de los paneles solares, con estos datos antes mencionados se puede calcular la producción mensual de cada panel solar y estimar la cantidad de energía a remplazar como se plantea en la siguiente ecuación.

Ecuación 1: Producción diario por panel fotovoltaico

$$PDP = \frac{PPS(HSP)}{1000} \text{ (kwh)}$$

Donde:

PDP = Producción diario por panel

Potencia de panel solar (PPS) = 325 watts

Hora solar pico (HSP)= 3.66 horas

$$PDP = \frac{325(3.6)}{1000} = 1.1895 \text{ KWH}$$

En base a la ecuación 1 se puede determinar que por cada panel de 325 watts se va genera 1.1895 KWS diarios, si se desea calcular por mes se debe de tomar el resultado de PDP y multiplicarlo por 30 días (1.1895 * 30) y dará como resultado 35.685 KWH siendo este la producción mensual por panel (PMP).

Para obtener la cantidad de paneles hay que dividir la cantidad de consumo a remplazar entre el consumo mensual por panel, como se observa en la ecuación 2

⁵ La Hora Solar Pico (HSP), promedio de Honduras se toma como referencia del cálculo proporcionado de la empresa SOLARIS, la cual es utilizada para realizar estimaciones de sistema solar.

Ecuación 2: Cantidad de paneles a utilizar

$$CP = \frac{CR}{CMP} = \text{número de paneles}$$

Donde:

CP = Número de paneles

CR = Consumo a reemplazar en KWH

CMP = Consumo mensual por panel en KWH

4.1.3 COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En la actualidad el costo de la energía en el sector residencial de Honduras en base a las tarifas de la Comisión Reguladora de Energía CREE, la cual es la encargada de estipular en base a la fluctuación de la moneda nacional, los precios de los combustibles, el comportamiento de los procesos de generación, transmisión y distribución de la energía, entre otros factores económicos, para la tarifa residencial se estipula dos tipos de tarifa actualizadas hasta el mes de mayo de 2018, en la fig. 26 se observa que el costo de la energía que va desde cero a 50 KWH consumidos, el cual tiene un precio de 1.6427 lempiras por cada kilo watts hora y mayores a 50 KWH consumidos tiene un precio de 4,0588 lempiras.

tabla de tarifas

	Cargo Fijo (cargo comercialización)	Marzo del 2018	Abril del 2018	Mayo del 2018
Sector				
Residencial	Costo Energía (L/KWh)			
0 - 50 KWh	51,19	1,6427	1,6427	1,6427
Mayores a 50Kwh	51,19	4,0588	4,0588	4,0588
Baja tensión	54,27	4,3140	4,3140	4,3140
Media tensión	2.280 ,00	2,7133	2,7133	2,7133
Alta tensión	5.700 ,00	2,5472	2,5472	2,5472
Potencia Máxima Mes	Precio de la potencia (L/KWh)-mes			
Media tensión	-	252,4918	252,4918	252,4918
Alta tensión	-	206,8487	206,8487	206,8487
Alumbrado	-	4,5739	4,5739	4,5739

Figura 26: Tarifa de energía eléctrica

Fuente: EEH, 2018.

4.1.4 REEMPLAZO DE ENERGÍA

Para conocer que cantidad de energía consumida en una vivienda y que cantidad de esta se puede sustituir mediante energía solar es necesario conocer los aparatos eléctricos que poseen en su vivienda y cuál es su frecuencia de uso y el tipo de iluminación que tienen las viviendas.

❖ ELECTRODOMÉSTICOS QUE POSEEN Y FRECUENCIA DE USO

Tabla 9: Electrodomésticos con más frecuencia de uso

Electrodomés- ticos	NO TIENE		VARIAS VECES AL DÍA		TODOS LOS DÍAS O CASI TODOS LOS DÍAS		VARIAS VECES A LA SEMANA		UNA VEZ POR SEMANA		UNA VEZ POR MES O MENOS		DOS O TRES VECES AL MES		NUNCA CASI NUNCA		TOTAL	
	cant	(%)	cant	(%)	cant	(%)	cant	(%)	cant	(%)	cant	(%)	cant	(%)	cant	(%)		
Estufa de Gas	10	83.3 3	0								1	8.33	1	8.33			12	100.00
Estufa Eléctrica	0		8	66.6 7	2	16.6 7	1	8.33	1	8.33							12	100.00
Refrigeradora			8	66.6 7	3	25.0 0	1	8.33									12	100.00
Horno Microondas			6	50.0 0	3	25.0 0	2	16.6 7							1	8.33	12	100.00
Percoladora	2	16.6 7	3	25.0 0	3	25.0 0			1	8.33	1	8.33			2	16.6 7	12	100.00
Horno Eléctrico	3	25.0 0					1	8.33	1	8.33	4	33.3 3	2	16.6 7	1	8.33	12	100.00
Aire Acondicionado	8	66.6 7					4	33.3 3									12	100.00
Plancha de Ropa					2	16.6 7	2	16.6 7	2	16.6 7	4	33.3 3	1	8.33	1	8.33	12	100.00
Secadora de Pelo					1	8.33	2	16.6 7	2	16.6 7	1	8.33	3	25.0 0	3	25.0 0	12	100.00
Licuada			3	25.0 0	2	16.6 7	3	25.0 0					4	33.3 3			12	100.00

Continuación de Tabla 10: Electrodomésticos con más frecuencia de uso

ELECTRODOMÉSTICOS	NO TIENE		VARIAS VECES AL DÍA		TODOS LOS DÍAS O CASI TODOS LOS DÍAS		VARIAS VECES A LA SEMANA		UNA VEZ POR SEMANA		UNA VEZ POR MES O MENOS		DOS O TRES VECES AL MES		NUNCA CASI NUNCA		TOTAL	
	cant	(%)	cant	(%)	cant	(%)	cant	(%)	cant	(%)	cant	(%)	cant	(%)	cant	(%)		
Televisor			9	75.00	2	16.67	1	8.33									12	100.00
Laptop	2	16.67	5	41.67	3	25.00	1	8.33	1	8.33			-	-			12	100.00
Computadora	6	50.00			2	16.67			2	16.67			1	8.33	1	8.33	12	100.00
Estéreo	5	41.67			1	8.33	1	8.33					3	25.00	2	16.67	12	100.00
DVD o Video	3	25.00									2	16.67	1	8.33	6	50.00	12	100.00
Calentador de agua eléctrico	1	8.33	10	83.33	1	8.33											12	100.00
Cisterna	2	16.67	8	66.67	2	16.67											12	100.00
Electro ducha	10	83.33	1	8.33					1	8.33							12	100.00
Lavadora de Ropa							7	58.33	4	33.33			1	8.33			12	100.00
Secadora de Ropa	4	33.33					4	33.33	1	8.33			1	8.33	2	16.67	12	100.00
Portones eléctricos	9	75.00	2	16.67											1	8.33	12	100.00
Ventilador	10	83.33			2	16.67											12	100.00
Bañera	5	41.67									5	41.67	1	8.33	1	8.33	12	100.00
Piscina	11	91.67									1	8.33					12	100.00

Electrodomésticos que Se Utilizan Varias Veces al Día.

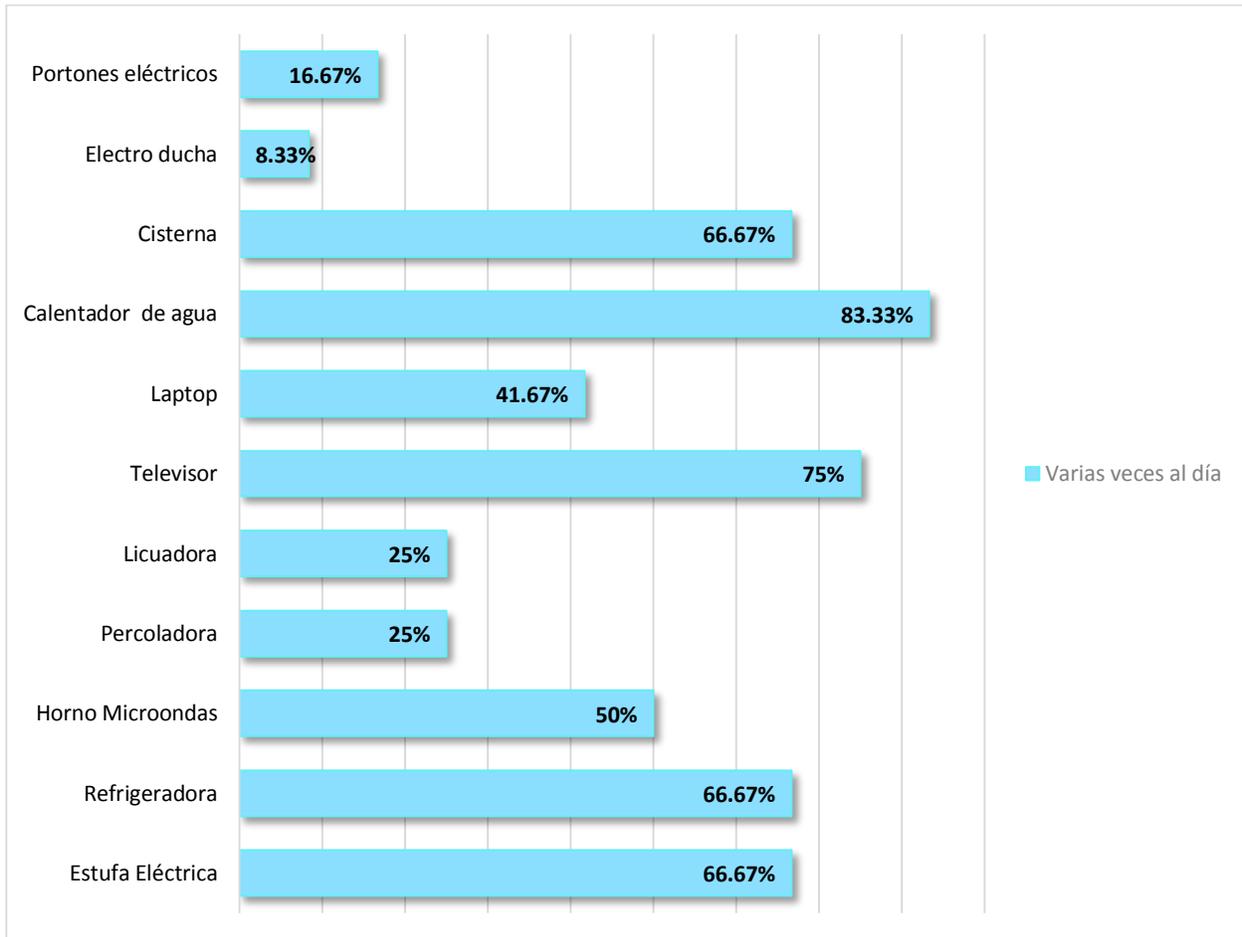


Figura 27: Electrodomésticos que se utilizan varias veces al día en las viviendas en Residencial Lomas del Pinar.

Los electrodomésticos que más se utilizan a diario o varias veces al día los residentes de, según las respuestas del instrumento son; el calentador de agua con 83.33%, luego de este con 75% se utiliza televisores y en tercer lugar la cisterna con 66.67%, todos estos electrodomésticos de uso diario como las laptop, licuadora, percoladora, refrigeradora, horno microondas, cisterna son electrodomésticos que se pueden reemplazar mediante energía solar, en cambio los electrodomésticos con un voltaje de 220 voltios como la estufa y el calentador de agua no se pueden reemplazar con energía solar directamente pero si sustituir con aparatos afines como es el caso del calentador de agua convencional se puede reemplazar con calentador de agua solar o la estufa eléctrica se puede reemplazar con estufa de gas entre otras alternativas de energía limpia, para disminuir la factura eléctrica.

Tabla 11: Tipos de bombilla que poseen en las viviendas

En la tabla 10 se observa cuáles son las bombillas más utilizados en las viviendas.

TIPO DE BOMBILLO	RESPUESTAS
Bombillo Convencional (incandescente)	8.33%
Bombillo Ahorrador (Fluorescente)	100.00%
Bombillo Iluminación Led	83.33%

Como se puede observar en la fig. 28, todas las viviendas utilizan focos ahorradores mientras un 83% utiliza iluminación led y un 8.33% utiliza bombillo incandescente o convencionales.

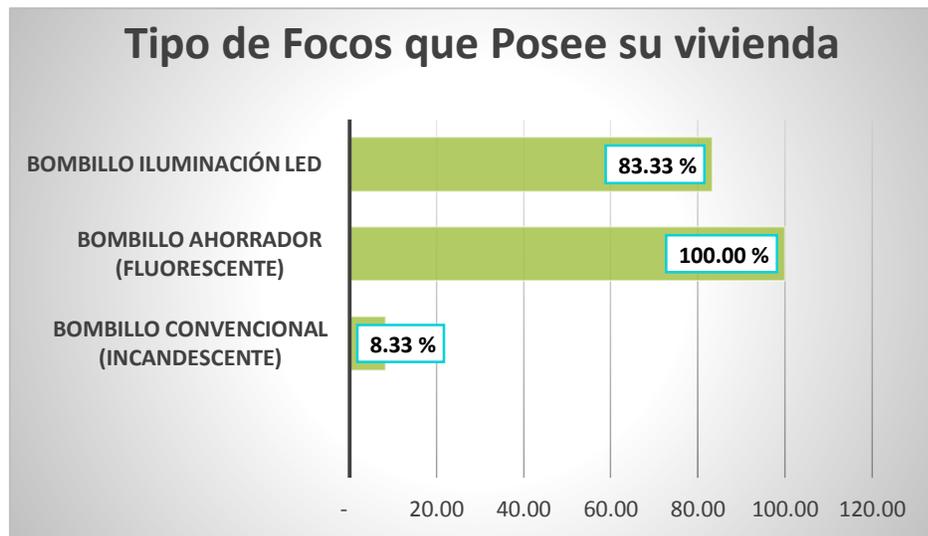


Figura 28: Tipos de bombillo que poseen las viviendas de Lomas del Pinar

4.1.5 INVERSIÓN

Se les consulto mediante el instrumento a los residentes de Residencial Lomas del Pinar, si estarían dispuesto a cambiar su sistema de energía convencional por un sistema de paneles solares fotovoltaicos conectados a la red eléctrica, para reducir el costo de la factura de ENEE, lo cual un 67% está dispuesto, mientras un 33% no estaría dispuesto, ver fig. 29.

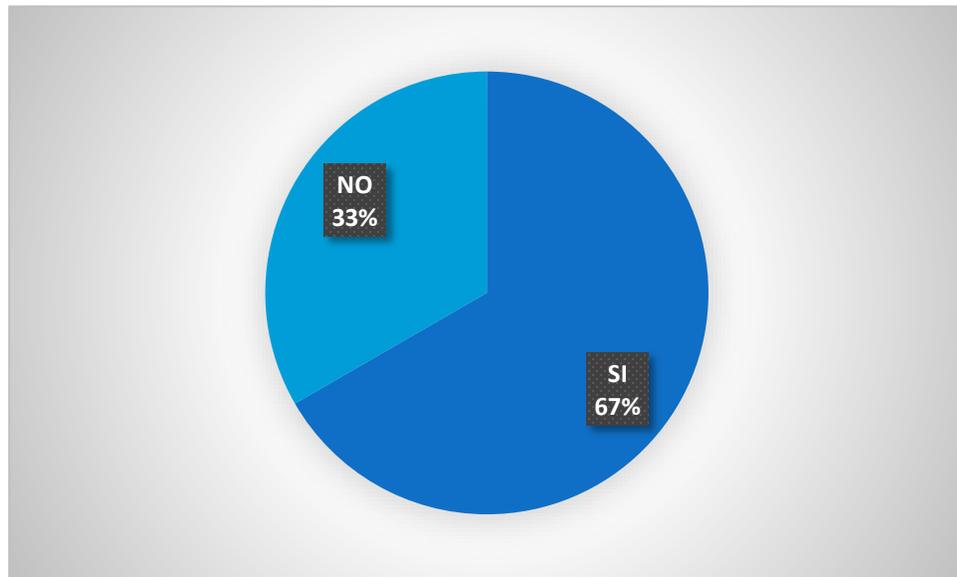


Figura 29: Disponibilidad de cambio del sistema eléctrico por uno solar.

En cuanto a la disponibilidad de la inversión se les consulto si están dispuesto a invertir, si se le garantiza un ahorro de la factura eléctrica, de los cuales un 58.33% muy probablemente están dispuestos a invertir mientras un 25% contesto que es poco probable que realice la inversión y un 16.67% no lo sabe o no está seguro de invertir, ver fig. 30.

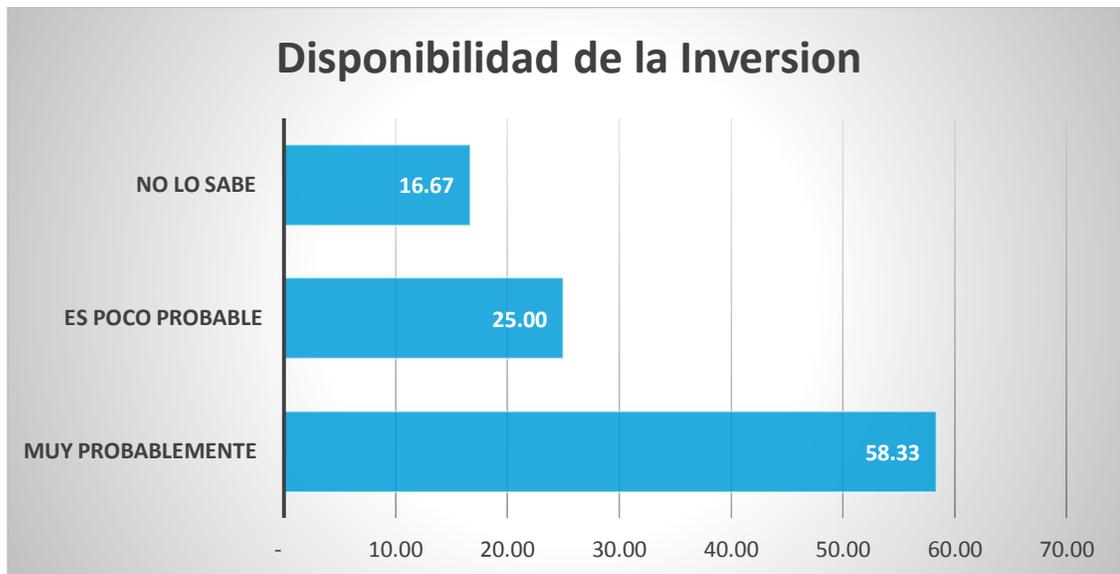


Figura 30: Disponibilidad de la Inversión

❖ INVERSIÓN INICIAL

Para el análisis de la inversión inicial, el precio estipulado se toma como base los precios de distribuidores comprándolos en el extranjero por medio de una página web, debido que al ser comprados a distribuidores locales implica un sobre costo, importando lo necesario para la instalación solar fotovoltaica debido a que estos tienen un menor costo.

4.1.6 ANÁLISIS FINANCIERO ESCENARIO 1

La inversión se planteó en dos escenarios, para el escenario 1 se propuso un sistema solar aislado con un respaldo de banco de baterías sustituyendo de esta forma la energía consumida por los electrodomésticos con voltaje 110 y conectado a la red eléctrica domiciliar para los electrodomésticos que no se pueden sustituir y así mismo como un respaldo cuando hay poca producción de energía solar a modo de que el residente de la vivienda nunca se quedara sin energía eléctrica.

Para el escenario 1, se realizará la siguiente inversión, detallada en la tabla 11.

Tabla 12. Inversión Inicial Escenario 1

CANT.	DESCRIPCION	P/UNIT (\$)	TOTAL (\$)
13	MODULO SOLAR WORLD 325W	310.00	4,030.00
3	CONTROLADOR TRISTAR MPPT 60 AMP	600.00	1,800.00
12	BATERIA TROJAN 6 VOL 420 AMP. L16P-AC	375.00	4,500.00
29	CABLE PORTA ELECTRODO 2/0	7.8.00	226.20
30	TERMINALES DE COBRE 2/0 DE 3/8	3.83	114.90
1	INVERSOR EGE SOLARIS 1000W 24V-AC 120V	1,000	1,000.00
1	TRANSPORTE	500.00	500.00
1	MATERIALES Y MANO DE OBRA	2,500.00	2,500.00
		SUB TOTAL	\$14671.10
		IVA	\$576.16
		TOTAL	\$15,247.26

Fuentes: <https://www.emarineinc.com/store/shopcart.aspx>

<https://cart.payments.ebay.com/sc/uc>

Para el análisis financiero del escenario 1, se estimó el ahorro que obtendrían los residentes y para esto se tomó como base una de las viviendas que tiene mayor consumo en la Residencial Lomas del Pinar el cual es de 7424.04 KWH al año.

Para la estimación de la energía anual producida para el escenario 1 se calculó con 13 paneles solares de 325 watts, la cual se calculó utilizando la ecuación 1 y 2 planteada anteriormente y se calculó que este sistema obtendrá un desgaste del 0.7% anual, el cual disminuirá su producción con el paso de los años, así como la pérdida de transferencias con un 15% de disminución en la producción

El análisis se proyectó a 25 años, con un incremento en las tarifas de la energía eléctrica del 4% anual.

Tabla 13: Ahorro Del Escenario 1

AÑO	CONSUMO PROMEDIO ANUAL (KWH)	ENERGÍA ANUAL PRODUCIDA POR SISTEMA SOLAR (KWH)	DESGASTE 0.7% DEL SISTEMA SOLAR	CONSUMO ENEE CON EL SISTEMA SOLAR (KWH)	CARGO ANUAL (TARIFAS DE LA ENEE) ZONA RESIDENCIAL	CONSUMO DE ENEE EN 12 MESES (LPS)	TARIFA ACTUAL (JULIO 2018) (KWH)	AUMENTO DE TARIFA (4%) ANUAL	PAGO ANUAL A LA ENEE (LPS)	AHORRO ANUAL CON SISTEMA SOLAR (LPS)
2019	7424.04	5459.81		1964.23	Mayor a 50 KWH	L. 1,964.23	4.3108	1.04	L. 8,467.40	L. 23,536.15
2020	7424.04	5421.59	0.993	2002.45	Mayor a 50 KWH	L. 2,002.45	4.4832	1.04	L. 8,977.44	L. 24,306.25
2021	7424.04	5383.64	0.993	2040.4	Mayor a 50 KWH	L. 2,040.40	4.6626	1.04	L. 9,513.49	L. 25,101.55
2022	7424.04	5345.95	0.993	2078.09	Mayor a 50 KWH	L. 2,078.09	4.8491	1.04	L. 10,076.77	L. 25,922.88
2023	7424.04	5308.53	0.993	2115.51	Mayor a 50 KWH	L. 2,115.51	5.043	1.04	L. 10,668.56	L. 26,771.07
2024	7424.04	5271.37	0.993	2152.67	Mayor a 50 KWH	L. 2,152.67	5.2447	1.04	L. 11,290.19	L. 27,647.02
2025	7424.04	5234.47	0.993	2189.57	Mayor a 50 KWH	L. 2,189.57	5.4545	1.04	L. 11,943.07	L. 28,551.63
2026	7424.04	5197.83	0.993	2226.21	Mayor a 50 KWH	L. 2,226.21	5.6727	1.04	L. 12,628.65	L. 29,485.84
2027	7424.04	5161.45	0.993	2262.59	Mayor a 50 KWH	L. 2,262.59	5.8996	1.04	L. 13,348.45	L. 30,450.62
2028	7424.04	5125.32	0.993	2298.72	Mayor a 50 KWH	L. 2,298.72	6.1356	1.04	L. 14,104.07	L. 31,446.96
2029	7424.04	5089.44	0.993	2334.6	Mayor a 50 KWH	L. 2,334.60	6.381	1.04	L. 14,897.17	L. 32,475.91
2030	7424.04	5053.81	0.993	2370.23	Mayor a 50 KWH	L. 2,370.23	6.6363	1.04	L. 15,729.48	L. 33,538.52
2031	7424.04	5018.44	0.993	2405.6	Mayor a 50 KWH	L. 2,405.60	6.9017	1.04	L. 16,602.82	L. 34,635.90
2032	7424.04	4983.31	0.993	2440.73	Mayor a 50 KWH	L. 2,440.73	7.1778	1.04	L. 17,519.08	L. 35,769.19
2033	7424.04	4948.43	0.993	2475.61	Mayor a 50 KWH	L. 2,475.61	7.4649	1.04	L. 18,480.24	L. 36,939.55
2035	7424.04	4879.39	0.993	2544.65	Mayor a 50 KWH	L. 2,544.65	8.074	1.04	L. 20,545.63	L. 39,396.42
2036	7424.04	4845.23	0.993	2578.81	Mayor a 50 KWH	L. 2,578.81	8.397	1.04	L. 21,654.26	L. 40,685.48
2037	7424.04	4811.32	0.993	2612.72	Mayor a 50 KWH	L. 2,612.72	8.7329	1.04	L. 22,816.62	L. 42,016.70
2038	7424.04	4777.64	0.993	2646.4	Mayor a 50 KWH	L. 2,646.40	9.0822	1.04	L. 24,035.17	L. 43,391.49
2039	7424.04	4744.19	0.993	2679.85	Mayor a 50 KWH	L. 2,679.85	9.4455	1.04	L. 25,312.46	L. 44,811.26
2040	7424.04	4710.99	0.993	2713.05	Mayor a 50 KWH	L. 2,713.05	9.8233	1.04	L. 26,651.19	L. 46,277.48
2041	7424.04	4678.01	0.993	2746.03	Mayor a 50 KWH	L. 2,746.03	10.2162	1.04	L. 28,054.13	L. 47,791.68
2042	7424.04	4645.26	0.993	2778.78	Mayor a 50 KWH	L. 2,778.78	10.6249	1.04	L. 29,524.22	L. 49,355.43
2043	7424.04	4612.75	0.993	2811.29	Mayor a 50 KWH	L. 2,811.29	11.0499	1.04	L. 31,064.50	L. 50,970.34

4.1.7 ANÁLISIS FINANCIERO ESCENARIO 2

Para el escenario 2 se propone un sistema interconectado a la red eléctrica, la energía solar producida durante el día por los paneles solares se inyectara directamente al centro de carga para sincronizarse con la red eléctrica y se distribuirá en toda la vivienda, si la energía producida no es consumida en el momento de su generación, se enviara a la red eléctrica y se instalara un contador bidireccional que medirá la energía trasladada a la red, la cual la Empresa de Energías de Honduras EEH, realizara un crédito al final del mes reflejado en la factura eléctrica, cabe mencionar que este tipo de sistema ya ha sido aprobado en la ley mediante decreto No. 138-2013 artículo 5, pero está a la espera del reglamento el cual desconoce cuándo será emitido por la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE).

Tabla 14. Inversión Inicial Escenario 2

CANT.	DESCRIPCIÓN	P/UNIT (\$)	TOTAL (\$)
20	MODULO SOLAR WORLD 325W	310.00	6,200.00
3	CONTROLADOR TRISTAR MPPT 60 AMP	600.00	1,800.00
1	MEDIDOR BIDIRECCIONAL	100.00	100.00
1	INVERSOR DUAL EGE SOLARIS 5000W 24V-AC 120V	1,000.00	1,000.00
1	TRANSPORTE	300.00	300.00
1	MATERIALES Y MANO DE OBRA	2,000.00	2,000.00
		SUB TOTAL	\$1,1400.00
		IVA	\$450.00
		TOTAL	\$11,850.00

Para el análisis financiero del escenario 2 también se tomó como basa una de las viviendas que tiene mayor consumo en la Residencial Lomas del Pinar el cual es de 7424.04 KWH el consumo promedio anual.

Para la estimación de la energía anual producida por el sistema solar se calculó con 20 paneles solares, para obtener un mayor ahorro.

Para el cálculo del ahorro se asumió que el costo de la energía entregada versus al costo de energía consumida será uno a uno, debido a que se desconoce el precio de la tarifa que será aplicado por el descuento de los KW entregados a la red, debido a que la Comisión Reguladora de Energía (CREE) aún no ha publicado el reglamento desconociendo los acuerdos y precios de tarifas que se estipularan en el mismo, así como también se desconoce cuando este será publicado.

Tabla 15: Ahorro Del Escenario 2

AÑO	CONSUMO PROMEDIO ANUAL (KWH)	ENERGÍA ANUAL PRODUCIDA POR SISTEMA SOLAR (KWH)	DESGASTE 0.7% DEL SISTEMA SOLAR	CONSUMO ENEE CON EL SISTEMA SOLAR (KWH)	CARGO ANUAL (TARIFAS DE LA ENEE) ZONA RESIDENCIAL	CONSUMO DE ENEE EN 12 MESES (LPS)	TARIFA ACTUAL (JULIO 2018) (KWH)	AUMENTO DE TARIFA (4%) ANUAL	PAGO ANUAL A LA ENEE (LPS)	AHORRO ANUAL CON SISTEMA SOLAR (LPS)
2019	7424.04	7279.74		144.3	Mayor a 50 KWH	L. 144.30	4.3108	1.04	L. 622.05	L. 31,381.50
2020	7424.04	7228.78	0.993	195.26	Mayor a 50 KWH	L. 195.26	4.4832	1.04	L. 875.39	L. 32,408.31
2021	7424.04	7178.18	0.993	245.86	Mayor a 50 KWH	L. 245.86	4.6626	1.04	L. 1,146.34	L. 33,468.71
2022	7424.04	7127.93	0.993	296.11	Mayor a 50 KWH	L. 296.11	4.8491	1.04	L. 1,435.84	L. 34,563.80
2023	7424.04	7078.04	0.993	346.00	Mayor a 50 KWH	L. 346.00	5.0430	1.04	L. 1,744.90	L. 35,694.73
2024	7424.04	7028.49	0.993	395.55	Mayor a 50 KWH	L. 395.55	5.2447	1.04	L. 2,074.55	L. 36,862.66
2025	7424.04	6979.29	0.993	444.75	Mayor a 50 KWH	L. 444.75	5.4545	1.04	L. 2,425.90	L. 38,068.81
2026	7424.04	6930.44	0.993	493.60	Mayor a 50 KWH	L. 493.60	5.6727	1.04	L. 2,800.07	L. 39,314.42
2027	7424.04	6881.92	0.993	542.12	Mayor a 50 KWH	L. 542.12	5.8996	1.04	L. 3,198.28	L. 40,600.79
2028	7424.04	6833.75	0.993	590.29	Mayor a 50 KWH	L. 590.29	6.1356	1.04	L. 3,621.79	L. 41,929.24
2029	7424.04	6785.91	0.993	638.13	Mayor a 50 KWH	L. 638.13	6.3810	1.04	L. 4,071.91	L. 43,301.17
2030	7424.04	6738.41	0.993	685.63	Mayor a 50 KWH	L. 685.63	6.6363	1.04	L. 4,550.01	L. 44,717.98
2031	7424.04	6691.24	0.993	732.80	Mayor a 50 KWH	L. 732.80	6.9017	1.04	L. 5,057.56	L. 46,181.16
2032	7424.04	6644.41	0.993	779.63	Mayor a 50 KWH	L. 779.63	7.1778	1.04	L. 5,596.06	L. 47,692.20
2033	7424.04	6597.89	0.993	826.15	Mayor a 50 KWH	L. 826.15	7.4649	1.04	L. 6,167.10	L. 49,252.69
2034	7424.04	6551.71	0.993	872.33	Mayor a 50 KWH	L. 872.33	7.7635	1.04	L. 6,772.35	L. 50,864.24
2035	7424.04	6505.85	0.993	918.19	Mayor a 50 KWH	L. 918.19	8.0740	1.04	L. 7,413.53	L. 52,528.52
2036	7424.04	6460.31	0.993	963.73	Mayor a 50 KWH	L. 963.73	8.3970	1.04	L. 8,092.48	L. 54,247.25
2037	7424.04	6415.08	0.993	1008.96	Mayor a 50 KWH	L. 1,008.96	8.7329	1.04	L. 8,811.10	L. 56,022.22
2038	7424.04	6370.18	0.993	1053.86	Mayor a 50 KWH	L. 1,053.86	9.0822	1.04	L. 9,571.39	L. 57,855.27
2039	7424.04	6325.59	0.993	1098.45	Mayor a 50 KWH	L. 1,098.45	9.4455	1.04	L. 10,375.43	L. 59,748.29
2040	7424.04	6281.31	0.993	1142.73	Mayor a 50 KWH	L. 1,142.73	9.8233	1.04	L. 11,225.41	L. 61,703.26
2041	7424.04	6237.34	0.993	1186.70	Mayor a 50 KWH	L. 1,186.70	10.2162	1.04	L. 12,123.63	L. 63,722.19
2042	7424.04	6193.68	0.993	1230.36	Mayor a 50 KWH	L. 1,230.36	10.6249	1.04	L. 13,072.47	L. 65,807.18
2043	7424.04	6150.32	0.993	1273.72	Mayor a 50 KWH	L. 1,273.72	11.0499	1.04	L. 14,074.45	L. 67,960.39

4.1.8 ANÁLISIS FINANCIERO ESCENARIO 1

Tabla 16: Flujo de efectivo escenario 1

		1	2	3	4	5	6	7
AÑO	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inversión Inicial	-367,913.455							
Ahorro Anual		23,536.15	24,306.25	25,101.55	25,922.88	26,771.07	27,647.02	28,551.63
Reemplazo de Baterías						-108584.10		
Cambio de Inversor								
Mantenimiento (Limpieza)						-5,000		
	-367,913.455	23,536.15	24,306.25	25,101.55	25,922.88	-86,813.03	27,647.02	28,551.63

	8	9	10	11	12	13	14
AÑO	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Inversión Inicial							
Ahorro Anual	29,485.84	30,450.62	31,446.96	32,475.91	33,538.52	34,635.90	35,769.19
Reemplazo de Baterías			-108584.10				
Cambio de Inversor			-28955.76				
Mantenimiento (Limpieza)			-5,000				
	29,485.84	30,450.62	-111092.90	32,475.91	33,358.52	34,635.90	35,769.19

	15	16	17	18	19	20	21
AÑO	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Inversión Inicial							
Ahorro Anual	36,939.55	38,148.21	39,396.42	40,685.48	42,016.70	43,391.49	44,811.26
Reemplazo de Baterías	-108,584.10					-108,584.10	
Cambio de Inversor						-28,955.76	
Mantenimiento (Limpieza)	-5,000.00					-5,000.00	
	-76,644.55	38,148.21	39,396.42	40,685.48	42,016.70	-99,148.37	44,811.26

	22	23	24	25
AÑO	2040	2041	2042	2043
Inversión Inicial				
Ahorro Anual	46,277.48	47,791.68	49,355.43	50,970.34
Reemplazo de Baterías				
Cambio de Inversor				
Mantenimiento (Limpieza)				-5000.00
	46,277.48	47,791.68	49,355.43	50,970.34

Como se observa en el flujo de caja en los años donde se va a realizar el mantenimiento, cambio de baterías e inversor, se observan perdidas siendo estos datos negativos, sin embargo, los siguientes años son positivos.

Luego de la obtención del flujo de caja, se procedió a realizar el cálculo del VAN y TIR, dando un resultado de un VAN, negativo y una tasa de retorno igual a 0%.

VAN	L -264,621.87
TIR	0%

Los resultados del escenario 1 para un proyecto de inversión son no viable, ya que el ahorro con la producción de energía solar mediante paneles solares no es suficiente para los gastos de inversión, esto debido al mantenimiento del sistema solar por el uso de baterías.

4.1.9 ANÁLISIS FINANCIERO ESCENARIO 2

Tabla 17: Flujo de efectivo escenario 2

		1	2	3	4	5	6	7
AÑO	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inversión Inicial	-285,938.13							
Ahorro Anual		31,381.50	32,408.31	33,468.71	34,563.80	35,649.73	36,862.66	38,068.81
Cambio de Inversor								
Mantenimiento (Limpieza)					-5,000.00			
	-285,938.13	31,381.50	32,408.31	33,468.71	34,563.80	30,694.73	36,862.66	38,068.81

	8	9	10	11	12	13	14
AÑO	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Inversión Inicial							
Ahorro Anual	39,314.42	40,600.79	41,929.24	43,301.17	44,717.98	46,181.16	47,692.20
Cambio de Inversor			-28,955.76				
Mantenimiento (Limpieza)			-5000.00				
	39,314.42	40,600.79	7,973.48	43,301.17	44,717.98	46,181.16	47,692.20

	15	16	17	18	19	20	21
AÑO	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Inversión Inicial							
Ahorro Anual	49,252.69	50,864.24	52,528.52	54,247.25	56,022.22	57,855.27	59,748.99
Cambio de Inversor						-28,955.76	
Mantenimiento (Limpieza)	-5,000.00					-5000,00	
	44,252.69	50,864.24	52,528.52	54,247.25	56,022.22	23,899.51	59,748.99

	22	23	24	25
AÑO	2040	2041	2042	2043
Inversión Inicial				
Ahorro Anual	61,703.23	63,722.10	65,807.18	67,960.39
Reemplazo de Baterías				
Cambio de Inversor				
Mantenimiento (Limpieza)				
	61,703.23	63,722.10	65,807.18	67,960.39

Se observa que los flujos de caja son positivos todos los años, obteniendo menor ahorro en los años donde se cambian los inversores y se realiza mantenimiento, pero aun así este continúa siendo positivo.

Luego de la obtención del flujo de caja, se procedió a realizar el cálculo del VAN y TIR, dando como resultado un VAN de 61,773.13 lempiras y una tasa de retorno del 12%.

VAN	L 61,773.13
TIR	12%

Los resultados del escenario 2 indican que el proyecto utilizando un contador bidireccional es factible.

4.1.10 ANÁLISIS FINANCIERO ESCENARIO 3

Para el escenario 3 se tomó los datos del escenario 2, pero en este caso parte de la inversión es obtenida mediante un préstamo de una institución bancaria para mejora de viviendas a una tasa de 11.5%. Con fondos BANHPROVI a un monto a financiar de 172,000.00 siendo este monto mayor al 60% de la inversión inicial.

Tabla18: Flujo de efectivo escenario 3

		1	2	3	4	5	6	7
AÑO	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Inversión Inicial	285,938.00	-						
Ahorro Anual		31,381.50	32,408.31	33,468.71	34,563.80	35,694.73	36,862.66	38,068.81
Monto del Financiamiento	172,000.00							
Cambio de Inversor								
Mantenimiento (Limpieza)						-5000		
Pago de Capital		-2529.22	-2820	-3144	-3506	-3909	-4359	-4860
Pago de Interés		-19780	-19489	-19165	-18803	-18400	-17950	-17449
	-113938	9072.28	10099.31	11159.71	12254.80	8385.73	14553.66	15759.81

	8	9	10	11	12	13	14
AÑO	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Inversión Inicial							
Ahorro Anual	39,314.42	40,600.79	41,929.24	43,301.17	44,717.98	46,181.16	47,692.20
Monto del Financiamiento							
Cambio de Inversor			-28955.8				
Mantenimiento (Limpieza)			-5000				
Pago de Capital	-5419	-6042	-6737	-7512	-8375	-9339	-10413
Pago de Interés	-16890	-16267	-15572	-14798	-13934	-12971	-11897
	17,005.42	18,291.79	14,335.52	20,991.17	22,408.98	23,871.16	25,382.20

	15	16	17	18	19	20	21
AÑO	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Inversión Inicial							
Ahorro Anual	49,252.69	50,864.24	52,528.52	54,247.25	56,022.22	57,855.27	59,748.29
Monto del Financiamiento							
Cambio de Inversor						-28955.76	
Mantenimiento (Limpieza)	-5000					-5000	
Pago de Capital	-11610	-12945	-14434	-16094	-17945	-17707	
Pago de Interés	-10699	-9364	-7875	-6215	-4365	-2301	
	21,943.69	28,555.24	30,219.52	31,938.25	33,712.22	3,891.51	59,748.29

	22	23	24	25
AÑO	2040	2041	2042	2043
Inversión Inicial				
Ahorro Anual	61,703.26	63,722.19	65,807.18	67,960.39
Monto del Financiamiento				
Cambio de Inversor				
Mantenimiento (Limpieza)				
Pago de Capital				
Pago de Interés				
	61,703.26	63,722.19	65,807.18	67,960.39

Luego de la obtención del flujo de caja, se procedió a realizar el cálculo del VAN y TIR, dando como resultado un VAN de 44,184.80 lempiras y una tasa de retorno del 13%.

VAN	44,184.80
TIR	13%

Los resultados del escenario 3 no indican que el proyecto utilizando un contador bidireccional y obteniendo parte de la inversión mediante un préstamo este es aún más viable.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se describen las conclusiones y recomendaciones de la investigación que se realizó en la Residencial Lomas del Pinar para determinar la factibilidad de la utilización de un sistema solar fotovoltaico conectada a la red eléctrica.

5.1 CONCLUSIONES

A continuación, se describen las conclusiones en cuanto a la factibilidad del sistema solar fotovoltaico:

1. Honduras es un país con un alto consumo de energía proveniente de combustibles fósiles. la cual el país no produce, situación que encarece la producción de energía eléctrica desaprovechando los recursos naturales existentes.
2. Las tarifas de la energía eléctrica en Honduras cada vez son más altos, es necesario tomar medidas para reducir y mitigar los altos costos.
3. Para reducir los altos consumos de energía térmica se debe de construir modelos energéticos donde se combine diferentes fuentes de energía como la energía solar fotovoltaica siendo esta la de mayor potencial tienen en el país por su ubicación geográfica.
4. Al implementar energía renovable en las viviendas se contribuye al medio ambiente y a reducir la factura eléctrica, colaborando con el medio ambiente y una independencia futura de la ENEE.
5. La energía solar es una fuente de energía inagotable la cual se debe aprovechar, por lo que la producción de energía solar en las viviendas es un futuro inminente.
6. En los escenarios 1 y 2, ambos reflejan ahorro y reducción de la factura eléctrica de la ENEE, pero el escenario 1 el ahorro no es significativo para recuperar la inversión mientras en el escenario 2 el ahorro generado es suficiente para recuperar la inversión inicial.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Honduras es un país con potencial para la energía solar por su ubicación geográfica por lo que se recomienda explotar más este tipo de recurso, obteniendo al máximo sus beneficios.
2. Se recomienda implementar el sistema del escenario 2 o 3 de energía solar de autoconsumo con contador bidireccional para aprovechar al máximo la producción de energía solar y además que este le generara un ahorro adicional.
3. En Honduras el mayor consumo está centrado en las residencias o viviendas por lo que se recomienda una mejora de los hábitos de consumo y un remplazo de los electrodomésticos de alto consumo por nuevas tecnologías que contribuyen a un ahorro energético.
4. Si se desea una independencia de la ENEE y contribuir al medio ambiente se recomienda considerar la utilización del sistema planteado en el escenario 1 el cual utiliza muy poca energía producida por combustibles fósiles.

BIBLIOGRAFÍA

- Berk, J. B., DeMarzo, P. M., & Harford, J. V. T. (2010). *Fundamentos de finanzas corporativas*. Madrid: Pearson Educación.
- Carta Gonzales, J. A., Calero Pérez, R., Colemar Santos, A., Castro Gil, M.-A., & Collado Fernández, E. (2009). *Centrales de energías renovables Generación eléctrica con energías renovables* (2a ed.). España: Pearson Educación.
- Çengel, Y. A., Boles, M. A., & Apraiz Buesa, I. (2012). *Termodinámica*. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de <http://site.ebrary.com/id/10747893>
- CEPAL. (2016). *Estadística del Sub sector Eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana*. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42720-estadisticas-subsector-electrico-paises-sistema-la-integracion-centroamericana>
- Comisión Reguladora de Energía Eléctrica CREE. (2016, Abril). *La Gaceta*.
- Dirección General de Energía MI Ambiente. (2014). *Balance Energético Nacional*.
- Domínguez Gómez, J. A. (2005). *Energías Alternativas*. España: Equipo Sirius. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=10088156>
- EEH. (s/f). *Empresa de Energías de Honduras*. Recuperado de <https://www.eeh.hn/es/inicio.html>
- El universo de las energías renovables. (s/f). Recuperado el 23 de mayo de 2017, de [http://www.crai.unitec.edu/library/index.php?title=172201&lang=es%20%20&query=@title=Special:GSMSearchPage@process=@titulo=El%20universo%20de%20las%20energ%C3%ADas%20renovables@autor=@keywords=@material=Libro@idioma=@ubicacion\[\]=tegucigalpa@sortby=sorttitle@mode=&recnum=1&mode=](http://www.crai.unitec.edu/library/index.php?title=172201&lang=es%20%20&query=@title=Special:GSMSearchPage@process=@titulo=El%20universo%20de%20las%20energ%C3%ADas%20renovables@autor=@keywords=@material=Libro@idioma=@ubicacion[]=tegucigalpa@sortby=sorttitle@mode=&recnum=1&mode=)
- Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). (2018). *Boletín de Datos Estadísticos*.
- Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). (2015). *Informe de Logros de la ENEE*.

Energía Solar. (s/f). Recuperado de <https://solar-energia.net/definiciones/modulo-o-panel-fotovoltaico.html>

Fernández Durán, R., & González Reyes, L. (2014). *En la espiral de la energía*. Madrid; Carcaixent: Libros en Acción; Baladre.

Física Energía eléctrica. (2004).

González Velasco, J. (2009). *Energías renovables*. Barcelona: Editorial Reverté. Recuperado de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3430257>

Guía de la Energía Solar. (2006). Madrid Solar.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., Méndez Valencia, S., & Mendoza Torres, C. P. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill Education.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Pilar Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

Herrera, A. O. (Ed.). (2004). *¿Catástrofe o nueva sociedad? modelo mundial latinoamericano ; 30 años después* (2. ed). Buenos Aires: Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo [u.a.]. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtual-ebooks/detail.action?docID=259178>

Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables. (2007, octubre).

Ley General de la Industria Eléctrica. (2014, mayo). *Diario la Gaceta*.

Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico. (1994, noviembre). *Diario la Gaceta*.

Muñoz Rocha, C. I. (2015). *Metodología de la investigación*.

National Geographic. (2017). Parque Solar SOPOSA.

- Ordaz, J. L., Ramírez, D., Mora, J., Acosta, A., & Serna, B. (2010). *HONDURAS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA AGRICULTURA*. México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Recuperado de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25916/1/LCmexL965_es.pdf
- Paredes, Juan Roberto. (2017a). *La Red del Futuro, Desarrollo de una Red de Eléctrica limpia y Sostenible para América Latina*. BID.
- Paredes, Juan Roberto. (2017b, diciembre). *La Red del Futuro: Desarrollo de una Red Eléctrica limpia y Sostenible para América Latina*. BID.
- Perales Benito, T. (2007). *Guía del instalador de energías renovables: energía fotovoltaica, energía térmica, energía eólica, climatización*. México, D.F.: Limusa.
- Perales Benito, T. (2012). *El universo de las energías renovables*. España.
- PNUD, (first), GEF, & BUN-CA. (2002, septiembre). *Manuales Sobre Energías Renovables: Solar Fotovoltaica/Biomasa*. San José Costa Rica.
- PNUD, GEF, & BUN-CA. (2002, septiembre). *Manuales sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica/ Biomasa*. San José, Costa Rica.
- Republica de Honduras. (2013). DECRETO NO 138-2013. *La Gaceta*.
- Rolle, K. C. (2010). *Termodinámica*. Pearson Educación. Recuperado de <https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=268>
- RUIZ MÉNDEZ, F. (2012). *Cambio climático de la A a la Z*. *Global Network Content Services LLC, DBA Noticias Financieras LLC*. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/1012219463?accountid=35325>
- Solargis. (s/f). *Mapa de Irridacion Solar en Honduras*.

Solaris. (2018). *Sistema Solar Aislado*.

Solo Luz. (s/f). Modelo del Sistema Interconectado a la Red con Contador Bidireccional.

Recuperado de <http://www.soluzhonduras.com/aplicaciones%20au.html>

Spiegel, E., & Norton, R. (2000). *La nueva era del cambio energético: opciones para impulsar*

el futuro del planeta. McGraw-Hill España. Recuperado de

<http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=10515223>

Zamorano. (2016). Parque Solar Zamorano. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*.

Recuperado de www.zamorano.edu

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario para la utilización de un sistema solar fotovoltaico conectado a red eléctrica en Residencial Lomas del Pinar.

Presentación

Buenos días/tardes,

Nosotros somos alumnos de UNITEC de la maestría en Administración de Proyectos y estamos realizando una encuesta para conocer su interés en la instalación de paneles fotovoltaicos en su residencia para reducir el consumo de energía eléctrica y bajar la factura de la ENEE.

Estamos interesados en conocer su opinión, por favor, ¿sería tan amable de contestar el siguiente cuestionario? La información que nos proporcione será utilizada para realizar una investigación de factibilidad.

Información del Encuestado

Nombre: -----		Sexo:	<input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M
-----		Tiempo de Residencia:	<input type="text"/>
Edad:	<input type="text"/>	Número de Personas que Habitan:	<input type="text"/>
Residencia/Colonia:	-----	Nº de Casa:	<input type="text"/>

Información del consumo

1.- ¿Cuál es el promedio de consumo mensual de electricidad en su vivienda?

- 0 a 500.00 Lempiras
- 500 a 1,000.00 Lempiras
- 1,000.00 a 1,500.00 Lempiras
- 1,500.00 a 2,000.00 Lempiras
- 2,000.00 a 2,500.00 Lempiras
- 2,500.00 a 3,000.00 Lempiras
- 3,000.00 a 3,500.00 Lempiras
- 3,500.00 en adelante.

2.- ¿Cuál ha sido el consumo de energía eléctrica en KWH en sus últimos tres recibos de la ENEE/ Nota: Este dato se detalla en el recibo de la factura eléctrica?

Mes	Cantidad Total	/KWS
		Kwh
		Kwh
		Kwh

3.- ¿Promedio de edades de las personas que habitan en la vivienda?

<i>Promedio de edades</i>	<i>Cantidad</i>
<input type="checkbox"/> 0 a 5 años	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 5 a 10 años	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 10 a 15 años	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 15 a 25 años	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 25 a 45 años	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 45 a 65 años	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 65 años en adelante	<input type="text"/>

4.- ¿En qué momento del día o la semana pasan más personas en la vivienda?

Mañana
 Tarde
 Noche
 Fines de semana
 Otro Especifique: _____

5. ¿Días de la semana que pasa más en su vivienda?

Lunes a Viernes
 Fines de Semana
 Todos los días
 Otro Especifique: _____

6.- ¿Qué tipo de electrodomésticos tiene en su vivienda y en qué cantidad?

Electrodomésticos	Cantidad					Frecuencia de Uso						
	No tiene	1	2	3	4	5	Varias Veces al día	Todos los días casi todos los días	Varias veces a la semana	Una Vez por semana	Una vez por mes	Nunca casi Nunca
Estufa de Gas												
Estufa eléctrica												
Refrigeradora												
Horno Microondas												
Horno												
Licuada												
Percoladora												
Televisor												
Play Station												
Laptop												
Computadoras												
Estéreo												
DVD o Video												
Lavadora de Ropa												
Lavadora de Platos												
Secadora de Ropa												
Secadora de Pelo												
Electro ducha												
Calentador de agua (Convencional)												
Calentador de agua de energía solar												
Aire acondicionado/Cal efacción												
Ventilador												
Máquina de coser												
Máquina de hacer pan												
Plancha de Ropa												
Otros (por favor, especifique)												
Portón eléctrico												

7.- ¿Tipo de focos o bombilla que posee en su vivienda?

- Bombilla Convencionales (incandescentes)
- Bombilla Ahorrador (fluorescentes)
- Bombilla iluminacion Led

8.- ¿Cantidad de focos o bombillas que posee en su vivienda?

	Cantidad
<i>Bombilla Convencionales (incandescentes)</i>	
<i>Bombilla Ahorrador (fluorescentes)</i>	
<i>Bombilla con iluminación led</i>	

Disponibilidad de inversión

9.- ¿Conoce el sistema de energía altera?

- SI
- NO

10.- ¿Estaría dispuesto a combinar su sistema de energía convencional con uno de paneles solares fotovoltaicos conectados a la energía eléctrica para reducir el costo de la factura de la ENEE?

- SI
- NO

11.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar a cambio de este servicio?

- 0 a 1,000.00 dólares
- 1,000.00 a 5,000.00 dólares
- 5,000.00 a 10,000.00 dólares
- 10,000.00 a 15,000.00 dólares
- 15,000.00 en adelante

12. - ¿Realizaría la inversión, si la instalación del servicio de paneles fotovoltaicos le garantizan un ahorro mayor o igual al 35%?

- Muy Probablemente
- Probablemente
- Es poco probable
- No es nada probable
- No lo se

13.- ¿Tiene algún comentario o sugerencia sobre los paneles fotovoltaicos y su utilización residencial conectados a la energía eléctrica?

Muchas gracias por su amabilidad y por el tiempo dedicado a contestar esta encuesta.

Anexo 2. Cotización

Marine Energy Solutions

(954) 581-2505
Monday - Friday 8:30am - 5:30pm

Home Testadores Accesorios y Subsistemas Entusias de energía Aplicaciones offshore y recreo Preguntas más frecuentes

Carrito de Indígenas

Su carrito de compras - 16 artículo(s) \$ 6,149.00
Pedidos de clientes internacionales, contáctenos para conocer las estimaciones de envío y completar su pedido.

Descripción del producto	Precio unitario	Cantidad	Total
 SolarInverter SummitSolar 50V 325 XL Mono 5 50V101215 WEGE Volver a la lista de deseos	\$ 335.00	13	\$ 4,355.00
 Cargador de carga Trojan 6V MPPT 3 C0049155 WEGE Volver a la lista de deseos	\$ 598.00	3	\$ 1,794.00

TOTAL PARCIAL
\$ 6,149.00

Estime sus costos de envío:
Ciudad: Fort Lauderdale
Estado: Florida
Código postal: 33312
País: Estados Unidos

+ CÓDIGO DE CUPÓN
Haga clic para ingresar un código de cupón.

Impuesto: \$ 369.24
Tasa de transacción: \$ 5.00
Total Estimado: \$ 6,523.24

Anexo 3. Cotización

ebay Comprar por categoría

Buscar artículos

Todas las categorías

Buscar Búsqueda avanzada

Envíanos tus comentarios

Carro de compras de eBay

No has iniciado sesión. [Inicia sesión](#) para guardar estos artículos o para ver los que tienes guardados.

Vendedor yiguzen0 (75★) [Pagar solo a este vendedor](#) [Solicitar total al vendedor](#)

 10000W Power Inverter 24V DC to 120V AC Pure Sine Wave Inverter RV/Truck Solar
Estado: New
ÚLTIMO
Eliminar Guardar para después

Vendedor pennynver15 (2177★) [Pagar solo a este vendedor](#) [Solicitar total al vendedor](#)

 Trojan L16P 6v 6 volt 420 Amp hour solar rv Lead Acid deep cycle battery 420a
Estado: New
Eliminar Guardar para después

Subtotal (2 artículos) US \$1 347.00
Envío a HN [Calcular](#)

Total de artículos en carro de compras
(2 artículos)
Total: US \$1 347.00
[Completar transacción](#)

ebay DEVOLUCIÓN DE TU DINERO

Cubre el precio de compra y el de envío de prácticamente todos los artículos. Si no obtienes el artículo que pediste, te devolvemos el dinero. [Más información](#)

Acerca de tu carro de compras

- Los artículos guardados en mi carro de compras, ¿están reservados para mí exclusivamente?
- ¿Por qué los artículos que gano en subastas o que adquiero con la opción llegar oferta están en mi carro de compras?
- ¿Dónde puedo ver los artículos por los que oferte?
- Si compro artículos a varios vendedores, ¿tengo que realizar pagos separados?
- ¿Puedo hacer un solo pago por artículos que haya comprado a más de un vendedor o de diferentes tipos de transacciones?