



**FACULTAD DE POSTGRADO
TESIS DE POSTGRADO**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE ENERGÍA SOLAR EN SERCOM DE HONDURAS,
EDIFICIO CASTAÑOS.**

SUSTENTADO POR:

**MARINUR CRUZ NAPKY
TANIA ALEXANDRA CHIUZ BUSTILLO**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MASTER EN DIRECCIÓN EMPRESARIAL
MASTER EN FINANZAS**

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

JULIO, 2018

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVE REYES

VICERECTORA ACADÉMICA

DESIREE TEJEDA CALVO

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

DECANA DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

CLAUDIA MARÍA CASTRO VALLE

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN
SERCOM DE HONDURAS, EDIFICIO CASTAÑOS.
TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE
LOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL
TÍTULO DE
MÁSTER EN
DIRECCION EMPRESARIAL
FINANZAS**

**ASESOR TEMÁTICO
JUAN JOSÉ RAMOS SANTOS**

**ASESOR METODOLÓGICO
ELOÍSA RODRÍGUEZ**

MIEMBROS DE LA TERNA:

MARIO RUBÉN ZELAYA

JORGE CENTENO

MOISÉS STARKMAN



FACULTAD DE POSTGRADO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN SERCOM DE HONDURAS, EDIFICIO CASTAÑOS.

NOMBRE DE LOS MAESTRANTES:

MARINUR CRUZ NAPKY

TANIA ALEXANDRA CHIUZ BUSTILLO

Resumen

El presente estudio se realizó con el propósito de elaborar un análisis de factibilidad para implementar un sistema de energía renovable fotovoltaica para la oficina de Sercom de Honduras ubicada en Edificio Castaños, con la finalidad de presentar una propuesta donde se comprobó el ahorro económico a través de la vida útil de los paneles solares. Para ello, se aplicaron 144 encuestas a los empleados que laboran en dicha oficina donde se identificó la percepción de los beneficios adicionales de este proyecto, como ser: mejora a la imagen corporativa y empresa responsable con el ambiente. Adicionalmente, se realizaron entrevistas a personal experto en energía, de donde se obtuvo la orientación sobre las especificaciones técnicas, costos de mercado, tiempo de instalación, entre otros. Este análisis confirmó que con la implementación de los paneles solares se obtiene un 78% de ahorro en la factura de energía eléctrica, lo cual representa **USD 5,049,587.54** durante los 30 años de vida útil, además de un valor presente neto positivo de **\$1,071,200.66** y la recuperación de la inversión en 7 años,

haciendo al proyecto factible. Se recomendó utilizar el financiamiento con fondos propios de la empresa, dado que el ahorro sería mayor al no tener que derogar pago de intereses a instituciones financieras por un monto de USD 160,773.00 durante un plazo de 7 años.

Palabras Clave

- Ahorro
- Autoconsumo
- Desarrollo
- Energía renovable
- Sistema fotovoltaico



GRADUATE SCHOOL

Feasibility study for the implementation of solar energy in Sercom de Honduras, Castaños Building

NAME OF THE AUTHORS:

MARINUR CRUZ NAPKY

TANIA ALEXANDRA CHIUZ BUSTILLO

Abstract

The study presented was accomplished with the purpose to elaborate an analysis of actability in order to implement a system of renewable photovoltaic energy for the Sercom office in Honduras, located in the Castaños building, with the finality to present an offer where it was determined the economic saving through the sustainable and usable life of the solar panels. For this reason, there were applied 144 surveys to the employees that labor in said office, where it was identified the perception of the additional benefits of this project, for example: better corporate image and responsible company of the ambient. Additionally, interviews were realized to personal expert in energy, were it was obtained the orientation of the technical specifications, market costs, time of installment and others. This analysis confirmed that the implementation of the solar panels obtains a 78% of saving in the bill of electrical energy, which represents **USD 5,049,587.54** during the 30 years of useful life, also to a positive net value present of **\$1,071,200.66** in the recuperation of the investment in 7 years, making the project feasible. It was recommended to use the financing with funds proper of the company,

for the reason that the saving would be major at not having to derogate pay of interest to financial institutions for a price of USD 160,773.00 during a lapse of 7 years.

Key words

- Saving
- Self-consumption
- Development
- Renewable energy
- Photovoltaic system

DEDICATORIA

Marinur Cruz Napky:

A mi madre, Reina Josefina Cruz Napky

A mi padre, Hernán Pastor Leiva Rosales

A mi esposo, Elvis Noel Laínez Valladares

A mi hijo, Fahrid Noel Laínez Cruz

Tania Alexandra Chiuz Bustillo:

A Dios

A mis padres

A mi hija

AGRADECIMIENTO

En primera instancia, agradecemos a Dios por darnos salud y sabiduría para lograr todos los retos que nos proponemos.

A nuestros padres, quienes siempre han estado incondicionalmente en los momentos importantes de nuestra vida.

A nuestros familiares y amigos que de una u otra manera nos apoyaron para alcanzar esta meta.

A nuestros asesores por sus orientaciones y tiempo dedicado en esta investigación.

ÍNDICE

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes del problema	2
1.2.1 Historia de la empresa.....	2
1.2.2 Misión	3
1.2.3 Visión.....	3
1.2.4 Valores y Principios	3
1.3 Definición del problema.....	4
1.3.1 Preguntas de investigación.....	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
1.5 Justificación.....	5
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Energía	7
2.2 Energía renovable.....	8
2.2.1 Energía renovable en América Latina.....	11
2.3 Energía solar fotovoltaica.....	17
2.3.1 Uso directo de energía solar:.....	20
2.3.2 Uso indirecto de la energía solar:.....	20
2.4 Energía en el mundo.....	21
2.5 Ahorro energético.....	30
2.6 Aspectos legales	31
2.6.1 Impacto medio ambiental.....	34
III. METODOLOGÍA.....	36

3.1	Enfoque	36
3.2	Alcance.....	36
3.3	Diseño.....	36
3.4	Instrumento.....	37
3.5	Población y muestra	37
3.6	Congruencia metodológica.....	39
3.7	Congruencia de variables	40
IV.	ANÁLISIS DE DATOS	41
4.1	Análisis del instrumento utilizado.....	41
4.1.1	Encuestas.....	41
4.1.2	Cruce de variables resultantes de la encuesta	47
4.1.3	Entrevista	50
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1	Conclusiones	62
5.2	Recomendaciones.....	63
VI.	APLICABILIDAD	64
6.1	Introducción	64
6.2	Objetivo.....	64
6.3	Análisis y aspectos técnicos de la planta arquitectónica	64
6.3.1	Cálculo del área.....	64
6.3.2	Diseño planta arquitectónica.....	66
6.3.3	Emplazamiento.	66
6.3.4	Características y especificaciones de los componentes.	68
6.3.5	Estructura de soporte de los paneles.	71
6.3.6	Cableado de Interconexión	71
6.3.7	Producción mensual esperada.	72

6.3.8	Pérdidas de los sistemas fotovoltaicos: (EEH, 2018)	73
6.3.9	Operaciones comunes de mantenimiento.....	74
6.4	Análisis Financiero.....	75
6.4.1	Comparación Facturas Energía eléctrica	75
6.4.2	Costos de Energía Eléctrica	77
6.4.3	Costos del sistema solar fotovoltaico.....	80
6.4.4	Tasa Interna de Retorno (TIR)	81
6.4.5	Flujo de Caja	83
6.4.6	Método del valor presente neto (VPN)	86
6.4.7	Financiamiento.....	87
6.5	Programación de implementación del proyecto	91
BIBLIOGRAFÍA		93
ANEXOS		98
Anexo 1. Encuesta.....		98
Anexo 2. Entrevista.....		99
Anexo 3. Cotización 1: Solaris.....		101
Anexo 4. Cotización 2: Siesol.....		105
Anexo 5. Cotización 3: EOS POWER		106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de energía renovable.....	10
Figura 2. Cuota de la capacidad de adición global	11
Figura 3. Inversión en energías renovables por país en años 2010-2015	17
Figura 4. Variables a tener en cuenta en la optimización y diseño de una central solar de torre	19
Figura 5. Uso de la energía de países desarrollados y en vías de desarrollo	24
Figura 6. Consumo mundial según tipo de energía.....	25
Figura 7. Consumo y ahorro potencial en aparatos del hogar en países de la OCDE en 2030	31
Figura 8. Cantidad de habitantes por casa	41
Figura 9. Costo de energía por casa	42
Figura 10. Cantidad de personas que consideran que la energía eléctrica es costosa.....	42
Figura 11. Cantidad de personas conformes con servicio brindado por ENEE.....	43
Figura 12. Impases del sistema de energía eléctrica actual	43
Figura 13. Métodos de ahorro de energía	44
Figura 14. Tipos de energía renovable con mayor impacto en la sociedad	44
Figura 15. Ventajas de instalar paneles solares	45
Figura 16. Espacio adecuado en edificio para instalar paneles solares.....	45
Figura 17. Cantidad de personas que opinan que los paneles solares brindan mejor imagen a la empresa	46
Figura 18. Beneficios para la empresa al instalar paneles solares	46
Figura 19. Porcentaje de personas que habitan en una casa vs. Costo de energía.....	47
Figura 20. Porcentaje de personas que no están conformes con servicio brindado por ENEE vs. Porcentaje de personas que implementarían paneles solares en sus hogares	48
Figura 21. Porcentaje de impacto en la sociedad por tipo de energía renovable.....	49
Figura 22. Diseño del área de parqueo.....	65

Figura 23. Techo de Sercom de Honduras, Edificio Castaños	66
Figura 24. Panel solar	68
Figura 25. Inversor.....	70
Figura 26. Instalación de paneles solares.....	72
Figura 27. Gráfica de consumo mensual (kWh) años 2016-2017 vs. Costo mensual (\$).....	76
Figura 28. Factura de consumo de energía eléctrica del mes de abril 2018 en Sercom de Honduras, Edificio Castaños.....	83
Figura 29. Gráfica Flujo de Caja.....	86
Figura 30. Diagrama de Gantt ejecución de proyecto.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Honduras- Capacidad instalada por tipo y propiedad en abril 2016.....	28
Tabla 2. Congruencia metodológica	39
Tabla 3. Operacionalización de las variables.....	40
Tabla 4. Entrevista 1 y 2	53
Tabla 5. Entrevista 3 y 4	57
Tabla 6. Especificaciones del panel solar SW 325 XL Mono marca Sunmodule	69
Tabla 7. Especificaciones inversor SMA.....	71
Tabla 8. Consumo mensual (kWh) y costo de energía (Lempiras y dólares)	75
Tabla 9. Análisis estadístico del consumo mensual (kWh)	77
Tabla 10. Análisis estadístico Costo de energía mensual (L.)	78
Tabla 11. Análisis estadístico de costo mensual (\$)	79
Tabla 12. Comparación de cotizaciones	80
Tabla 13. Variables para el cálculo de la TIR.....	81
Tabla 14. Cálculo de TIR.....	82

Tabla 15. Variables para el cálculo de retorno de la inversión	84
Tabla 16. Cálculo de retorno de la inversión	84
Tabla 17. Variables para el cálculo del VPN	86
Tabla 18. Variables para cálculo de amortización	87
Tabla 19. Amortización de préstamo	88

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula para el cálculo de la muestra	38
Ecuación 2. Cálculo área 1.....	65
Ecuación 3. Cálculo área 2.....	65
Ecuación 4. Suma de áreas.....	65

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

La problemática actual en el sector de energía en Honduras se debe a los altos costos de obtener este recurso, la falta de acceso y las constantes interrupciones. Se estima que en Honduras, 1,117,517 de personas no poseen acceso a energía eléctrica. Por ello, es que la empresa Sercom de Honduras, al ser una empresa responsable con el ambiente y para obtener un ahorro efectivo en recursos monetarios, solicita analizar realizar un estudio de factibilidad para implementar energía renovable en sus instalaciones de forma gradual, comenzando en el Edificio Castaños en la ciudad de Tegucigalpa.

Este estudio está estructurado en 6 capítulos, donde se puede observar el Planteamiento de la investigación, una breve reseña histórica de la empresa donde se mencionan la misión, visión, valores y principios aplicados por el grupo de América Móvil, seguido por la problemática identificada, así como las preguntas de investigación que dieron origen a los objetivos, uno general y tres específicos, los cuales fueron planteados para sustentar el estudio de factibilidad realizado. Más adelante, el Marco Teórico presenta los conceptos teóricos que fueron necesarios aplicar para alcanzar los objetivos, seguido por la Metodología, sección en donde se encuentra contenido el enfoque, diseño, alcance, instrumento, población y muestra. Posteriormente, en el Análisis de datos, se realizó el cruce de las variables que se obtuvieron de las encuestas y entrevistas aplicadas. A posteriori, se presentan las conclusiones y recomendaciones. Para finalizar se desarrolla la aplicabilidad del estudio en base a las recomendaciones, donde se plasman los indicadores financieros análisis técnico, componentes del sistema fotovoltaico y datos estadísticos de las variables de consumo y costo de energía eléctrica durante el periodo 2016-2017.

1.2 Antecedentes del problema

1.2.1 Historia de la empresa

Sercom de Honduras, conocida comercialmente con el nombre de Claro, es una empresa de América Móvil, el grupo de telecomunicaciones móviles con base en México y líder en Latinoamérica, con más de 110 millones de suscriptores en 14 países del continente: México, Estados Unidos, Brasil, Ecuador, Colombia, Chile, El Salvador, Nicaragua, Guatemala, Honduras, Argentina, Uruguay, Paraguay y Perú.

El inicio de operaciones de América Móvil en Honduras se dio el 29 de Junio del 2004, cuando adquirió el 100% de la operación de Megatel, la misma que ya contaba con más de 200 mil clientes y la primera empresa de telefonía móvil con cobertura nacional GSM/GPRS en toda Honduras, brindando cobertura en todos los 18 departamentos del país. Desde el inicio de operaciones la empresa se comprometió a ofrecer la mejor tecnología y servicios de la más alta calidad, lo que ha permitido que la empresa siga creciendo y adquiriendo muchos suscriptores en tiempo record.

América Móvil es la quinta empresa en el mundo, tercera fuera de China, en términos de suscriptores proporcionales y recientemente (junio 2005) ha sido nombrada por la prestigiosa revista Business Week como la empresa número uno en su clasificación “Information Technology 100”.

A tan sólo 5 años de su formación, la empresa mexicana ha expandido con éxito y solidez su presencia a 14 países del continente americano. Ha impulsado una fuerte aceleración en el crecimiento de suscriptores y, por consiguiente, de penetración en casi todos los países donde opera. Esta situación tan destacada, que la ha llevado a tener más de 110 millones de clientes celulares en la región, ha implicado un importante compromiso de inversión para

responder a los retos de cobertura, capacidad, calidad e innovación que cada una de las operaciones exige.

Para nuestros clientes, el que Claro sea empresa de América Móvil, constituye la posibilidad de acceder a tecnología de punta y al mejor servicio de telecomunicaciones que existe actualmente en el mundo (Sercom de Honduras, 2004)

1.2.2 Misión

Consolidarnos como un grupo global de telecomunicaciones a través de operaciones internacionales que busquen satisfacer las necesidades y expectativas en comunicación de nuestros clientes. Buscamos alcanzar los objetivos de crecimiento y financieros de nuestros accionistas, así como contribuir al desarrollo de nuestros recursos humanos y bienestar del entorno social de nuestras operaciones.

1.2.3 Visión

Somos un grupo empresarial en expansión con enfoque a la internacionalización, primordialmente en el continente americano, e integración de nuestros negocios en el desarrollo económico y tecnológico en telecomunicaciones, centralmente inalámbricos, de los diversos países en los que tenemos presencia.

1.2.4 Valores y Principios

Los valores y principios de su conducta empresarial son las cualidades que los distinguen y orientan. Los tienen presentes y los ponen en práctica a diario como obligaciones inquebrantables y los difundimos a través de nuestra imagen. Los pilares fundamentales de la cultura corporativa son:

- Honestidad
- Desarrollo Humano y Creatividad Empresarial

- Productividad
- Respeto y Optimismo
- Legalidad
- Austeridad
- Responsabilidad Social

Sercom de Honduras ha identificado que el costo de energía incrementa mensualmente, lo cual representa un alto porcentaje de los costos operativos y la empresa considera que todos los meses se deberían tener un consumo estable. Al presentarse constantes interrupciones de energía eléctrica, los generadores se encienden y producen gran cantidad de ruido, ocasionando incomodidades en los clientes, y además emiten gran cantidad de Dióxido de carbono (CO_2) y otros gases, los cuales son tóxicos para la salud de los empleados y toda la población en general.

En la mayoría de ciudades del país, se cuenta con un proveedor único de energía, el cual es un ente gubernamental y puede ser influido por temas políticos en la producción y distribución de la misma.

1.3 Definición del problema

Alto costo operativo de energía eléctrica con un servicio de baja calidad por las constantes interrupciones por un proveedor único que puede ser influenciado por situaciones políticas ajenas a la organización.

1.3.1 Preguntas de investigación

1.3.1.1 ¿Cuál es la viabilidad física, técnica y económica que posee Sercom de Honduras para implementar energía renovable?

1.3.1.2 ¿Qué otras medidas se deben implementar para obtener ahorro de energía y del gasto que representa para la operación?

1.3.1.3 ¿Se podría garantizar que se eliminan las interrupciones de energía eléctrica al implementar la generación de su propia energía?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Analizar la factibilidad de implementar energía renovable por medio de paneles solares para reducir los costos de energía.

1.4.2 Objetivos Específicos

1.4.2.1 Definir la cantidad de paneles solares que se pueden instalar por medio de la medición del espacio físico disponible para determinar la capacidad de energía que se puede producir.

1.4.2.2 Comparar el costo actual en energía eléctrica versus el costo estimado de utilizar un sistema fotovoltaico para determinar el ahorro en el valor de la factura anual de energía eléctrica por medio de un muestreo.

1.4.2.3 Elaborar un análisis financiero de recuperación de la inversión para determinar la vida útil de los paneles solares.

1.5 Justificación

El suministro de energía es uno de los temas más críticos y urgentes de los tiempos modernos que afectan cada vez más en la toma de decisiones políticas, económicas, sociales y ambientales. Para mitigar el riesgo de inconsistencia en el fluido de energía eléctrica y el aumento al costo de la electricidad, las empresas tienen la opción de implementar el uso de energía solar, por lo que esta investigación tiene como alcance: mejorar la eficiencia energética

del Edificio Castaños de la Empresa Sercom de Honduras y por consiguiente reducir el consumo de recursos monetarios en este rubro, incrementando el valor del inmueble al instalar sistema de paneles solares.

Entre los beneficios de implementar energía solar fotovoltaica tenemos los siguientes:

- No produce ruido.
- Apoya a mejorar la balanza comercial del país, ya que se reduciría la importación de combustible.
- Los paneles se convierten en activos de la empresa, los cuales se pueden instalar o trasladar entre cualquier oficina.
- El riesgo de avería es muy bajo.
- La vida útil de los paneles es de 30 años.
- Mejorar la percepción que el cliente tiene de la empresa, la cual es innovadora, con una imagen que se proyecta al futuro.
- Son sus propios proveedores de energía, al no depender de un proveedor único.
- Utilizar el espacio del techo de manera más eficiente.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Energía

De acuerdo con (Alomá & Malaver, 2007) “La energía es la capacidad para realizar un trabajo”, lo que quiere decir que puede presentarse de diferentes formas y generar procesos de transformación.

El autor (Arnés, 2012) categoriza las diferentes formas que puede tener la energía, las cuales se detallan a continuación:

- **Energía cinética (EC):** Se refiere a la energía que posee un cuerpo de acuerdo a su movimiento, la cual está determinada por su masa y velocidad.
- **Energía potencial (EP):** Esta energía resulta de la posición que tenga un objeto dentro del campo de fuerzas.
- **Energía mecánica (EM):** Es la energía que poseen los objetos de acuerdo al movimiento, su situación relacionada con otro objeto o la habilidad de deformarse.
- **Otras energías:** molecular, térmica, eléctrica, entre otras.

La energía impulsa la economía, y con el incremento de personas que luchan por un mejor nivel de vida, el consumo de energía está aumentando inevitablemente. Los depósitos de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas), que han sido nuestra principal fuente de energía desde el inicio de la revolución industrial, se encuentran distribuidos de manera desigual en todo el mundo. La quema de combustibles fósiles libera dióxido de carbono (CO_2), que es el principal factor contribuyente al cambio climático. La energía renovable ha sido reconocida mundialmente como la clave para proporcionar seguridad energética a todas las naciones, así como para reducir las emisiones de (CO_2). La transición hacia las energías renovables se

encuentra en progreso, con más de 144 países en todo el mundo que han definido sus objetivos vinculados a la implementación de energías renovables.

2.2 Energía renovable

La energía renovable es aquella que se obtiene de recursos naturales, las cuales son inagotables y se pueden regenerar por sí mismas (Arnés, 2012). Entre algunos tipos de energía renovable tenemos:

- **Energía eólica:** De acuerdo con (Redalyc, 2004) es la transformación de la energía cinética en energía eléctrica por medio de aerogeneradores, los cuales necesitan una hélice, la cual envía el movimiento del viento al rotor de un alternador. Para poder utilizar de forma eficiente este tipo de energía, el viento debe cumplir con ciertos requisitos como la velocidad, estabilidad, continuidad, etc.
- **Energía solar:** La energía solar es la fuente de energía más abundante y está disponible para su uso en dos formas: directa (radiación solar) e indirecta (eólica, biomasa, hidráulica, océano, etc.). Incluso si sólo el 0,1 % de esta energía llega a la Tierra podría ser convertida con una eficiencia del 10 %, que sería cuatro veces más grande que la capacidad de generación de electricidad mundial total de alrededor de 5,000 GW. El uso de la energía solar está creciendo con fuerza en todo el mundo, en parte debido a la rápida disminución de los costos de fabricación de paneles solares y a generosos subsidios, particularmente en Europa. Por ejemplo, entre 2008-2011 la capacidad fotovoltaica se ha incrementado en los EE.UU. desde 1 168MW a 5 171MW, y en Alemania desde 5,877 MW a 25,039 MW. En la mayoría de países de todo el mundo, prefieren la energía solar porque es un recurso ilimitado, el cual es de fácil acceso, requiere de muy poca inversión y los materiales que se utilizan para estas instalaciones son de larga duración.

Los cambios previstos en la legislación nacional y en la regional en relación con el apoyo a las energías renovables hacen probable que se modere este crecimiento. (Directivos del Consejo Mundial de Energía, 2013)

Para efectos de esta investigación, se centrará en la energía solar como principal fuente para producir energía eléctrica en la oficina de Sercom, en el edificio Los Castaños de Tegucigalpa.

- **Energía geotérmica:** El autor (Dickson, 1978) relata que la energía geotérmica es la que se origina del calor de la tierra o de las olas.
- **Energía hidráulica:** Es la energía que se aprovecha del movimiento de las corrientes de agua, generalmente se aprovecha la caída del agua desde cierta altura para poder producir energía.

En la figura 1, los autores (Kaltschmitt, Streicher, & Wiese, 2007) enlistan los tipos de energía renovable, la cual subdividen en 3 grandes categorías:

- Calor geotérmico
- Solar
- Gravitación y movimiento de los planetas.

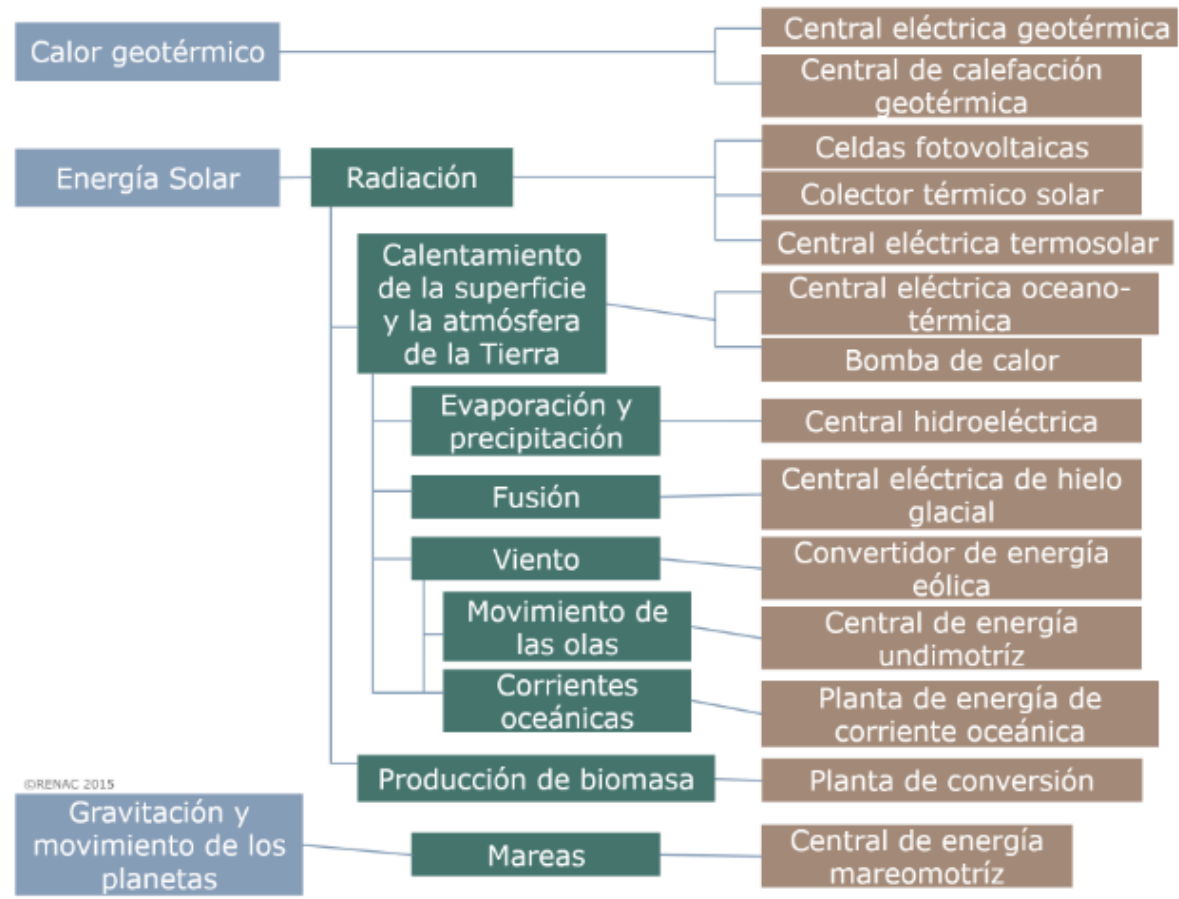


Figura 1. Tipos de energía renovable

Fuente: (Kaltschmitt, Streicher, & Wiese, 2007)

A pesar de que la proporción de la demanda energética cubierta por las energías renovables sigue siendo relativamente baja, la tasa de crecimiento es más rápida que la de las fuentes de energía convencionales. Las tendencias actuales de crecimiento sugieren que, especialmente la energía eólica y la energía solar fotovoltaica, se volverán cada vez más importantes, esto es debido a que es más sencillo de obtenerla, procesarla y de producir energía eléctrica.

La figura 2 demuestra que para poder generar electricidad, la cuota de energías renovables agregada anualmente ha crecido de forma constante en la última década, a diferencia de las no renovables:

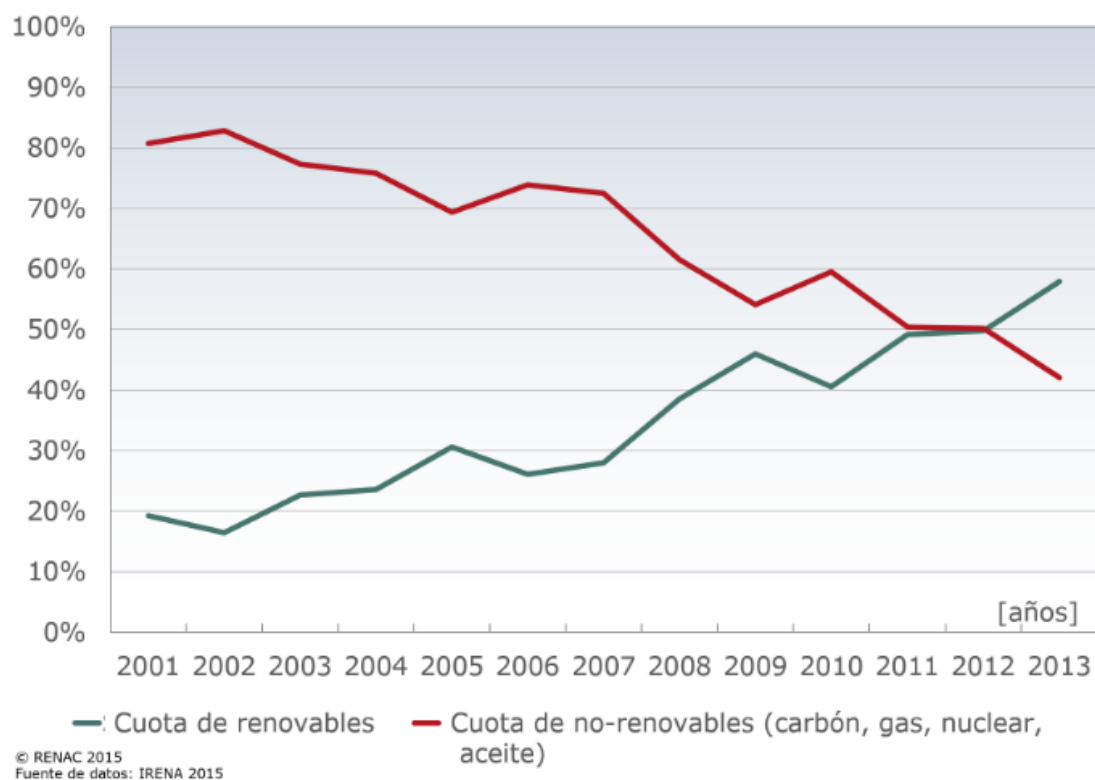


Figura 2. Cuota de la capacidad de adición global

Fuente de los datos: (International Renewable Energy Agency, 2016)

2.2.1 Energía renovable en América Latina

(Canseco, 2010) afirma que las energías renovables ascienden a casi el 29% del suministro total de la energía primaria en los países de América Latina, cifra relativamente alta en comparación con la cuota del 5,7% de energías renovables de los países de la OCDE. Dentro del sector predomina la energía hidroeléctrica con un 62% de la cuota total de energías renovables, llegando a elevarse hasta el 90% en algunos países como Brasil o Paraguay. Además de provocar cierta inseguridad en el suministro eléctrico, las centrales hidroeléctricas han causado daños medioambientales en algunos lugares del continente como la selva amazónica.

Es por ello, que tampoco podríamos hablar de la energía del agua como una auténtica energía alternativa. Asimismo, además del espacio para la energía del agua y los biocombustibles (que representan un 36% del total de energías renovables) los países de

América Latina tienen un gran potencial en el desarrollo de energías limpias. Los países Latinoamericanos, están expuestos a unos fuertes y constantes vientos que pueden ser aprovechados para la generación de energía eólica. Se calcula que Brasil podría llegar a los 140.000 MW de energía del viento, seguido de México con 40.000 MW, Colombia con 20.000 MW o 5 Fundación Ciudadanía y Valores.

La energía solar también está distribuida por gran parte de las regiones. Si bien los recursos son muy favorables, hasta ahora el obstáculo se ha encontrado en la falta de voluntad política para la promoción de planes de inversión o las ayudas para el desarrollo de instalaciones, aunque las disposiciones actuales son proclives a dar un papel cada vez más importante a las energías renovables. En cuanto a estos sistemas de ayudas establecidos por los distintos países, se han buscado aquellos que proviniendo directamente del Estado, aseguren a los inversores una ganancia o un mercado donde operar y vender la energía que produzcan. Sistemas de este tipo son los de primas, que consiste en una asignación económica que el gobierno determina a favor del generador por cada kWh que inyecte en el sistema eléctrico. La prima es pagada por los usuarios finales, permitiendo a los productores mantener una rentabilidad necesaria en el tiempo para afianzar su negocio.

Otros países utilizan el sistema de exención fiscal o beneficios tributarios para los generadores de energías renovables. Aunque cada uno de los países ha elegido el sistema que ha creído más conveniente, es pronto para determinar el más beneficioso hasta el momento. Es ahora cuando debería analizarse las normas más adecuadas, los sistemas más rentables y el establecimiento de marcos regulatorios más fiables para la contribución al cumplimiento de objetivos en materia de energía limpia para Latinoamérica.

Según Rafael Zubiaur Ruiz, director general de Barlovento Recursos Naturales, entidad con proyectos de consultoría energética en Latinoamérica, en materia de energías renovables “cada país representa una situación distinta, no solo por la regulación, que en algunos casos no

existe o no está bien definida, sino también por las características o tamaño de las redes o por los costos de generación”, por lo que para hacer un análisis en profundidad debería estudiarse la situación del sector en cada una de las regiones. Asimismo, desde el Banco Interamericano de Desarrollo, el BID es la principal fuente de financiamiento para el desarrollo económico, social e institucional sostenible de América Latina y el Caribe, se afirma que la mejora en la regulación así como una caída en los costos de equipamiento, está impulsando la demanda de inversiones del sector privado en energía renovable en América Latina, en particular en proyectos de energía eólica.

En concreto, en 2009, el BID aprobó 102 millones de dólares para dos proyectos de parques eólicos por un total de 318 MW en el estado de Oaxaca, México, lo que supone un notable incremento de energía renovable en dicho país así como el aumento en oportunidades de empleo y crecimiento económico en los espacios rurales.

La previsión de incremento de la demanda energética del conjunto de países de América Latina para el año 2030 es del 50%, lo que hace necesario un incremento de la capacidad instalada de generación de más del 20%. De hecho, la mencionada entidad estima que en los próximos tres años, la mayor parte de la financiación de energía se destine a proyectos que utilizan fuentes renovables, el 80% de sus préstamos en energía, en comparación con el 30% de hoy.

El caso de México es también notable, de acuerdo con el National Renewable Energy Laboratory de Estados Unidos, se estima que el potencial que tiene México en el caso de la energía eólica es superior a los 40.000 MW (actualmente hay una capacidad instalada de 185 MW). En cuanto a energía solar, se estima que el 90% del territorio mexicano presenta una insolación promedio de 5 KWh por metro cuadrado al día, considerado como uno de los mejores niveles presentados en el mundo. Por su parte, México es líder en producción de electricidad de fuentes geotérmicas en el mundo, ocupando un tercer lugar con una capacidad

instalada de 843 MW y un potencial de 2,400 MW. El país, que ha sido rico en petróleo durante mucho tiempo, no estaba muy convencido con el desarrollo de las renovables.

En los últimos años han sido varios los grandes proyectos puestos en marcha gracias a la promulgación de dos importantes leyes sobre eficiencia energética y energías renovables. Por lo que, México puede presumir ahora de haber puesto en marcha el mayor parque eólico de toda América Latina, este parque es también el segundo en reducción de emisiones según el registro de Naciones Unidas, evitando 600.000 toneladas de CO₂ por año, y la generación de energía equivale al consumo de una población de 500.000 habitantes.

Estados Unidos, anunció en la cumbre ministerial de Energía de las Américas seis iniciativas en América Central y Caribe para incrementar la producción de energía procedente de biomasa e intentar encauzar su rumbo hacia las energías renovables y reducir así su dependencia del petróleo. La región, quiere aprovechar los recursos como la biomasa, en especial se colocan altas expectativas en la energía eólica y fotovoltaica donde ya existen instalaciones en zonas rurales de difícil acceso para las redes.

Los Emiratos Árabes junto con España quieren invertir en Latinoamérica en el sector de la energía limpia, según lo manifestó el ministro de Economía, Ben Said Al Mansouri señalando que “nuestro principal objetivo pasa por la creación de empresas conjuntas entre los dos países para aprovechar las grandes oportunidades de inversión que existen en la actualidad en Latinoamérica”.

Por su parte La Unión Europea anunció un fondo que pretende levantar inversiones de hasta 3.000 millones de euros en países latinoamericanos. Las prioridades de este fondo (Latin American Investment Facility, LAIF) son la interconexión y las infraestructuras energéticas, incluyendo la eficiencia energética y los sistemas de energía renovable.

La promoción el establecimiento de las energías renovables por parte del gobierno de cada país, La Organización de las Naciones Unidas, en el marco del Convenio Marco sobre Cambio Climático, estableció una serie de mecanismos que, ayudando a reducir los niveles de emisión de gases contaminantes a los países más industrializados, y mejorando las condiciones sociales de algunos países, contribuirían sin duda a establecer una energía más limpia en los lugares donde se aplicaran dichos mecanismos. De esta forma, se establecieron los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) para su aplicación en países en desarrollo. Estos proyectos pueden contribuir a la transferencia de tecnología y favorecer el desarrollo sostenible en países de acogida de dichos proyectos. Con la realización de estos proyectos se pretende que el país inversor (un país industrializado) adquiera créditos de emisión que ayudarían a disminuir la contabilización de sus emisiones, con el fin de poder cumplir con los objetivos del Protocolo de Kioto, y en el caso del país receptor, se recibirían inversiones extranjeras y transferencias de tecnologías más eficiente y más avanzada que la propia.

Latinoamérica es hoy por hoy una de las mejores alternativas de diversificación del negocio e inversión en energía renovable pues poseen la ventaja de poseer recursos naturales sobreabundantes, sin embargo, este tipo de inversiones no están exentas de obstáculos de tipo regulatorio y administrativo.

Los países del SICA reportaron adiciones de nuevas centrales por un total de 1.659 MW, de los cuales el 79% fueron de origen renovable y el restante 21% correspondió a termoeléctricas convencionales a base de hidrocarburos y combustibles fósiles. Honduras registra adiciones por 196 MW. En contraste con la mayoría de los países de la región, incorporó una central termoeléctrica de capacidad significativa (Becosa 60 MW, que consumirá carbón como combustible principal). En energía renovable sobresale el incremento en capacidad de la central eólica Mesoamérica (23 MW), la central fotovoltaica Pacific (21 MW), la hidroeléctrica Shol (Ojo de Agua, 20,2 MW) y la termoeléctrica Honduras Green

Power Corporation (HPGC, 45 MW) en Choloma, que utiliza biomasa a partir de cultivos de “King Grass”² y otros residuos biomásicos (entre ellos pino proveniente de bosques afectados por la plaga del gorgojo, residuos de palma africana y bagazo de caña de azúcar).

La producción de electricidad en los países del SICA ascendió a 67.231 GWh (cifra 3,7% superior a la registrada en 2015) con excepción de El Salvador y Nicaragua, el resto de los países incrementaron su producción neta de electricidad con respecto a 2015. Los regímenes de lluvia irregulares afectaron la producción de las hidroeléctricas, sin embargo gracias a la entrada de nuevas hidroeléctricas se logró una producción de 24.344 GWh superior en 4,1% a la generación hidroeléctrica de 2015, pero inferior a la producción de 2013.

(Rojas Navarrete, 2017) describió que en diciembre de 2016 la capacidad instalada fue de 20.237 MW, cifra superior en 6,9% respecto a la capacidad instalada observada en 2015, lo que representó un incremento de 1.312 MW netos (cifra que tiene descontados retiros de centrales por finalización de contratos, mantenimientos u obsolescencia). Ese parque generador está repartido en las siguientes proporciones: 20,8% en Guatemala; 17,9% en la República Dominicana; 17,1% en Costa Rica; 16,5% en Panamá; 12% en Honduras; 8,3% en El Salvador; 6,8% en Nicaragua; y 0,9% en Belice. El 54,4% de esa capacidad (10.327 MW) correspondió a plantas que utilizan fuentes renovables de energía (FRE). En el grupo de países del SIEPAC esas cifras de participación renovable fueron de 62,4% y 9.544 MW. En el caso de Honduras, es importante mencionar que la misión de país dice que en el 2038 el 80% de energía debe ser renovable, por ello es importante que la matriz energética sea diversificada porque el país es vulnerable a los cambios climáticos. En el año 2017 en Honduras, el 58% de la energía es renovable.

En 2016 se generó energía eléctrica a partir de las siguientes fuentes: hidrocarburos y combustibles fósiles (46,3%), hidráulica (36,2%), geotermia (5,5 %), viento (5,3%), bagazo de caña en ingenios azucareros (4,8%), solar (1,9%) y una muy pequeña fracción a partir de

biogás. Lo anterior significa que 53,7 % de la energía eléctrica inyectada a las redes de alta y media tensión del servicio público corresponde a los aportes de las fuentes renovables de energía, fue de 53,7%, cifra superior en alrededor de 1% a la registrada en 2015.

La revista (International Renewable Energy Agency, 2016) publicó la siguiente imagen, en donde se puede observar la inversión que hacen anualmente algunos países de América Latina. En este caso llama la atención la cantidad que se invierte en Honduras porque es mínima y esto va muy de la mano con el poco desarrollo económico que tiene el país, caso contrario de Brasil donde se observa que si invierten mucho en energía renovable y es uno de los países de Latinoamérica que más ha salido adelante económicamente:

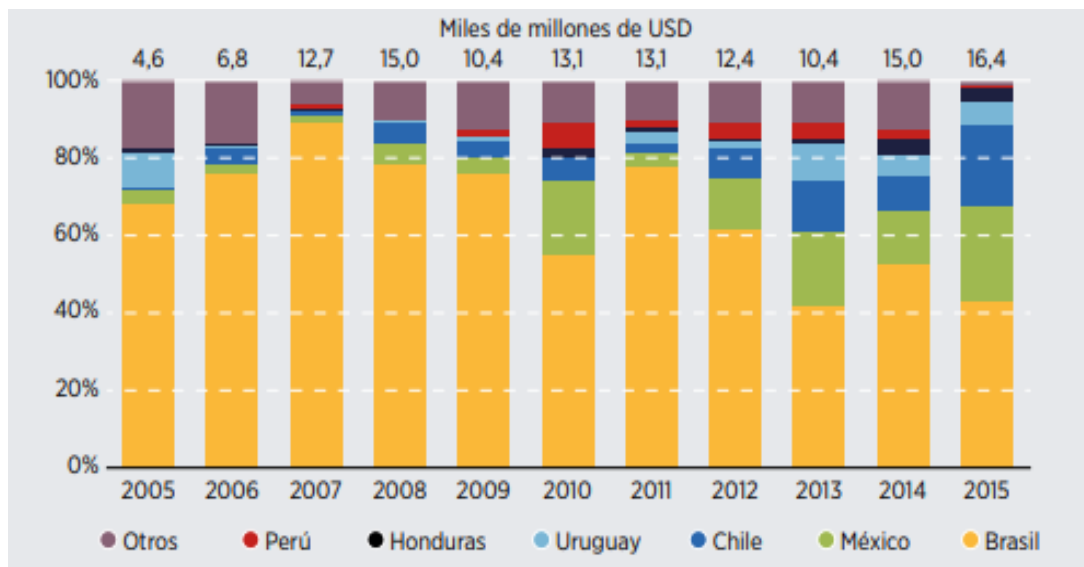


Figura 3. Inversión en energías renovables por país en años 2010-2015

Fuente: (International Renewable Energy Agency, 2016)

2.3 Energía solar fotovoltaica

La energía fotovoltaica (FV) es la tecnología que genera electricidad directamente a partir de la luz solar a través del efecto fotoeléctrico. El módulo fotovoltaico, que se compone de celdas fotovoltaicas, transforma la energía solar en electricidad de corriente continua. Otra tecnología de la energía solar es la energía solar térmica, es importante hacer una clara

distinción entre estas dos tecnologías, que son muy diferentes, pues a menudo son confundidas ya que utilizan la misma fuente de energía (radiación solar). (García Villas, 2010)

La electricidad generada mediante células fotovoltaicas puede ser utilizada para alimentar la red eléctrica, almacenarse en baterías para su uso posterior, o utilizarse directamente. Para el 2015, la capacidad FV total mundial instalada fue de aproximadamente 200 GW.

El sol es un proveedor ilimitado de un gran porcentaje de la energía que podemos necesitar para producir electricidad. Las celdas fotovoltaicas, son las que transforman la luz solar en electricidad, las cuales se pueden integrar en edificios o dispositivos. Es importante resaltar que “La energía solar puede generar electricidad en las zonas rurales, en las islas, y en otros lugares remotos no conectados a la red eléctrica”. Un aspecto en contra de la energía solar fotovoltaica es que el abastecimiento es intermitente, por lo que no son tan útiles en días nublados. (Martínez, 2016).

Las células solares fotovoltaicas convierten la luz del sol directamente en electricidad por el llamado efecto fotoeléctrico, por el cual determinados materiales son capaces de absorber fotones (partículas lumínicas) y liberar electrones, generando una corriente eléctrica. Por otro lado, los colectores solares térmicos usan paneles o espejos para absorber y concentrar el calor solar, transferirlo a un fluido y conducirlo por tuberías para su aprovechamiento en edificios e instalaciones o también para la producción de electricidad (solar termoeléctrica).

En la imagen que se muestra a continuación se ejemplifican las variables para tener una central solar optimizada:

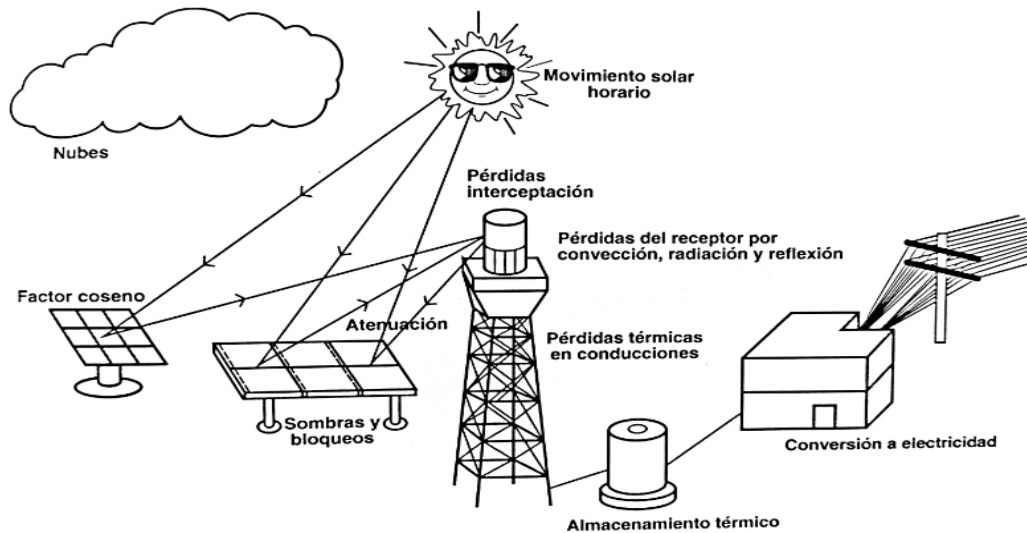


Figura 4. Variables a tener en cuenta en la optimización y diseño de una central solar de torre

Fuente: (Castro, Colmenar, Carpio, & Guirado, 2006)

La energía solar cuenta con múltiples beneficios, entre los que se pueden mencionar: es silenciosa, está disponible en todo el planeta, es renovable, no contamina, es de fácil acceso para zonas rurales, reduce el uso de combustibles fósiles, reduce importaciones, la energía solar funciona con sistemas silenciosos por lo que no hay contaminación de ruido.

Los paneles solares son fiables, no hay que preocuparse por partes móviles, ni por dedicar una gran cantidad de horas a su mantenimiento. Así mismo se plantea la oportunidad de hacer uso de energía renovable que permitan a las empresas no depender por completo de un proveedor único, como el gobierno.

Entre los beneficios de implementar energía solar se pueden mencionar: contar con una fuente de energía indefinida, que no se está utilizando, por medio de una instalación solar fotovoltaica que puede situarse en diferentes puntos del edificio como: el techo o estacionamiento y cuya producción puede distribuirse directamente a las diferentes áreas, convirtiéndolo en una pequeña central generadora de electricidad. De esta forma, se contribuye a que la matriz energética del país contenga más energía renovable o limpia contra el

predominio de centrales térmicas a base de combustibles contaminantes, aportando su granito de arena para que se cumplan los convenios internacionales contra el cambio climático.

Usar energía solar también impacta positivamente en la educación de las futuras generaciones, en las tecnologías económicas y fomenta el respeto al medio ambiente, reduciendo el efecto de invernadero en su lucha contra el cambio climático. Por todo lo mencionado anteriormente, la empresa promueve su rol de ser socialmente responsable con la comunidad, ambiente, sociedad y se vuelve ejemplo de otras empresas u organizaciones que puedan implementar este tipo de energía contribuyendo al desarrollo del país.

La energía solar se puede obtener de la siguiente forma:

2.3.1 Uso directo de energía solar:

- Sistemas solares térmicos: la energía solar es convertida directamente en energía térmica útil mediante el calentamiento de agua.
- Sistemas fotovoltaicos: la energía solar es convertida en electricidad a través de procesos fotoeléctricos.
- Energía Solar Concentrada: la radiación solar es concentrada a través de espejos para generar altas temperaturas, las cuales son utilizadas para producir vapor que mueve turbinas de vapor para generar electricidad.

2.3.2 Uso indirecto de la energía solar:

Los esquemas hidroeléctricos pueden ser a filo de agua o de represas. Estos esquemas pueden ser muy grandes o muy pequeños.

Las turbinas eólicas convierten la energía cinética del viento en energía eléctrica a través de generadores.

La bioenergía es el término utilizado para la energía química almacenada en la biomasa que se puede convertir en calor, electricidad o combustible.

Las únicas fuentes de energía regenerativa que no se derivan del sol son la geotérmica y la energía mareomotriz. La energía geotérmica es la energía térmica atrapada dentro de la corteza terrestre. Sólo puede ser aprovechada en pocos lugares del mundo donde la corteza terrestre es fina, con fallas o fracturada. Se utiliza para la calefacción, la refrigeración o la generación de electricidad.

2.4 Energía en el mundo

Como la energía es el principal "combustible" para el desarrollo social y económico, puesto que las actividades relacionadas con la energía tienen impactos ambientales significativos en El mundo que nos rodea, el cual ha cambiado significativamente en los últimos 20 años.

La tecnología se ha convertido en uno de los principales motores de desarrollo económico y social. El rápido avance de la tecnología de la información (TI) en todo el mundo ha transformado no sólo nuestra forma de pensar, sino también la forma en que actuamos. Todos los aspectos de la vida humana se han visto afectados por el Internet, en particular. No hace falta decir que prácticamente todas las tecnologías funcionan con electricidad y por lo tanto la participación de electricidad está aumentando rápidamente, más rápido que el suministro total de energía primaria.

Entre los principales impulsores que han determinado el suministro y uso de la energía se pueden mencionar:

- Fuerte aumento del precio del petróleo desde el año 2001 después de 15 años de precios moderados

- La crisis financiera y el lento crecimiento económico con la reducción drástica del consumo de energía en las grandes economías
- La inestable situación política en los países suministradores de energía en el Oriente Medio y el Norte de África
- El crecimiento exponencial de las energías renovables, particularmente en Europa debido a los generosos subsidios para los productores que pueden convertirse en un problema en lugar de una oportunidad
- El potencial de la eficiencia energética aún permanece sin explotar
- Las crecientes preocupaciones del público acerca de los nuevos proyectos de infraestructura, incluidos los proyectos de energía, y su impacto en el proceso de toma de decisiones políticas.

El crecimiento de la población siempre ha sido y seguirá siendo uno de los principales impulsores de la demanda de energía, junto con el desarrollo económico y social. Mientras que la población mundial se ha incrementado en más de 1.5 mil millones durante las últimas dos décadas, la tasa global de crecimiento de la población ha venido disminuyendo. El número de personas sin acceso a la energía comercial se ha reducido un poco, y la estimación más reciente del Banco Mundial indica que es de 1,2 billones de personas. La demanda de energía podría crecer significativamente más rápido de lo esperado, y si se gestionan adecuadamente, los recursos energéticos y las tecnologías deben estar disponibles para satisfacer esta demanda.

De acuerdo con (Rytoft, 2015) la generación eléctrica solar es una tecnología experimental que hace solo unos años, ha recorrido una impresionante curva de aprendizaje y ahora compite sin subvenciones en un número cada vez mayor de mercados. Los paneles solares son ahora un elemento común en edificios y centrales.

La electricidad fotovoltaica es ahora un componente en rápido crecimiento del mix energético global. Es por su naturaleza escalable y limpia y, en condiciones favorables, ya puede competir sin subvenciones. A lo largo de los 10 últimos años, la capacidad fotovoltaica ha crecido en el mundo a una tasa estable de dos cifras. La capacidad instalada se ha multiplicado por más de diez, y ha pasado desde unos 15 GW in 2008 hasta más de 170 GW a finales de 2014. En 2014, la inversión anual total superó los 83.000 millones de dólares. Y esta tendencia va a continuar, se espera que en los tres próximos años la potencia instalada de sistemas de energía solar en todo el mundo supere los 400 GW. Este progreso no se va a detener. Los buenos proyectos de energía solar tienen actualmente costes de entre 6 y 8 centavos de dólar por KWh, antes de aplicar subvenciones. El coste más bajo que hemos visto es de 5,84 centavos por KWh en un proyecto en Dubái anunciado este año. La energía solar ha evolucionado desde la época de los 50 centavos por KWh a los 30, los 20, los 10 y actualmente incluso menos.

Lo que sucede en Estados Unidos, es que el precio de la electricidad de gas natural es bajo, unos 6 centavos/KWh; por lo tanto, a un precio de 8 centavos/KWh, la energía solar no es muy competitiva sin subvenciones. Pero aplicando el crédito fiscal a la inversión, el coste de la energía solar puede reducirse.

Las nuevas tecnologías nos están obligando a pensar de nuevo el modo en que nos ganamos la energía, a mirar con nuevos ojos a nuestros tejados, nuestra basura, el aislamiento de nuestros edificios, etc. La energía está saliendo de nuestros desiertos y de nuestros puertos y está entrando en nuestros hogares y en nuestras comunidades.

El consumo de energía se divide en sectores como el industrial, comercial, residencial, agrícola y de transporte. Por otra parte, los tipos de servicios de energía para los consumidores son la calefacción, la refrigeración, cocina, iluminación, informática, etc. El consumo de electricidad es sólo una (en algunos casos pequeña) proporción de la totalidad.

En la Figura 5 se puede observar que los países en vías de desarrollo consumen mayor cantidad de petróleo para producir energía eléctrica en comparación con los países desarrollados o de alto ingreso per cápita que consumen menos cantidad de petróleo y en su lugar generan su propia energía eléctrica con recursos renovables:

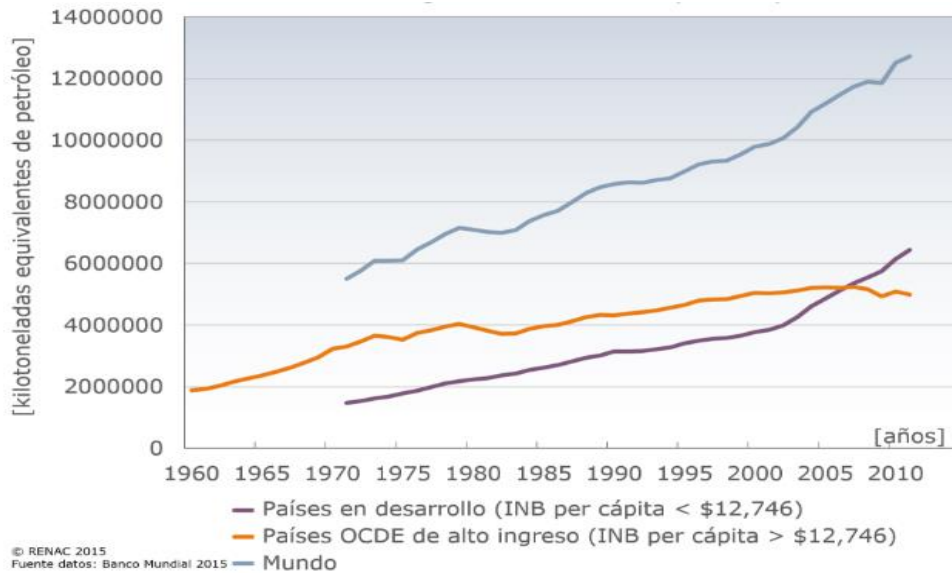


Figura 5. Uso de la energía de países desarrollados y en vías de desarrollo

Fuente: (Banco Mundial, 2018)

La figura 6 presenta el porcentaje de consumo en energía renovable y no renovable a nivel mundial, donde indica que el 78.3% del consumo mundial de energía está basado en combustibles fósiles y el 19.1% es generada con recursos renovables:

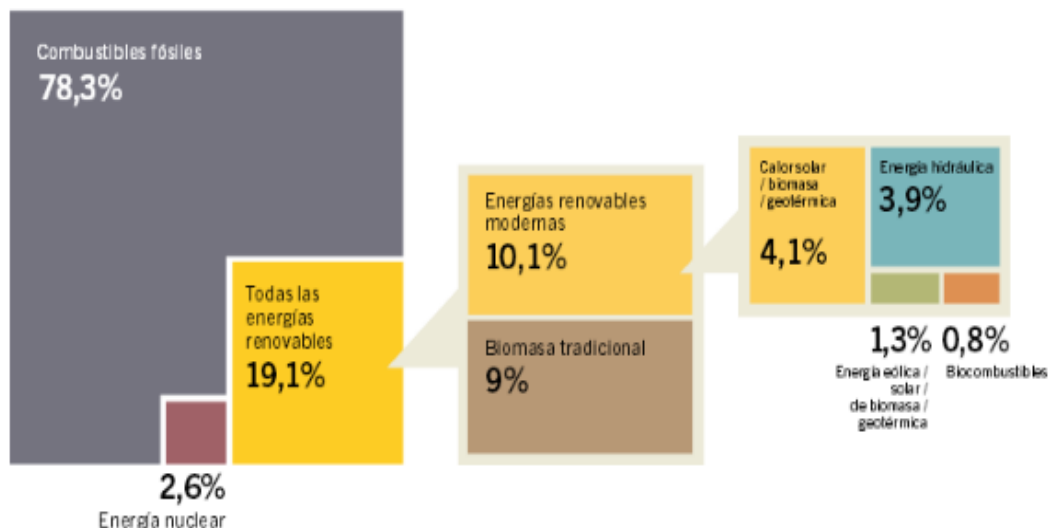


Figura 6. Consumo mundial según tipo de energía

Fuente: (REN21, 2016)

El suministro y uso de la energía tienen poderosos efectos económicos, sociales y ambientales. No toda la energía se suministra en condiciones comerciales. Los combustibles, como la leña o la tradicional biomasa son en gran parte no comerciales. La leña juega un papel de liderazgo en los países en desarrollo, donde es ampliamente utilizada para la calefacción y la cocción. El acceso universal a la energía comercial sigue siendo un objetivo para el futuro. Especialmente en los continentes de África y Asia, el ritmo de electrificación se encuentra rezagada ante una demanda creciente. Es imprescindible hacer frente a este importante desafío sin más dilaciones, en particular, teniendo en cuenta el impacto que el acceso a la electricidad tiene en la vida de las personas y en su bienestar, en el crecimiento económico y el desarrollo social, incluida la prestación de servicios sociales básicos servicios, como la salud y la educación.

En las últimas décadas hemos visto, que en los países históricamente considerados como industrializados, la tasa de consumo de energía primaria ha ido disminuyendo a medida que la manufactura en estos países disminuye y la eficiencia energética incrementa. Por el contrario, naciones históricamente en desarrollo, como China, India y Brasil están mostrando un aumento en la tasa de consumo de energía primaria, debido a un crecimiento económico significativo. A nivel mundial, el uso total de energía sigue aumentando (Ver figura 5). Como demuestran muchos estudios, el consumo de la energía presenta una relación de proporcionalidad directa con el desarrollo económico. (Banco Mundial, 2018)

Las reservas mundiales de petróleo son casi 60% más grandes hoy que hace 20 años, y la producción de petróleo se ha incrementado en un 25% a nivel mundial, sin embargo se deben tomar en cuenta los inconvenientes de su uso, como por ejemplo: la volatilidad alta de los precios Tensiones geopolíticas relacionadas en las áreas con mayores reservas, el mercado está

liderado por los productores y grandes compañías nacionales, tales como la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEC).

El autor (González, 2009) relató que Francia posee pocos yacimientos de combustible fósil y por ello busca generar energía a partir de plantas hidroeléctricas y nucleares. Similar es la situación de Dinamarca, donde producen electricidad a base de carbón y el resto de plantas hidroeléctricas. Otro país como Reino Unido es totalmente independiente energéticamente, ya que su energía es producida en centrales térmicas de carbón, gas y mixtas, plantas nucleares e hidroeléctricas.

La energía es un asunto global y para tomar las decisiones correctas, los tomadores de decisiones deben mirar el panorama mundial y basar sus decisiones en un análisis de ciclo de vida completa y con información energética confiable.

Casi 1.000 millones de personas en todo el mundo viven sin electricidad en la actualidad (Directivos del Consejo Mundial de Energía, 2013).

(Altomonte, Coviello, & F. Lutz, Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y perspectivas, 2013) Consideran que en América Latina es muy común la falta de voluntad política, y esto es una de los principales problemas en los países donde no se preocupan por mejorar la matriz energética, por ello se crea muy pocas políticas en beneficio de la población menos favorecida.

En el área de energía entre los principales problemas que se dan a nivel de país se pueden mencionar:

- La poca importancia que se le da a los recursos energéticos y por lo tanto la falta de ellos.
- Los efectos que puede tener la alta factura de energía en la balanza de pagos.

- La contaminación del medio ambiente.
- Demandas sociales de los precios de la energía o la protección del medio ambiente.
- Paradigmas que se traen arrastrando a lo largo de los años y desconocimiento del tema de energía renovable.
- Acuerdos internacionales.

En América Latina, específicamente en el país de Uruguay se trabajó una política energética 2030, la cual beneficiaría a toda la actividad económica de ese país y consiste en diferenciar la matriz energética con el objetivo de disminuir el porcentaje de uso del petróleo y aumentar el uso de energías renovables (Méndez, 2012). En esta propuesta se calculó que se obtendría el 50% de energía renovable (solar, agro combustibles, biomasa, hidroenergía). Entre algunos beneficios de implementar este tipo de energía se pueden mencionar:

- Disminuir o eliminar la importación de combustibles fósiles
- Mejorar los costos energéticos
- Lograr la independencia energética

Para el año 2017, el consumo de energía eléctrica en Honduras para la zona Centro Sur fue de 6176,347.60 MWh, lo que equivale al 41.5%; para la zona Nor-Occidental el consumo fue de 3049,086.34 MWh, representando el 49.4% y para el Litoral Atlántico fue de 564,856.03 MWh, equivalente al 9.1% (ENEE, 2018)

De los 9,012,229 de habitantes de Honduras (Instituto Nacional de Estadística, 2016), se estima que el 12.4% de la población no tiene acceso a energía eléctrica (World Bank, 2016), lo que representa 1,117,517 de personas sin ese recurso. Sin embargo, con programas focalizados a electrificación se podría llegar a que el 100% de la población tenga acceso, considerando técnicas que hagan más eficiente su uso, distribución y disminución de la

contaminación que produce la dependencia de combustibles fósiles, los cuales aumentan de precio y producen un impacto negativo en el ambiente.

Con programas gubernamentales y participación de la empresa privada, el tema de eficiencia energética debe ser uno de los principales en ser tratados en programas para dar cumplimiento a la demanda desde el punto de vista económico, social y para el funcionamiento de actividades productivas para el país.

Honduras cuenta con suficientes recursos naturales para autoabastecerse de energía, ya sea por el uso de sus recursos hídricos o por el posible uso de su potencial de energía solar, el cual es significativo debido a su ubicación geográfica, entre otras fuentes de energía. En relación a los temas específicos del sector energético, según la (ENEE, 2016), Honduras es un país cuya matriz energética está formada casi exclusivamente por el consumo de combustibles fósiles y el uso de biomasa.

A continuación, se presenta una tabla con la capacidad instalada en Honduras por tipo de energía:

Tabla 1. Honduras- Capacidad instalada por tipo y propiedad en abril 2016

Tipo y propiedad	Potencia instalada	
	MW	
Hidráulicas estatales	432,7	19%
Hidráulicas privadas	248,1	11%
Térmicas estatales	64,6	3%
Térmicas privadas	846,8	37%
Biomasa privadas	164,8	7%
Eólicas privadas	175,0	8%
Fotovoltaicas privadas	388,0	17%
Total estatales	497,3	21%
Total privadas	1.822,7	79%
Total	2.320,0	100%

Fuente: (ENEE, 2016)

Debido a la estructura del mercado eléctrico de Honduras, prácticamente la totalidad de los generadores privados tienen una operación comercial basada en Power Purchase

Agreements (PPA) con la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) como contraparte. La modalidad de los contratos difiere, pero el despacho de las plantas se realiza en función de los costos o variables de producción, y de las condiciones técnicas y de seguridad de suministro. Los contratos con las plantas térmicas privadas se han ido firmando a lo largo de los años, y fueron sistemáticamente renovados para garantizar el abastecimiento de la demanda. Se han notificado 12 plantas fotovoltaicas con contratos que están produciendo energía, por un total de 391,2 MW que representan el 23% de la capacidad instalada. Todos los contratos son de 20 años y finalizan a mediados del año 2035, sin embargo, los contratos comenzaron a vencerse desde el año 2017, lo cual hace necesario que las empresas privadas comiencen a generar su propia energía eléctrica ante los constantes aumentos a los costos de energía.

Honduras es uno de los países más vulnerables del mundo ante el cambio climático, por lo que se comprometió para el año 2030 a: Disminuir un 15% la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en los sectores energético, industrial y productivo. Además de ello, reforestar un millón de hectáreas en zonas degradadas y enfocarse en reducir la deforestación y degradación de bosques (REDD), el consumo de leña en un 39% con el “Programa vida mejor”, así como mejorar la situación energética por medio de la conversión de la matriz energética nacional de un 55% hasta un 80% de energía producida con fuentes renovables (Castro M. O., 2016). Por lo anterior, el país debe elaborar y aplicar políticas consistentes para lograr un desarrollo a largo plazo que asegure bajas emisiones, en especial de aquellas que provienen del sector energético, la industria, el transporte y los desechos. Para el logro de este propósito se debe considerar el aporte y el involucramiento de todos, en especial de la empresa privada, asegurando la actividad productiva y económica, al mitigar el riesgo de no contar con el suministro energético que provee el ente gubernamental.

En cuanto al sector rural se refiere, el Programa Nacional de Electrificación Rural y Social, forma parte de la estrategia del Gobierno de la República para reducir la pobreza, elevar

la calidad de vida de los sectores rurales, e integrarlos al proceso de desarrollo económico y social del país. Sus objetivos específicos apuntan a solucionar las carencias de electricidad y/o a mejorar la calidad del abastecimiento energético de viviendas y centros comunitarios en el medio rural y social, disminuyendo así los incentivos para la migración de familias campesinas a zonas urbanas, fomentando el desarrollo productivo, y mejorando la calidad de vida y las oportunidades de acceso a la educación y la salud de estas familias.

2.5 Ahorro energético

Las ambiciosas metas para la eficiencia energética van más allá de las soluciones de carácter estrictamente técnico abarcando el costo/evaluación de los beneficios, la financiación, la aceptación, la innovación y la evaluación del impacto en el medio ambiente. La rentabilidad de la inversión en tecnologías de eficiencia energética es a menudo cuestionada. Estudios integrales e imparciales sobre soluciones de eficiencia energética que incluyan el costo / evaluaciones de beneficios, podrían ayudar a promover la comprensión de los beneficios potenciales. La eficiencia energética requiere un compromiso a largo plazo y el marco de la financiación debe tener esto en cuenta. Las condiciones del préstamo deben cubrir la vida útil de la solución.

La demanda de energía continuará creciendo en las próximas décadas. Los aumentos de población y un crecimiento de la tasa de electrificación traerán requerimientos enormes de suministros energéticos. La demanda global de energía primaria podría aumentar en un 50% para mediados de siglo. Al menos el 80% de este incremento vendrá de los países en desarrollo. Se espera que la demanda de China por sí sola se duplique para el año 2035, y la de la India aumentará en casi el 150% durante el mismo período. Ambos países con grandes poblaciones y con expectativas de un alto crecimiento económico dominarán el consumo mundial de recursos energéticos en los próximos años.

En la imagen que se muestra a continuación (figura 7) se ejemplifica el ahorro que se podrá tener para el año 2030 para los 35 países (Canadá, Estados Unidos, Reino Unido, Dinamarca, Italia, Japón, Francia, España, Finlandia, entre otros) que forman parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE):

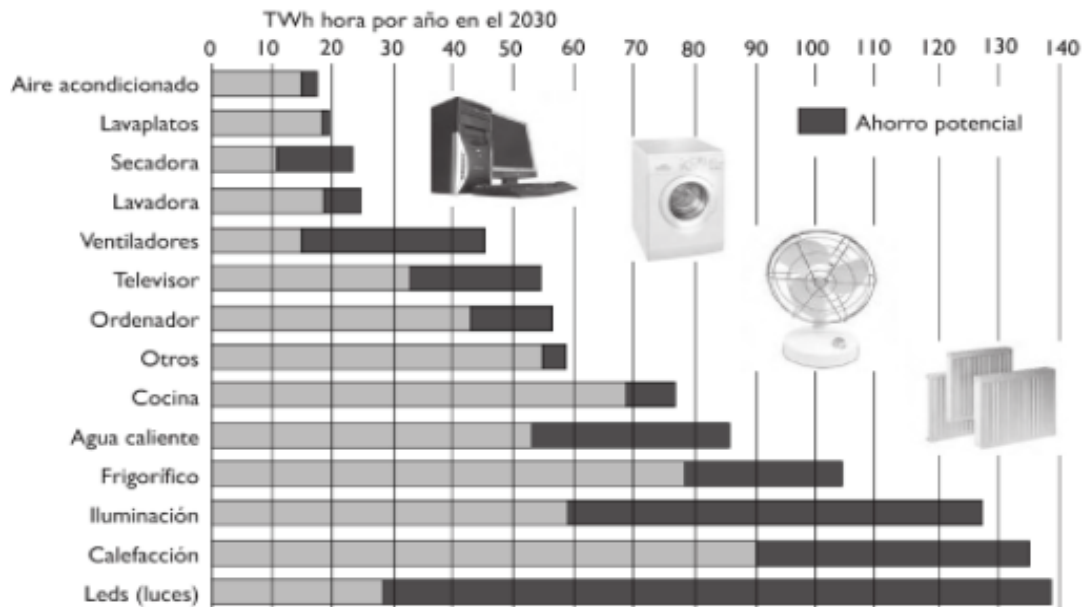


Figura 7. Consumo y ahorro potencial en aparatos del hogar en países de la OCDE en 2030

Fuente: (González, 2009)

Resulta interesante observar el gran ahorro que se puede tener en el costo energético, es por ello que se está apuntando para que en Honduras se utilice mayoritariamente energía renovable, la cual le beneficia al ambiente y a la economía del país.

2.6 Aspectos legales

Para la legalización de sistema fotovoltaico se deben de seguir las siguientes gestiones:

Previo al contrato de operación también es importante la obtención de la licencia ambiental, obligatoria en Honduras para cualquier proyectos energético. Este permiso constata que el proyecto no afecta negativamente sobre el medio ambiente y los ecosistemas, comunidades y poblaciones cercanas, ni sobre el patrimonio arqueológico y cultural y puede

recoger para aquellos impactos negativos viables, medidas de mitigación. Los trámites se realizan a través de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), en la Dirección de Evaluación y Control Ambiental, los requisitos varían dependiendo de la categoría y tamaño del proyecto, así como el costo y el tiempo de trámite.

Estos primeros trámites y permisos son más fáciles para la implantación de proyectos de pequeña y mediana escala, como sistemas fotovoltaicos de autoconsumo y de generación distribuida, por lo que son los proyectos de energía renovable que más rápido se están implementando en Honduras. La Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente ha implementado un proyecto piloto de abastecimiento de energía con fuentes renovables para promocionar sus ventajas y extender su uso en otras entidades públicas del país. El sistema opera con 78 paneles solares los que estarán conectados a la red de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), cuyo valor supera el millón de lempiras (USD 50.000).

Son de aplicación para este proyecto los Decretos y Normativas siguientes:

- Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables, la cual se aprobó en el año 2007, uno de sus principales objetivos es incentivar la inversión y desarrollo de proyectos de energía renovable para disminuir la importación de combustibles derivados del petróleo; haciendo uso responsable de los recursos naturales del país. El cual por su ubicación geográfica es apto para generar diversos tipos de energía limpia, amigable con el ambiente.
- Plan de visión país 2010 – 2018, donde se establece elevar al 80% la tasa de participación de energía renovable en la matriz de generación eléctrica del país como plan de adaptación y mitigación al cambio climático, donde Honduras es uno de los países más afectados.

- En el año 2013, se realizó una reforma a Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables aprobada en 2007, como medida para conservar y mejorar el ambiente. Dicha reforma, aumento el número de proyectos de energía renovable por los altos precios y beneficios ofrecidos a los operadores privados. Para la producción de energía solar se aprobó un adicional de 0.03 centavos de dólar estadounidense por kilovatio para los primeros 300 megavatios que estuvieran listos antes del 31 de julio de 2015.
- Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), tiene como objetivo reglamentar las actividades de generación, transmisión, operación, distribución y comercialización de electricidad en el territorio de la República de Honduras; la importación y exportación de energía eléctrica, en forma complementaria a lo establecido en tratados internacionales sobre la materia, celebrados por el Gobierno de la República. (República de Honduras, 2015)

En el ámbito internacional, Honduras debe cumplir con ciertos tratados entre los que se pueden mencionar:

- Protocolo de Kioto, el cual obliga a los países a disminuir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) contribuyendo a estabilizar la temperatura actual del planeta, el Congreso Nacional de Honduras Ratifico el (PK) mediante Decreto 37-2000 del 16 de junio del 2000. (Congreso Nacional, 2010)
- En 2016, Honduras suscribió en la sede de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el Acuerdo de París donde los países miembros se comprometen a tomar acciones para disminuir el cambio climático específicamente disminuyendo las emisiones de gases del efecto de invernadero; construyendo un mejor futuro para los

habitantes del planeta en general. Bajo esta premisa, Honduras se comprometió a disminuir el 15% de emisiones de gases del efecto de invernadero para el año 2030.

2.6.1 Impacto medio ambiental

Las instalaciones de conexión a red tienen un impacto medioambiental que podemos considerar prácticamente nulo. Si se analizan diferentes factores como: ruido, emisiones de gas, destrucción de flora y fauna, residuos tóxicos y peligrosos vertidos al sistema de saneamiento, se verá que su impacto se restringe a la fabricación pero no al funcionamiento.

A continuación se enlistan algunas causas de impacto ambiental relacionado con el funcionamiento:

- Ruido. La generación de energía de los módulos fotovoltaicos es un proceso totalmente silencioso. En cuanto, al inversor se puede mencionar que trabaja a alta frecuencia no audible por el oído humano.
- Emisiones de gas. El sistema solar fotovoltaico no requiere ninguna combustión para generar energía, por lo que proviene de una fuente limpia como es el sol.
- Destrucción de flora y fauna. Ninguno de los equipos ni de la instalación tiene efecto de destrucción sobre la flora o fauna.
- Residuos tóxicos y peligrosos vertidos al sistema de saneamiento. Para el funcionamiento de los equipos no se necesita derramar nada al sistema de saneamiento, la refrigeración se realiza por convección natural.
- En el proceso de fabricación. En el proceso de fabricación de los paneles solares fotovoltaicos, componentes electrónicos para los inversores, estructuras, cables; es donde las emisiones de gas para la atmósfera y derrames al sistema de saneamiento pueden tener impacto sobre el medio.

Entre los principales residuos se pueden mencionar: disoluciones de metales, aceites, disolventes orgánicos restos de los dopantes y los envases de las materias primas que han contenido estos productos. Los ácidos y los álcalis empleados en los procesos de limpieza pertenecen a residuos que se eliminan a través del sistema integral de saneamiento del país productor; los cuales se rigen bajo leyes de cantidades máximas para el derrame y la forma de ablución de los mismos.

III. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

En esta investigación se utilizó el enfoque mixto, porque vinculó datos cuantitativos y cualitativos. En el primero, se midió el espacio físico y se calculó la cantidad de energía producida por los paneles solares.

En el enfoque cualitativo se procedió a recolectar datos para obtener información de tipo descriptivo.

3.2 Alcance

Para el enfoque cuantitativo, el alcance de la investigación es de carácter descriptivo, dado que se midió y recolectó información de manera independiente sobre las variables de costo y consumo de energía con el objetivo de indicar la relación entre ellas.

El enfoque cualitativo posee un alcance exploratorio, porque se orientó a conocer el problema de la investigación y todas las variables relacionadas ya que no se tienen bases de estudios o proyectos anteriores en este tema.

3.3 Diseño

El enfoque cuantitativo posee un diseño no experimental porque se basó en variables históricas para posteriormente realizar un análisis entre ellas. En este tipo de investigación no hubo condiciones ni estímulos a los que los sujetos de estudio estuvieran expuestos.

El enfoque cualitativo tiene un diseño narrativo, donde se recolectaron datos sobre la experiencia de expertos en el tema de energía, los cuales fueron descritos y analizados para apoyar a profundizar sobre el tema de energía solar en el país.

3.4 Instrumento

Los instrumentos utilizados fueron: la encuesta (enfoque cuantitativo), es decir se hacen una serie de preguntas en línea a varias personas y luego al final se tabulan para obtener tendencias; y también se utilizó la entrevista (enfoque cualitativo), o sea la conversación entre el investigador y el sujeto de estudio para obtener información relevante a través de respuestas verbales, éstas se centraron en interrogantes puntuales relacionados con el problema propuesto. Durante esta interacción se pudo explicar de forma personal el objetivo de la investigación, planteando de forma abierta las inquietudes de la factibilidad de implementar energía renovable en el edificio Los Castaños, las cuales fueron abordados en el momento, asegurando la calidad del instrumento.

Para la implementación del instrumento se aplicaron ciento cuarenta y cuatro (144) encuestas, sobrepasando el 100% de la muestra definida anteriormente, la cual era de 132. Adicional se incluyeron cuatro entrevistas a expertos del área de energía. Los entrevistados fueron:

1. Edwin José Flores Hernández, CFO, Inplasa.
2. Juan José Ramos Santos, Sub Gerente de Implantación y Construcción, Sercom de Honduras.
3. Juan Luis Salazar, Gerente de Optimización, Sercom de Honduras.
4. David Hazael Pérez Osorto, Analista de compras, EEH.

3.5 Población y muestra

La población que se tomó como base para este análisis fueron los 200 empleados que laboran en la oficina de Sercom de Honduras en edificio Castaños en la ciudad de Tegucigalpa.

Por lo anterior, el tipo de muestreo es probabilístico (Muestreo aleatorio simple) porque las encuestas se aplicaron a empleados de diferentes áreas sin tomar en consideración ningún grupo selectivo, es decir fueron realizadas al azar, por ello, todos los empleados tuvieron la misma probabilidad de ser elegidos. El tamaño de la muestra es de 132 empleados de toda la oficina. A continuación en la ecuación 1 se presenta el cálculo de la muestra:

Ecuación 1. Fórmula para el cálculo de la muestra

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N - 1)e^2 + Z^2\sigma^2}$$
$$n = \frac{200 * 0.5^2 * 1.96^2}{(200 - 1)0.05^2 + (1.96^2 * 0.5^2)}$$
$$n = \frac{192.08}{1.4579}$$
$$n = 131.75 \approx \mathbf{132 \text{ encuestas}}$$

Donde:

N=Total de la población

$\sigma=0.5$

Z=1.96 (con un nivel de confianza del 95%)

e= 0.05

Adicional, se aplicaron 4 entrevistas a personal experto en el área de energía para poder ampliar la investigación y hacer un análisis más profundo de la información obtenida.

3.6 Congruencia metodológica

Tabla 2. Congruencia metodológica

Título de la investigación	Objetivo General de la Investigación	Objetivos Específicos de la Investigación	Preguntas de Investigación
<p>Estudio de factibilidad para la implementación de energía solar en Sercom de Honduras, Edificio Castaños.</p>	<p>Analizar la factibilidad de implementar energía renovable por medio de paneles solares para reducir los costos de energía.</p>	<p>O1. Definir la cantidad de paneles solares que se pueden instalar por medio de la medición del espacio físico disponible para determinar la capacidad de energía que se puede producir.</p>	<p>P1. ¿Cuál es la viabilidad física, técnica y económica que posee Sercom de Honduras para implementar energía renovable?</p>
		<p>O2. Comparar el costo actual en energía eléctrica versus el costo estimado de utilizar un sistema fotovoltaico para determinar el ahorro en el valor de la factura anual de energía eléctrica por medio de un muestreo.</p>	<p>P2. ¿Qué otras medidas se deben implementar para obtener ahorro de energía y del gasto que representa para la operación?</p>
		<p>O3. Elaborar un análisis financiero de recuperación de la inversión de la vida útil de los paneles solares.</p>	<p>P3. ¿Se podría garantizar que se eliminan las interrupciones de energía eléctrica al implementar la generación de su propia energía?</p>

Fuente: propia

3.7 Congruencia de variables

Tabla 3. Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Ítem
Costos de energía eléctrica	Representa el gasto económico de la prestación del servicio de energía eléctrica.	Ofrece claridad en el proceso de toma de decisiones al garantizar la calidad de las decisiones futuras.	Costos	Costo KW Gasto mensual	Entrevista: 1-5 Encuesta: 4-7,22,23
Capacidad energética	La cantidad de energía que se puede producir en un período determinado.	Determina la capacidad de energía que se puede producir en cierto espacio físico.	Kilovatios	Capacidad en KW Cantidad de paneles solares	Entrevista: 6-12 Encuesta: 8,9,12,19,24
Ahorro	Diferencia entre ingreso y consumo, cuando la institución consume menos de lo que ingresa.	Gestionar acciones que hagan más eficiente el consumo de energía sin el deterioro de la calidad del servicio obtenido.	Moneda Lempira	Factura mensual de energía eléctrica	Entrevista: 13-15 Encuesta: 10,11,17,18,20,21
Recuperación de la inversión	Medir el plazo de tiempo que se requiere para que una inversión recupere su costo o inversión inicial.	Precisar el período de recuperación de la inversión para mitigar el riesgo para la empresa.	años	Vida útil de paneles solares	Entrevista: 16-20 Encuesta: 13-16, 25

Fuente: propia

IV. ANÁLISIS DE DATOS

En este capítulo se expresan los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento, donde se realizó un análisis cuantitativo del 109% de la muestra definida.

4.1 Análisis del instrumento utilizado

4.1.1 Encuestas

Las preguntas de las encuestas se detallan en el Anexo 1. A continuación se muestran los resultados de las encuestas:

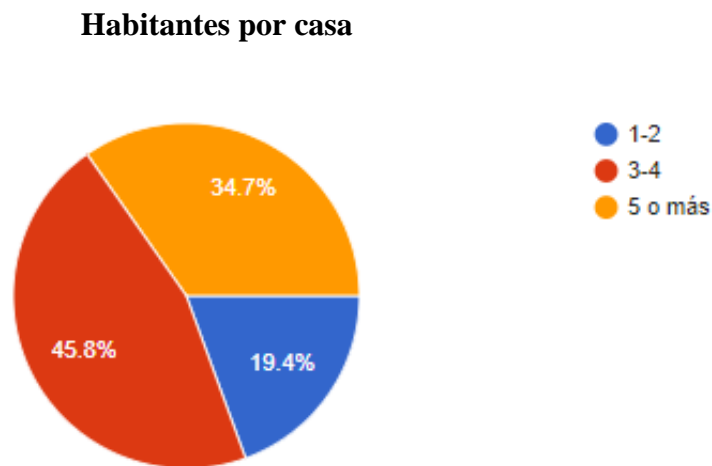


Figura 8. Cantidad de habitantes por casa

Fuente: propia

De los empleados encuestados el 45.8% viven de 3-4 personas en sus casas y el 34.7% viven de 5 o más personas.

Costo de energía por cada casa

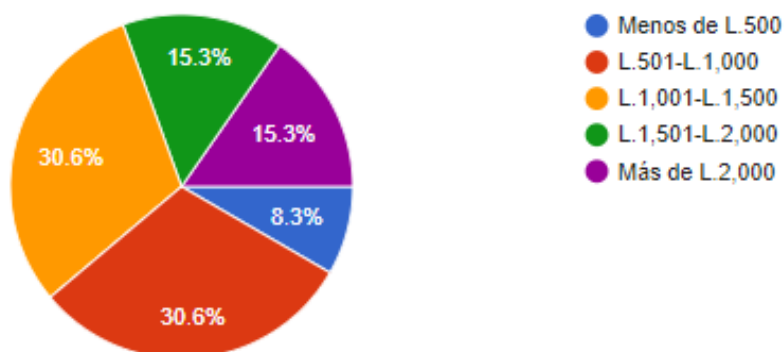


Figura 9. Costo de energía por casa

Fuente: propia

El costo de energía eléctrica es un tema sensible en Honduras y se pudo observar que el 61.2% paga de L.500-L1,500 y el 30.6% paga de L1,501 en adelante, donde es evidente la molestia de la mayoría de la población por los altos costos de energía.

Personas que consideran que la energía eléctrica es costosa

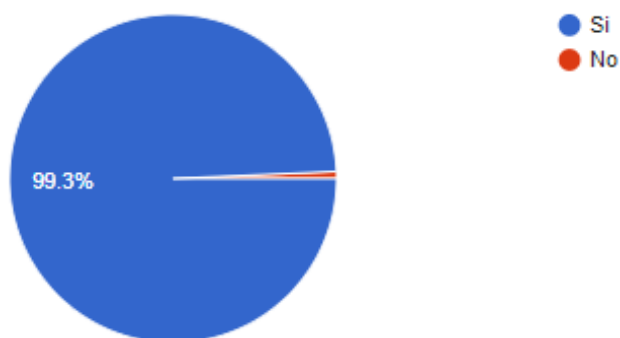


Figura 10. Cantidad de personas que consideran que la energía eléctrica es costosa

Fuente: propia

Casi por decisión unánime, el 99.3% de los encuestados concuerdan que la energía eléctrica en Honduras es costosa. Cabe resaltar que el porcentaje que dijo que no pertenece solamente a 1 persona.

Personas conformes con el servicio brindado por ENEE

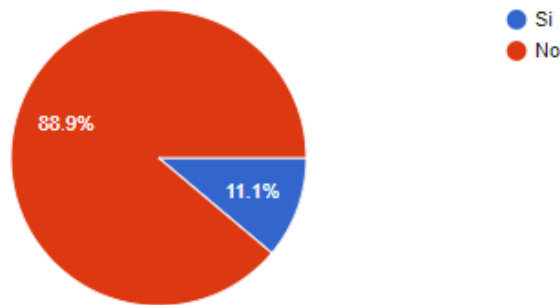


Figura 11. Cantidad de personas conformes con servicio brindado por ENEE

Fuente: propia

El 88.9% de los encuestados no está conforme con el servicio brindado por la ENEE, lo cual es evidente que coincide con los altos costos de la misma.

Impases del sistema de energía eléctrica actual

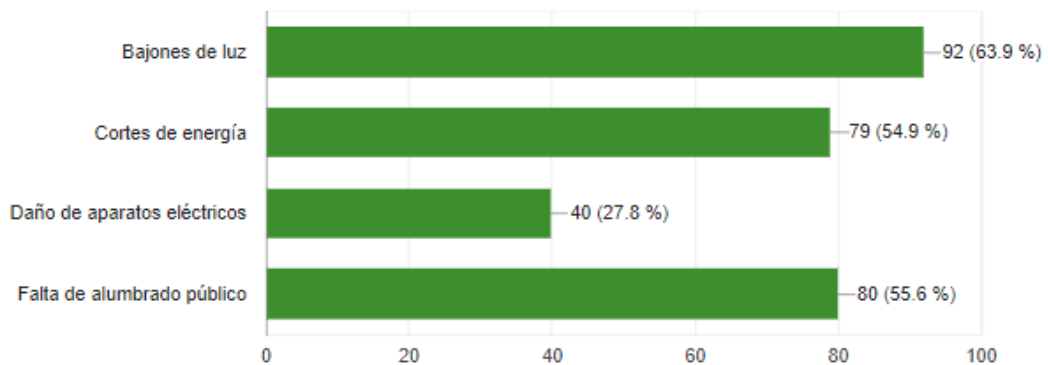


Figura 12. Impases del sistema de energía eléctrica actual

Fuente: propia

Los principales impases que se experimentan con el sistema actual de energía eléctrica son los constantes bajones de luz, donde el 63.9% de los encuestados concordaron con esto, seguido por la falta de alumbrado público donde se obtuvo un 55.6% y los cortes de energía con un 54.9%

Métodos de ahorro de energía

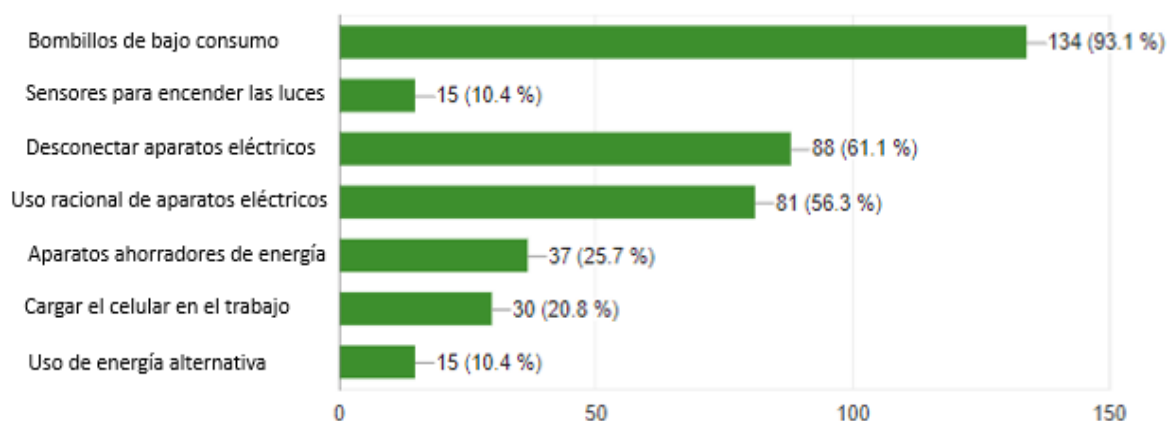


Figura 13. Métodos de ahorro de energía

Fuente: propia

Actualmente utilizamos muchos métodos para tratar de disminuir el gasto de energía eléctrica, lo que se puede reflejar en los resultados donde, el 93.1% de los encuestados utilizan bombillos de bajo consumo, también el 61.1% recurren a desconectar aparatos eléctricos y además, el 56.3% usan racionalmente los aparatos eléctricos. Estos 3 métodos mencionados son los que la mayoría de los encuestados utilizan para ahorrar energía.

Tipos de energía renovable con mayor impacto en la sociedad

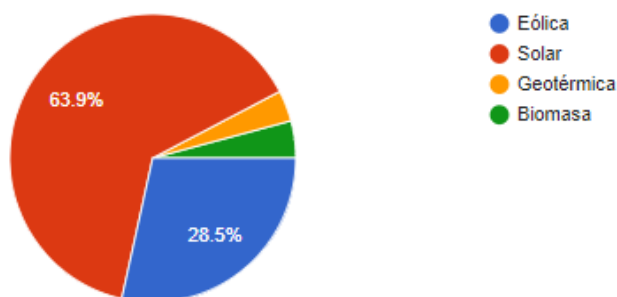


Figura 14. Tipos de energía renovable con mayor impacto en la sociedad

Fuente: propia

Se obtuvo que el 63.9% de personas consideran que la energía solar tiene mayor impacto en la sociedad, seguida por la energía eólica con un 28.5%. En Honduras se observa que son los 2 principales tipos de energía renovable que se producen.

Ventajas de instalar paneles solares

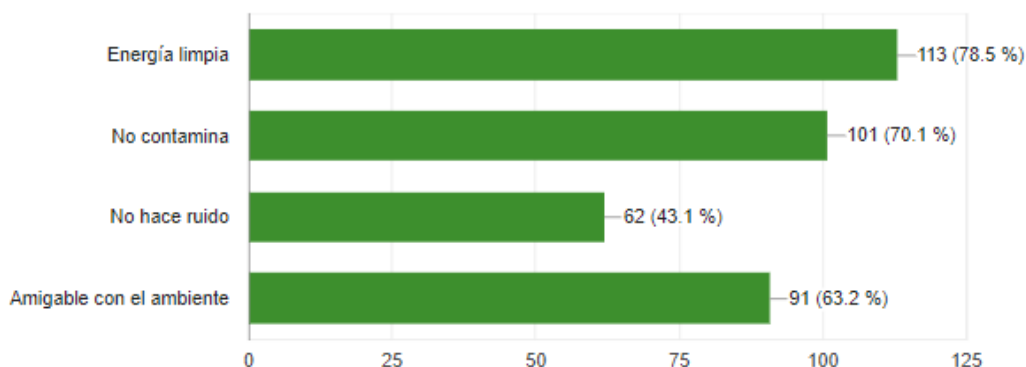


Figura 15. Ventajas de instalar paneles solares

Fuente: propia

Para mencionar algunas de las ventajas de los paneles solares, los encuestados opinaron en un 78.5% que es energía limpia, el 70.1% indican que no contamina y el 63.2% que es amigable con el ambiente.

Lugar adecuado para instalar paneles solares

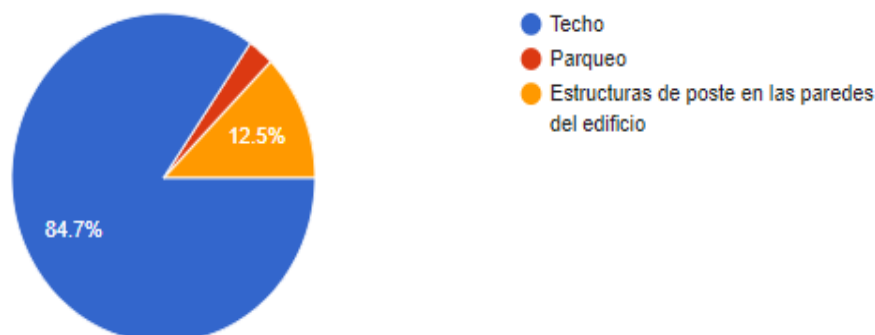


Figura 16. Espacio adecuado en edificio para instalar paneles solares

Fuente: propia

De acuerdo a la cantidad de sol que se recibe en estas zonas, el 84.7% opinó que el mejor espacio físico para instalar los paneles solares en el techo del Edificio Castaños y un porcentaje que llama la atención porque no es algo convencional, es el 12.5% que indicó que en estructuras de poste en las paredes del edificio, por lo que se identifica que la instalación de paneles solares le daría una imagen con una visión futurista.

Personas que consideran que los paneles solares otorgan mejor imagen empresarial

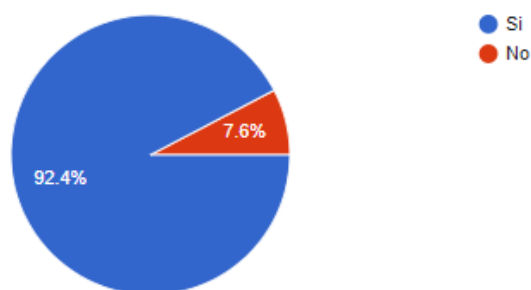


Figura 17. Cantidad de personas que opinan que los paneles solares brindan mejor imagen a la empresa

Fuente: propia

Definitivamente se obtuvo una opinión favorable del 92.4% de los encuestados, indicando que los paneles solares otorgan una mejor imagen a la empresa, en el sentido de responsabilidad social con el medio ambiente y con las personas y también con una visión futurista de la misma.

Beneficios de implementar paneles solares en el edificio

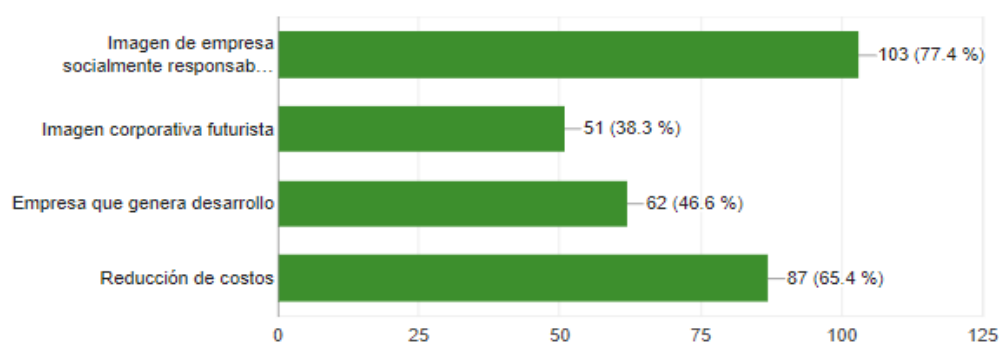


Figura 18. Beneficios para la empresa al instalar paneles solares

Fuente: propia

Las personas encuestadas mencionaron como principales beneficios a la imagen de la empresa socialmente responsable en un 77.4%, seguido de una reducción de costos con un 65.4%. Estos resultados son curiosos porque demuestran que las personas ahora no solo se

basan en temas de costos, sino que le han tomado importancia al tema de responsabilidad social con el medio ambiente.

4.1.2 Cruce de variables resultantes de la encuesta

Número de personas que habitan una casa vs. costo de energía

El costo de energía es directamente proporcional con el número de personas que habitan en una casa, el gasto promedio de energía eléctrica es de L.500 por persona, lo que representa aproximadamente L.17 diarios por persona.

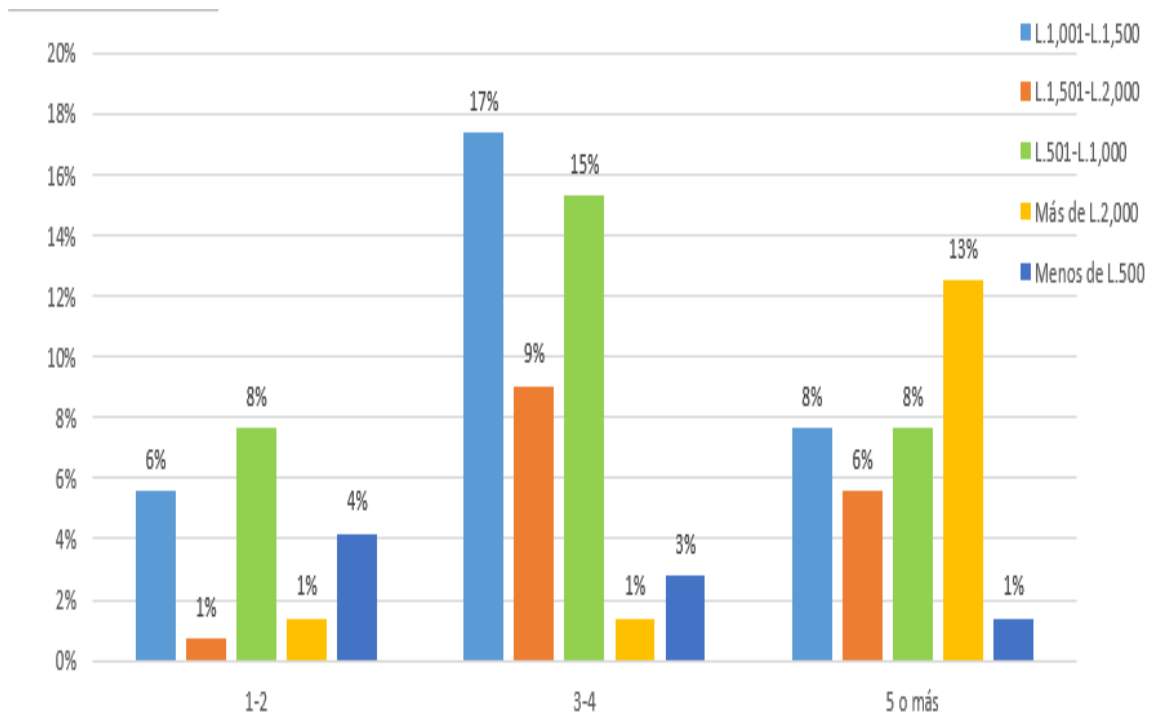


Figura 19. Porcentaje de personas que habitan en una casa vs. Costo de energía

Fuente: propia

Al analizar el costo de energía eléctrica en una casa comparado con la cantidad de personas que la habitan, se obtuvo que si viven de 1 a 2 personas, la principal tendencia, es que el 8% paga de L501 a L1,000. Si la casa es habitada de 3 a 4 personas, el 17% pagan de L.1,001

a L.1500 y si la casa es habitada por 5 o más personas, en el 13% de los casos pagan de L2,000 en adelante.

Personas inconformes con el servicio de energía

Constantemente se observa la molestia de los abonados respecto a los temas de incremento en los costos y mal servicio brindado por la **ENEE**, por ello es importante que se invierta en proyectos para generar energía renovable porque se va a suplir la misma necesidad pero se va a obtener mayor satisfacción del cliente.

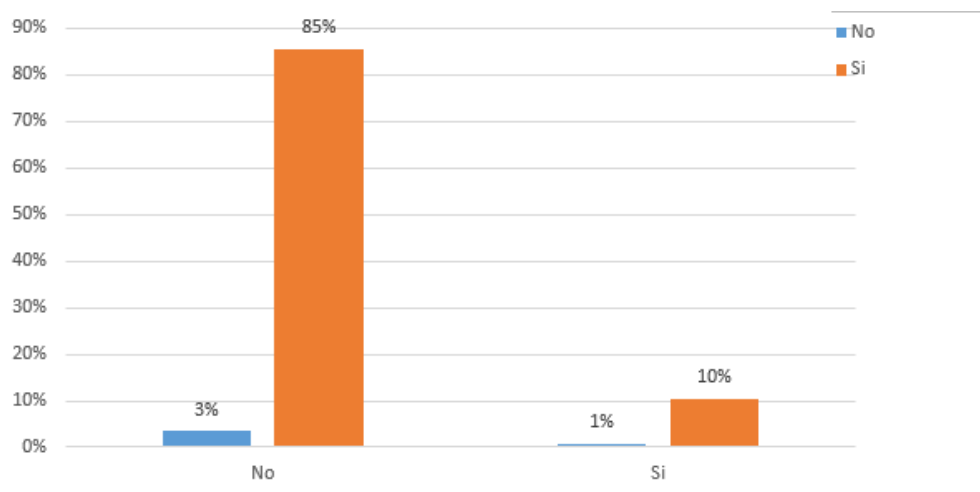


Figura 20. Porcentaje de personas que no están conformes con servicio brindado por ENEE vs. Porcentaje de personas que implementarían paneles solares en sus hogares

Fuente: propia

Del 89% las personas que no están conformes con el servicio brindado por la **ENEE**, el 85% dijeron que estarían dispuestos a implementar paneles solares en sus hogares. El 11% que si está conforme con el servicio actual, no están renuentes a un cambio, ya que el 10% si instalarían paneles solares en sus hogares, por lo que se asume que el nivel de aceptación tiene oportunidades de mejora.

Impacto en la sociedad por tipo de energía renovable

Honduras cuenta con altos niveles de radiación solar por su ubicación geográfica, lo cual es percibido por la población en general de todo el territorio nacional, por lo anterior, el sol es considerado la principal fuente de energía renovable. Siendo el país más montañoso de Centro América, también se puede aprovechar la energía eólica generada por los vientos.

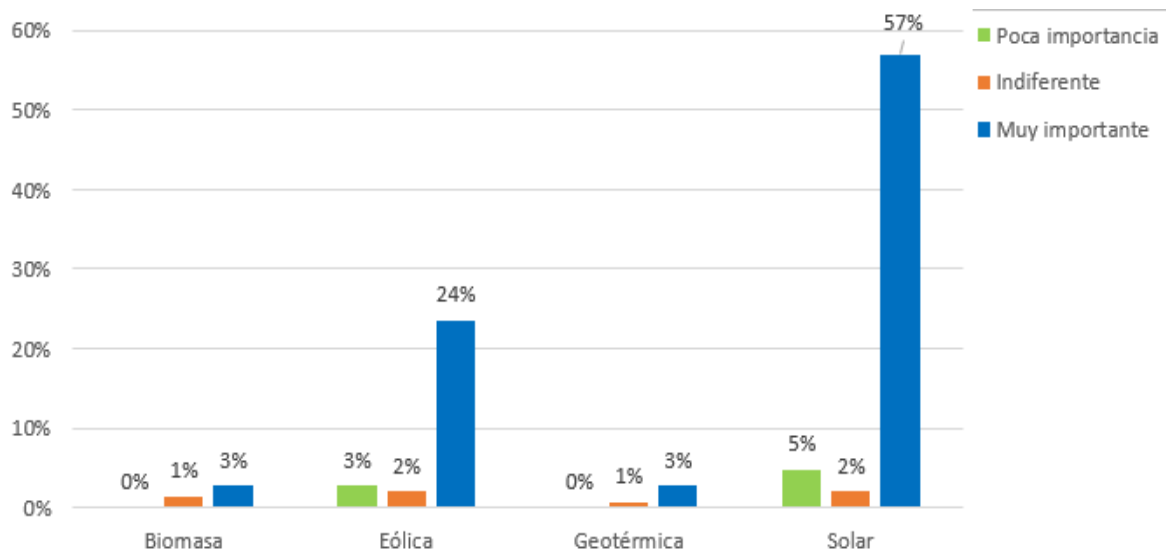


Figura 21. Porcentaje de impacto en la sociedad por tipo de energía renovable

Fuente: propia

Las personas encuestadas consideran que las energías renovables que tienen mayor impacto en la sociedad son la energía solar en un 64%, seguida por la energía eólica con un 29%. Además de ello, del total de personas encuestadas, el 57% consideran que para la sociedad es más importante la generación de energía solar, seguida por la energía eólica con un 24%.

4.1.3 Entrevista

Se realizaron 4 entrevistas a expertos en el área de energía. A continuación se presenta un análisis de los resultados obtenidos:

En Honduras existen varias empresas que se dedican a comercializar energía renovable, por ahora la producción de energía solar fotovoltaica es mínima, ya que las energías renovables representan un porcentaje menor en la matriz energética de la región Centroamericana, debido a que la mayoría de energía producida es en base a carburantes, mejor conocida como energía térmica y por ende la energía solar no se distribuye fuera del país. Para la ciudad de Tegucigalpa, el uso de energía solar no es significativo, dado que los parques solares alimentan el sistema interconectado nacional y la **Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE)** lo distribuye según su necesidad. Para que se refleje un cambio sustancial en la ciudad se deberían instalar varios paneles solares a nivel de edificaciones y sector residencial para que sea un impacto directo a la disminución del consumo de energía térmica.

Por lo mencionado anteriormente, Sercom de Honduras está migrando sus 1,250 sitios de energía proveniente de la **ENEE** a energía solar fotovoltaica, en la actualidad 25 sitios están funcionando bajo energía solar, 10 están en proceso de migración y los 1,215 restantes se migrarán en etapas. Para el Edificio Castaños de la ciudad de Tegucigalpa el tiempo de consumo de energía producida por los paneles solares variará de las condiciones existentes, especialmente climatológicas y en caso de ser favorables se estima que sería de 8 a 10 horas diarias.

El costo de la energía renovable puede oscilar entre USD 0.12 a \$0.20 /kW dependiendo del clima, radiación, ubicación, eficiencia, entre otros factores, sin embargo reciben un incentivo de \$0.03/kW de parte del Estado, cabe resaltar que este incentivo aplica si la energía producida es para venderla al Estado, pero en el caso que sea para consumo residencial o de la empresa privada, no aplica dicho incentivo.

La energía solar producida va a depender de la capacidad instalada de paneles solares, la radiación y el consumo. Para ello es importante tomar en cuenta la estructura del edificio y evaluar si es necesario un reforzamiento para soportar los paneles solares, adaptabilidad de instalaciones físicas, tal como cableado, configuración del contador vía bidireccional, entre otros. Generalmente la mejor ubicación para instalar un sistema solar fotovoltaico son los techos de los edificios porque es un área que no se utiliza y recibe mayor cantidad de radiación solar.

La vida útil de un sistema fotovoltaico dependerá del tipo de los paneles solares utilizados, la cantidad de energía que se descarga o se consume, además del mantenimiento y calidad del producto. En general, se estima que la vida útil de los paneles solares es de 30 años, sin embargo este dato se estima dando un mantenimiento periódico a los paneles. El costo total de instalar el sistema fotovoltaico en el Edificio Castaños dependerá de las necesidades energéticas que se deban suplir en el edificio.

La instalación del sistema fotovoltaico deberá ser realizada por proveedores certificados que cuente con personal capacitado como Ingenieros Eléctricos colegiados en el Colegio de Ingenieros Mecánicos, Electricistas y Químicos de Honduras (CIMEQH) y cumpliendo con las normativas nacionales, especialmente para tomar las precauciones necesarias en el caso que se presenten tormentas eléctricas.

Se puede mencionar que un beneficio adicional de implementar paneles solares es que se puede almacenar en los días no laborables para generar un ahorro adicional en el costo del consumo; además de no emitir gases contaminantes que no afectan la salud de los empleados ni de la población en general.

En síntesis, un sistema fotovoltaico puede ser instalado en edificaciones que cuenten con espacios amplios donde se perciba radiación solar para la generación de energía renovable como un aspecto positivo que traerá consigo un valor agregado a la imagen de una empresa socialmente responsable. Sin embargo, la tecnología de energía renovable fotovoltaica presenta costos elevados que a menudo causan la no factibilidad del proyecto, de igual forma, se puede considerar la implementación de paneles solares en el aporte de energía eléctrica para las instalaciones.

A continuación se presenta el resultado de las entrevistas. Para consultar las preguntas Ver anexo 2:

Tabla 4. Entrevista 1 y 2

Entrevista		Entrevista 1	Entrevista 2
<p>Buen día. Nosotras somos estudiantes de postgrado de UNITEC y estamos trabajando en nuestro Proyecto de Graduación. Por ello venimos a solicitarle de su apoyo contestándonos algunas preguntas, ya que usted es uno de los expertos en la materia. Cuál es su nombre completo? Cuál es el nombre del puesto dentro de la empresa?</p>		<p>Buen día. Nosotras somos estudiantes de postgrado de UNITEC y estamos trabajando en nuestro Proyecto de Graduación. Por ello venimos a solicitarle de su apoyo contestándonos algunas preguntas, ya que usted es uno de los expertos en la materia. EDWIN JOSE FLORES HERNANDEZ CFO, Inplasa</p>	<p>Buen día. Nosotras somos estudiantes de postgrado de UNITEC y estamos trabajando en nuestro Proyecto de Graduación. Por ello venimos a solicitarle de su apoyo contestándonos algunas preguntas, ya que usted es uno de los expertos en la materia. Juan Jose Ramos Santos Sub Gerente de implantación y construcción, Sercom</p>
1	¿Tiene conocimiento si existen empresas dedicadas a comercializar energía renovable?	Si varias, sea por la vía PPA o autoconsumo de diferentes megas	Si, en Honduras hay varias empresas que se dedican a comercializar energía renovable, entre ellas Solar Fotovoltaica, eólica, y Biomása. La Energía producida por Hidroeléctricas también esta catalogada como una fuente renovable.
2	¿Qué porcentaje de energía renovable producida en el país es exportada?	Según tengo conocimiento, no se exporta, más bien en la educación de producción, la renovable es de 30 a 35%, siendo en su mayoría la térmica (carburantes)	Ese dato lo desconozco.
3	¿Cuál es el costo de KW producido con energía eléctrica y energía solar fotovoltaica?	El costo de producir es variable, depende si es hídrica, carburante, biomása, etc. pero oscila entre US\$0.5 a \$0.10 / KW, en el caso del solar el costo puede ser de US\$0.20 a \$0.5 dependiendo del clima, ubicación, eficiencia, etc.	Hasta donde tengo conocimiento, el costo de la energía producida por combustibles fósiles es el mismo que la energía solar fotovoltaica. (\$ 0.15 + Incentivo \$ 0.03) por KW. Gaceta 33191.
4	¿Qué representa la energía solar para el medio ambiente de la ciudad de Tegucigalpa?	Hay poco uso comercial, pero es más industrializada en la zona sur.	Para la ciudad de Tegucigalpa no tiene una representación significativa, sin embargo para municipios como San Lorenzo (Fotovoltaica), Ojojona (eólica) si lo tienen ya que generan empleo a dichos municipios. así como alquiler de tierras ya sea a personas o municipalidades en caso de que las empresas no compren los terrenos donde se instalan equipos de generación de energía renovable.

Fuente: Propia

Continuación Tabla 4. Entrevista 1 y 2

Entrevista		Entrevista 1	Entrevista 2
5	¿Cómo se compara la energía solar con otras fuentes convencionales utilizadas actualmente en Sercom de Honduras?		En la actualidad el 98% de los sitios están conectados al suministro de energía eléctrica por parte de la ENEE. Aproximadamente solo 25 sitios cuentan con energía solar fotovoltaica.
6	¿Dónde se almacena la energía producida por los paneles solares?	En nuestro proyecto no almacenamos porque no es rentable en el tiempo el costo beneficio de las pilas de almacenamiento, al menos para proyectos arriba de 1 MB.	La energía producida por los paneles solares se almacena en bancos de batería que están instalados en los sitios.
7	¿Cómo se calcula la cantidad de energía producida por los paneles solares?	Hay unos coeficientes muy complejos, pero los paneles lo que capturan no es la luz, sino fotones y eso depende del año solar, ubicación del proyecto en la parte Geo Espacial	Los paneles solares traen especificaciones técnicas, hay paneles solares que pueden producir 100 W, hasta otros que pueden producir 300 W. La cantidad de energía se debe calcular en base a la carga de equipos que se tendrán instalados, así como los respectivos bancos de batería.
8	¿Cuál sería la modularidad fotovoltaica que se pueda implementar en el edificio Castaños?	Serían paneles sobre techo, no obstante debe tomarse en cuenta que se debe reforzar el techo y hacer instalaciones internas para alimentar la energía, además de un permiso ambiental y un registro con la ENEE,	Los módulos a instalar dependerán del área, la demanda de consumo y la calidad de los paneles.
9	¿Existen limitaciones para la instalación de un sistema de energía solar en el área donde se encuentra ubicado el edificio?	No trabajo en Castaños, pero en el punto anterior se explica un poco	Alguna de las limitaciones para instalar paneles solares en el edificio de Sercom de Honduras sería evaluar el edificio estructuralmente, para que el mismo reúna las condiciones de instalar los paneles solares.
10	¿Cuál sería el mejor espacio físico donde se puedan instalar los módulos fotovoltaicos?	Espacios abiertos sin sombras, sobre una base firme que permita aguantar peso y jalado de los paneles por el viento	El mejor espacio físico para instalar los módulos solares sería en el techo. Ya que es un área muerta la cual no se aprovecha actualmente, y es ideal por el área para instalar equipos.

Fuente: Propia

Continuación Tabla 4. Entrevista 1 y 2

Entrevista		Entrevista 1	Entrevista 2
11	Además del costo, ¿Qué otras ventajas existen al utilizar un sistema solar fotovoltaico?	Se evita el costo del factor potencia que pasa en la factura de la EEH, se puede almacenar energía los días que no se labora	La ventaja que se tendrá es el ahorro energético. Se estima que será alrededor de un 30% de lo que actualmente se paga a la empresa Estatal. Sin embargo se deberán realizar los estudios pertinentes.
12	¿Cuánto es el tiempo máximo que la oficina podría laborar solamente con energía producida por paneles solares?	imposible contestar, es altamente variable	El tiempo máximo estimado que la oficina podría laborar con energía solar de paneles solares sería alrededor de 8 - 10 horas diarias. Esto implica que se tengan buenas condiciones ambientales (atmosféricas).
13	¿Sería posible recibir incentivos del gobierno para apoyar la energía fotovoltaica en la empresa privada como parte de un plan de cambio de la matriz de energía del país?	Si, entiendo que la nueva ley de Energía, que está pendiente de aprobar, ya considera que la EEH haga notas de crédito por los excedentes de energía que pasan al sistema, pero en la realidad el Estado de Honduras gana dinero cobrando energía	No creo que sea posible recibir incentivos de parte de gobierno de Honduras. Los incentivos que se pueden tener es no pagar impuestos, ni retención de impuestos por la mano de obra.
14	¿Quién sería el responsable de la ingeniería y el montaje del sistema fotovoltaico?	Debería ser un Ing. Eléctrico o mecánico con respaldo de una empresa proveedor certificado	Como CLARO no se tiene la experiencia en este tipo de tecnologías, se tendría que realizar una contratación para la instalación y la operación del sistema FV.
15	¿Qué se puede hacer para evitar afectaciones en el sistema fotovoltaico causado por tormentas?	Pararayos es un requisito requerido por la EEH y ENEE	

Fuente: Propia

Continuación Tabla 4. Entrevista 1 y 2

Entrevista		Entrevista 1	Entrevista 2
16	¿Cuál es la vida útil de los paneles solares?	25 años, pero funcionalmente 20 años según la tecnología, mantenimiento, etc.	La vida útil de los paneles solares anda alrededor de 20 años, sin embargo la vida útil de los bancos de batería puede andar entre 3 - 5 años, dependiendo a descarga que se tenga en los mismos.
17	¿Los paneles solares requieren de mantenimiento periódico y cómo debe ser?	Si, se deben limpiar o lavar 1 vez al mes y en periodo seco y lluvioso 1 vez cada 2 meses.	Si, todo sistema requiere mantenimiento periodico, inspecciones de rutina, módulos de monitoreo entre otros con la finalidad de reducir el mantenimiento correctivo el cual es más caro en caso de que hayan problemás con los equipos.
18	Aproximadamente, ¿Cuánto sería el costo de un sistema fotovoltaico instalado en el edificio Castaños?	El valor es más o menos US\$150 A \$250 POR KW, dependiendo de la necesidad de reforzar obra civil, cables, baterías de almacenamiento.	El costo dependerá de la capacidad a instalar
19	¿Quiénes serían los principales proveedores de módulos solares en el país?	Desconozco este dato	Actualmente se tienen varios proveedores, entre ellos SOLARIS que tiene experiencia en Honduras por más de 20 años. Sin embargo existen otros proveedores. Para seleccionar el proveedor se deberá de realizar un RFP, con la finalidad de tener la mejor propuesta técnica y económica.
20	¿Considera que en un país como Honduras, es accesible para las empresas privadas la implementación de energía renovable fotovoltaica?	Si, pero es más rentable en solares valdíos y sin uso de baterías de almacenamiento hasta que esa tecnología esté más barata y eficiente	Si. Hay muchas empresas que están instalando este tipo de soluciones para autoconsumo.

Fuente: propia

Tabla 5. Entrevista 3 y 4

Entrevista	Entrevista 3	Entrevista 4
<p>Buen día. Nosotras somos estudiantes de postgrado de UNITEC y estamos trabajando en nuestro Proyecto de Graduación. Por ello venimos a solicitarle de su apoyo contestándonos algunas preguntas, ya que usted es uno de los expertos en la materia. Cuál es su nombre completo? Cuál es el nombre del puesto dentro de la empresa?</p>	<p>Buen día. Nosotras somos estudiantes de postgrado de UNITEC y estamos trabajando en nuestro Proyecto de Graduación. Por ello venimos a solicitarle de su apoyo contestándonos algunas preguntas, ya que usted es uno de los expertos en la materia. Juan Luis Salazar Gerente de Optimización, Sercom.</p>	<p>Buen día. Nosotras somos estudiantes de postgrado de UNITEC y estamos trabajando en nuestro Proyecto de Graduación. Por ello venimos a solicitarle de su apoyo contestándonos algunas preguntas, ya que usted es uno de los expertos en la materia. David Hazael Perez Osorto Analista de Compras, EEH</p>
<p>1 ¿Tiene conocimiento si existen empresas dedicadas a comercializar energía renovable?</p>	<p>Si existen, las más populares son las que existen en el sur del país, la energía eólica, la energía fotovoltaica o paneles solares</p>	<p>Si</p>
<p>2 ¿Qué porcentaje de energía renovable producida en el país es exportada?</p>	<p>Es una respuesta un poco complicada, porque si bien es cierto hay un sistema de energía interconectado en Centro América, la comercialización de la misma entre países está muy incipiente, no hay un ente que lo regule, solamente Guatemala está comenzando con la exportación pero desconozco el dato</p>	<p>Hasta donde tengo entendido, no se exporta energía renovable ya que la demanda interna supera la oferta</p>
<p>3 ¿Cuál es el costo de KW producido con energía eléctrica y energía solar fotovoltaica?</p>	<p>La energía que se produce en plantas de energía renovable es la más cara que se le vende al estado, no tiene sentido pero así fueron los acuerdos que hizo Mel Zelaya y eso lo hicieron para incentivar el crecimiento de estas nuevas tecnologías, pero es la más cara, por eso la ENEE intenta utilizarlas al mínimo, les sale más barato estar pagando térmicas, pero no es porque sea el costo de utilización o el costo real de la empresa, sino por malas negociaciones hechas por el gobierno</p>	<p>No sé</p>

Fuente: propia

Continuación Tabla 5. Entrevista 3 y 4

Entrevista	Entrevista 3	Entrevista 4
4 ¿Qué representa la energía solar para el medio ambiente de la ciudad de Tegucigalpa?	Al hablar de energía renovable o energía solar específicamente para Tegucigalpa no es tan sencillo, porque la energía que se produce por las plantas fotovoltaicas en el sur del país no alimentan una zona específica del territorio, sino que todo eso está interconectado con el sistema nacional que es de la ENEE en el que se transmite la energía y es la ENEE junto con la EEH quien distribuye la energía, entonces no es que si ponen un parque en Tegucigalpa, va a alimentar a Tegucigalpa, no, alimenta todo el sistema interconectado. Lo que si podría funcionar son paneles solares de uso interno residencial pero por unidad sería un impacto mínimo pero si todas las casas tuvieran un panelito solar, eventualmente se vería un cambio en la disminución de la utilización de energía eléctrica de la ENEE	Una fuente gratis de energía renovable, sin emisión de contaminantes.
5 ¿Cómo se compara la energía solar con otras fuentes convencionales utilizadas actualmente en Sercom de Honduras?	Se vende más cara al estado y lo que puedo decir de la energía fotovoltaica es que para recuperar la inversión tienen que pasar muchos años porque la inversión inicial es bien alta, pero eso es a nivel residencial porque quien tiene el negocio y le vende la energía al Estado recupera la inversión rápido porque es la más cara que se le vende	No sé que otras fuentes renovables utiliza Sercom, por tal motivo, sería muy subjetivo realizar una comparación
6 ¿Dónde se almacena la energía producida por los paneles solares?	Existen maneras de almacenar energía pero es muy arcaico, no hay tecnología en el que se pueda decir voy a almacenar como un tanque de agua, es muy difícil, hay algunas maneras como por ejemplo hay unas placas de ciertos materiales eléctricos que se calientan y almacenan energía térmica, pero almacenar energía eléctrica no es posible, o sea está la energía de las baterías que son los capacitores que se cargan y se descargan, de cierta manera almacenan energía pero esa tecnología no se puede utilizar a gran escala como decir que toda la energía que produzca una planta fotovoltaica la vamos a almacenar para utilizarla cuando queramos, así no funciona	baterías especiales diseñadas para soportar una "X" cantidad de voltios. Éstas deben de ser adaptadas dependiendo del consumo proyectado y energía recolectada

Fuente: propia

Continuación Tabla 5. Entrevista 3 y 4

Entrevista	Entrevista 3	Entrevista 4
7 ¿Cómo se calcula la cantidad de energía producida por los paneles solares?	Esa es una ecuación bien sencilla, pero no la recuerdo, tiene que ver con el área del panel solar, el tipo de panel solar porque hay de 2 materiales, hay uno más eficiente que el otro y obviamente la cantidad de radiación solar que no es lo mismo temperatura a radiación solar, no precisamente un lugar caliente tiene buena radiación solar, como por ejemplo el caso de Honduras, la costa norte es un lugar caliente como la costa sur, pero la costa norte no tiene la radiación solar que hay en la costa sur, es por eso que las plantas fotovoltaicas del país están en el sur	
8 ¿Cuál sería la modularidad fotovoltaica que se pueda implementar en el edificio Castaños?	Si es una instalación fotovoltaica para un edificio, generalmente las utilizan en la terraza o instaladas de cierta manera como techos de parqueo para carros, entonces esa es una limitante	No entiendo dicha pregunta...
9 ¿Existen limitaciones para la instalación de un sistema de energía solar en el área donde se encuentra ubicado el edificio?	Una de las mayores limitantes de la energía solar fotovoltaica es que necesitan área, un espacio donde se puedan colocar los paneles solares	Dependerá de cómo está ubicado el edificio y dónde se deseen instalar los paneles
10 ¿Cuál sería el mejor espacio físico donde se puedan instalar los módulos fotovoltaicos?		Normalmente se instalan en el techo de las casas o edificios donde el panel pueda recibir la mayor cantidad de luz. Sin embargo, la empresa que vende dicho insumo, realiza una inspección para determinar el área con mayor viabilidad para la instalación del panel
11 Además del costo, ¿Qué otras ventajas existen al utilizar un sistema solar fotovoltaico?	Como ya expliqué varias veces, depende si va a ser para uso privado o va a ser para generar energía para venderla al Estado. Si la idea es para implementarla en un edificio, probablemente el costo va a ser muy muy alto y el tiempo de recuperación va a ser aproximadamente unos 20 a 30 años para que vayan a empezar a recuperar la inversión y a ahorrar en energía y por ende a ahorrar dinero. Las ventajas son que utiliza energía casi inagotable que es la solar y que bajaría el consumo de energía que provee la EEH	No se emiten gases contaminantes, si administras bien la energía puedes contar con dicho recurso 24/7 etc

Fuente: Propia

Continuación Tabla 5. Entrevista 3 y 4

Entrevista		Entrevista 3	Entrevista 4
12	¿Cuánto es el tiempo máximo que la oficina podría laborar solamente con energía producida por paneles solares?	Bueno depende, para empezar para instalar un sistema tienen que saber qué necesidad quieren suplir, para saber la proporción del sistema a instalarse, el área de paneles solares y la cantidad de arreglos de batería que se va a necesitar. Los paneles solares cargan baterías y las baterías alimentan la carga, entonces va a depender de qué tan grande es la oficina y qué tanto consumo tienen, qué tantas bombillas, qué tantas computadoras, impresoras, electrodomésticos, si tienen estufa, si tienen cocina, la carga depende de la proporción del sistema y con ello sabrán qué tan grande debe ser el arreglo de batería para que dure la cantidad necesaria	Esto dependerá de los paneles y el sistema de almacenamiento (baterías). Asimismo de la cantidad de dispositivos que consuman energía (KWatts)
13	¿Sería posible recibir incentivos del gobierno para apoyar la energía fotovoltaica en la empresa privada como parte de un plan de cambio de la matriz de energía del país?	Si claro que si, pero depende qué finalidad le van a dar a esa energía, si es para consumo propio de la empresa privada o si es para venderla al Estado. Para consumo propio me parece que todavía no hay incentivos por parte del Estado, pero para hacerlo negocio y vender la energía si existe y es muy bueno para la empresa privada debido al alto costo que paga el estado por este tipo de energía sobre cualquier otro tipo de generación	Creo que si sería posible. El gobierno posee fondos Firsas y Banprohvi que estimulan la pequeña y mediana empresa. Deben de revisar si el rubro energético posee incentivos por parte del gobierno
14	¿Quién sería el responsable de la ingeniería y el montaje del sistema fotovoltaico?	Obviamente Ingenieros Eléctricos colegiados bajo el CIMEQH y pues técnicos, hay varias empresas que se dedican a ello	Se recomienda que dicha instalación sea proporcionada por un técnico especializado en paneles solares, si bien es cierto, el costo aumenta, sin embargo, posee una garantía dicho trabajo
15	¿Qué se puede hacer para evitar afectaciones en el sistema fotovoltaico causado por tormentas?	Nada, esa es una de las desventajas del sistema fotovoltaico, la inestabilidad, y esa es una de las grandes razones por la que no se utiliza tanto, porque son sistemas inestables y hay una sincronización con el tema de energía eléctrica, todas tienen que estar sincronizadas en frecuencia y en fase por lo que la inestabilidad del clima porque no podemos controlar el clima, crea que la energía renovable sean inestables y al conectarse con el sistema nacional produce ciertas pérdidas de energía debido a armónicos y esas pérdidas representan pérdidas económicas, entonces no se puede hacer absolutamente nada contra el clima	

Fuente: Propia

Continuación Tabla 5. Entrevista 3 y 4

Entrevista		Entrevista 3	Entrevista 4
16	¿Cuál es la vida útil de los paneles solares?	La vida útil de los paneles solares es bastante alta, aproximadamente de 25 a 30 años, obviamente dependiendo del producto, la calidad del producto y dependiendo también del cuidado y mantenimiento apropiado de parte de los técnicos	10-15 años, dependerá del mantenimiento, calidad del panel etc.
17	¿Los paneles solares requieren de mantenimiento periódico y cómo debe ser?	Como todo, los paneles solares si requieren mantenimiento periodico, como por ejemplo limpieza de los mismos, a veces la maleza gana terreno, entonces periodicamente hay que revisarlos, depende de las normás de una empresa, si va a estar en un edificio probablemente unas 2 veces al mes se haga una revisión rápida para ver que todo esté funcionando bien y que después las lluvias todos los cables estén bien aislados y todo funcione correctamente	No, éstos poseen una garantía de tiempo bastante amplia. Lo que requiere de monitoreo son los dispositivos de almacenamiento de energía (baterías) las cuales su vida útil de unos 3-5 años
18	Aproximadamente, ¿Cuánto sería el costo de un sistema fotovoltaico instalado en el edificio Castaños?	Bueno de nuevo no se puede decir una cifra, depende de qué quieren alimentar y por cuánto tiempo, depende de la proporcionalidad de la idea y de la ambición del proyecto, eso si va a ser caro, ya que la inversión inicial es alta y el tiempo de recuperación va a ser extenso, de nuevo porque no hay incentivos, bueno en mi conocimiento nunca he escuchado y si existen no lo sé en el caso que sean para uso privado, pero si hay incentivos para generación de energía y venderla al Estado	El costo va a depender sobre la cantidad de sistemas a iluminar y el equipo que va a consumir energía, por ejemplo computadoras entre otras. Ya que sistemas más complejos como aires acondicionados, el costo se eleva
19	¿Quiénes serían los principales proveedores de módulos solares en el país?	No lo sé, los más populares son una empresa que se llama Solaris, que ellos hacen todo el dimensionamiento del sistema y ellos lo instalan	Solaris entre otros
20	¿Considera que en un país como Honduras, es accesible para las empresas privadas la implementación de energía renovable fotovoltaica?	No veo que sea una buena idea que las empresas privadas comiencen a usar, sería más algo simbólico, sería para intentar ser una empresa socialmente responsable, pero no veo que sea algo eficiente	Si

Fuente: Propia

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Se determinó que es factible la implementación del sistema solar fotovoltaico en el Edificio Castaños de Tegucigalpa, porque es más barato que el costo de energía que es suministrado por la ENEE, donde se obtuvo un ahorro de USD 5,049,587.54 a través de los 30 años de vida útil.
2. Se definió que en el área se pueden ubicar 1,016 paneles solares en el techo del edificio con un área de 6,015.55 m², la cual posee una potencia pico instalada de 330 kWp y representa una producción anual de instalación de 445,500 kWh/año.
3. Se realizó el análisis del costo de energía con la muestra de los años 2016 - 2017, por medio del consumo en kW y monto de las facturas con un costo promedio anual de USD 105, 584.76, se comparó con la producción por medio de paneles solares y se generó un ahorro de USD 82,356.10 por cada año, lo cual representa el 78% de cobertura de la demanda energética.
4. Según los indicadores aplicados se determinó la tasa interna de retorno (TIR) del 14% con un valor presente neto positivo de \$1,071,200.66, por lo que el proyecto es rentable y factible.

5.2 Recomendaciones

1. Se recomienda la instalación de paneles solares para la reducción de costos energéticos, puesto que se estableció la cobertura de demanda energética en un 78% por medio de energía solar.
2. Se recomienda la instalación de paneles solares mono cristalinos robustos con potencia de 325 Wp con una inclinación de 15 grados, conectados a la red de energía, generando una disminución en la factura anual USD 82,356.10
3. Se recomienda utilizar financiamiento con fondos propios de la empresa, ya que el ahorro sería mayor, debido a que no se tendría que derogar pago de intereses a instituciones financieras por un monto de USD 160,773.00 a un plazo de 7 años. Por otro lado, el aumento a la tarifa eléctrica por parte del Estado sería mitigado por la producción de energía solar para autoconsumo.
4. Se recomienda implementar paneles solares porque el periodo de retorno de la inversión es relativamente corto, comparado con la vida útil y el ahorro que se tendrá anualmente en la factura de energía. El retorno de la inversión se realiza en 7 años, tomando en cuenta **el costo de energía de USD 0.179153** y el aumento de inflación prevista de 5%. La vida útil del sistema solar fotovoltaico es de 30 años.

VI. APLICABILIDAD

6.1 Introducción

La implementación de energía renovable contribuye a la liberación de la dependencia de combustibles fósiles, en consecuencia a la disminución de importaciones de derivados del petróleo aportando positivamente a la balanza comercial del país, y generando desarrollo por el empleo que se crea en las empresas que instalan y brindan soporte técnico a los sistemas fotovoltaicos las cuales poseen personal calificado como ser los ingenieros eléctricos certificados.

6.2 Objetivo

Promover el ahorro en la factura de energía eléctrica por medio de la implementación de paneles solares para amortiguar los incrementos del costo de kW que depende de la fluctuación de la moneda, el precio de combustible fósil y los procesos de generación, transmisión y distribución de energía.

A continuación se presenta el análisis técnico y financiero para implementación de proyectos de autoconsumo con sistemas solares fotovoltaicos:

6.3 Análisis y aspectos técnicos de la planta arquitectónica

6.3.1 Cálculo del área

En el siguiente plano se considera el área donde se situarán los paneles solares, seguido de las ecuaciones 2,3 y 4 donde se detalla el cálculo del área:

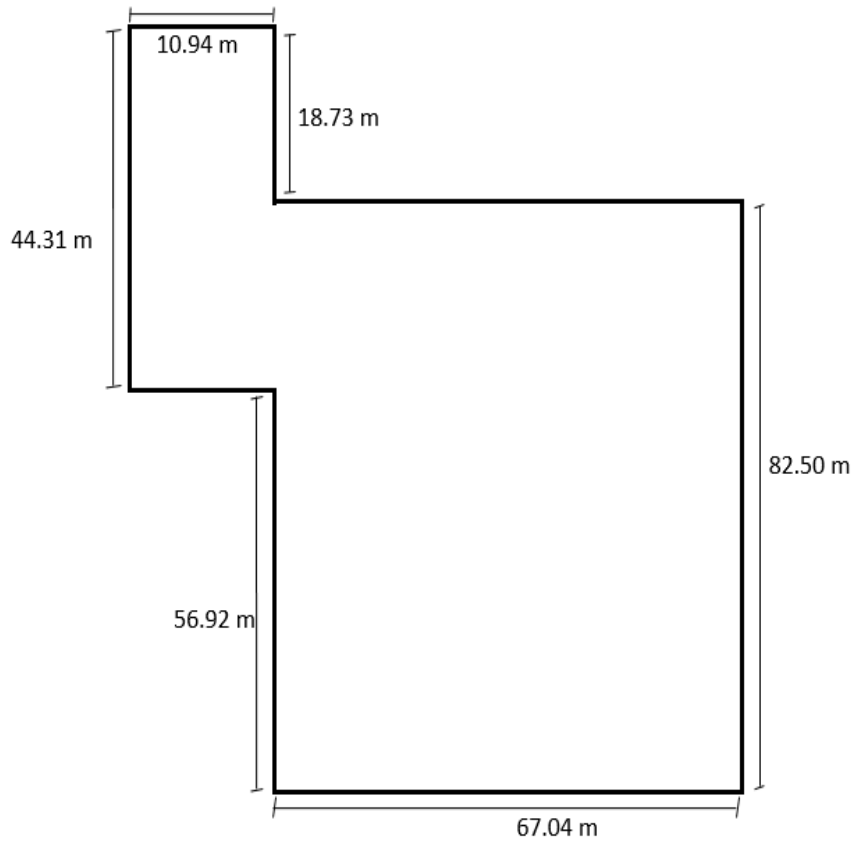


Figura 22. Diseño del área de parqueo

Fuente: Propia

Ecuación 2. Cálculo área 1

Largo: 44.31 m

Ancho: 10.94 m

$$\text{Área 1} = 44.31 \text{ m} * 10.94 \text{ m} = 484.75 \text{ m}^2$$

Ecuación 3. Cálculo área 2

Largo: 82.50 m

Ancho: 67.04 m

$$\text{Área 2} = 82.50 \text{ m} * 67.04 \text{ m} = 5,530.80 \text{ m}^2$$

Ecuación 4. Suma de áreas

$$\text{Área total} = 484.75 \text{ m}^2 + 5530.80 \text{ m}^2 = \mathbf{6,015.55 \text{ m}^2}$$

6.3.2 Diseño planta arquitectónica

El edificio objeto de este estudio, es un edificio de oficinas privadas con un área de $6,015 m^2$, el cual está localizado en la Colonia Los Castaños al noroeste de la Ciudad de Tegucigalpa, Municipio del Distrito Central.

El edificio está compuesto de tres plantas de oficinas, dispone de una superficie útil por planta de aproximadamente $6,015 m^2$. La terraza del edificio se encuentra prácticamente libre, en ella se localiza únicamente los condensadores del equipo de climatización; por lo que en el techo es el lugar idóneo para instalar las placas solares del sistema solar fotovoltaico, a continuación se muestra una imagen tomada desde el parqueo, donde se observa el techo de la oficina de Sercom de Honduras en Edificio Castaños:



Figura 23. Techo de Sercom de Honduras, Edificio Castaños

Fuente: propia

6.3.3 Emplazamiento.

Más de un 90% de los generadores fotovoltaicos están conectados a la red de distribución eléctrica y vierten en ella su producción energética lo cual constituye una

aplicación más directa y eficiente de la tecnología por lo que la conexión a red es técnicamente factible y muy fiable.

La distribución de los paneles solares sobre el techo se ha de realizar con el fin de maximizar la producción de energía. Los principales parámetros tomados en cuenta para el rendimiento del sistema solar fotovoltaico fueron:

- Orientación, el edificio donde se situará el sistema fotovoltaico tiene una orientación noroeste: La orientación óptima.
- Inclinación, la inclinación de los paneles solares es en este caso de 15°. La latitud es de 14.10 Norte y una longitud de 87.18 Oeste, por lo que la inclinación óptima está entre 15° y 20°, no estando lejos de estos valores, es una inclinación adecuada.
- Sombras de los paneles fotovoltaicos, dada la forma del techo y para evitar sombras se ocuparán los 2,526 m², que representan el 42% de la superficie de la cubierta.
- Pérdidas eléctricas, se instalarán 1,016 módulos solares, los que producirán un total de 330 kilo watts pico (kWp) que conectarán con los inversores de 10.0 kW situados en un piso inferior. La conexión de los módulos en los inversores se realiza con cable especial para instalaciones solares, dimensionado para tener unas pérdidas eléctricas mínimas.
- Así mismo, los inversores permiten un funcionamiento a un alto rendimiento a diferentes estado de cargas para reducir al máximo las perdidas eléctricas.
- Ventilación de los paneles solares.
- La instalación estará formada por 20 líneas en paralelo, formadas por 51 módulos conectados en serie cada una, debido a las pérdidas que se producen, es más adecuado instalar una potencia superior, de cara a sacar el máximo rendimiento de la planta.

6.3.4 Características y especificaciones de los componentes.

A continuación, se detallan los principales componentes que forman el sistema fotovoltaico:

- **Panel Solar.** El panel solar es el componente principal de todos los tipos de sistemas fotovoltaicos, es el encargado de transformar la radiación solar en energía eléctrica a través del efecto fotoeléctrico. En este análisis se tomó en cuenta el panel solar de 325 Wp, por ser un panel solar robusto con 72 células solares mono cristalinas, adaptable a instalaciones en cuadrícula de espacios amplios que asegura una larga duración de vida útil. Además de ser accesible en el mercado nacional. A continuación se muestra una imagen del tipo de panel solar que se instalaría:



Figura 24. Panel solar

Fuente: (Solar World, 2017)

En la siguiente tabla se pueden ver el resto de especificaciones del panel solar, las dimensiones son las de la placa sin estructura de sujeción:

Tabla 6. Especificaciones del panel solar SW 325 XL Mono marca Sunmodule

Altura	156.75 mm.
Ancho	156.75 mm.
Profundidad	50 mm
Peso	21.6 Kg
Células fotovoltaicas por placa	72

Fuente: propia

- **P_{máx}**: Se llama potencia pico (unidades Wp) a la máxima potencia que puede generar el panel con una radiación incidente.
- **Generador**. El generador solar está compuesto por 1,016 módulos fotovoltaicos de 325 Wp cada uno.
- **Inversor**. Es el equipo encargado de transformar la energía recibida del panel fotovoltaico (en forma de corriente continua) y adaptarla a las condiciones requeridas según el tipo de cargas, normalmente en corriente alterna y el posterior suministro a la red. Los inversores vienen caracterizados principalmente por la tensión de entrada, que se debe adaptar al panel, la potencia máxima que puede proporcionar y la eficiencia. Esta última se define como la relación entre la potencia eléctrica que el inversor entrega a la utilización (potencia de salida) y la potencia eléctrica que extrae del generador (potencia de entrada). A continuación se muestra una imagen de un inversor:



Figura 25. Inversor

Fuente: (Energy, 2015-2018)

Aspectos importantes que habrán de cumplir los inversores:

- Deberán tener una eficiencia alta, pues en caso contrario se habrá de aumentar innecesariamente el número de paneles para alimentar la carga.
- Estar adecuadamente protegido contra cortocircuito y sobrecarga.
- Incorporar rearme y desconexión automáticos.
- Admitir demandas instantáneas de potencia mayores del 150% de su potencia máxima.

Las placas fotovoltaicas generan electricidad en corriente continua y a una tensión aproximada entre 20 y 50 Voltios (V). Para poder ser inyectada en una red eléctrica de corriente alterna 220V se hace uso de los llamados inversores. Estos serán de tipo y características específicas para un sistema de conexión a la red de tensión y frecuencia dado. Se utilizarán inversores que tengan integradas alguna de las protecciones necesarias para la interconexión, aislamiento galvánico, protección de máxima/mínima tensión, protección de máxima/mínima frecuencia y desconexión automática en caso de corte de la corriente de la red.

Tabla 7. Especificaciones inversor SMA

Lado de corriente continua	
Máxima potencia admisible	18000 W
Rango de tensión de entrada	300 - 800 V
Tensión máxima de entrada	1000 V
Lado de corriente alterno trifásico	
Tensión de salida	12000 VA
Frecuencia	50 - 60 Hz
Datos del sistema	
Eficiencia máxima	98.20%
Dimensiones	665x650x265 mm
Peso	55 Kg

Fuente: (SMA, 2016)

6.3.5 Estructura de soporte de los paneles.

El soporte es el encargado de sujetar el panel solar, muchas veces será un kit de montaje para instalarlo adecuadamente. En el caso de que no se suministrara en kit el instalador lo realizará de acuerdo a la normativa existente, además de tener en cuenta la fuerza del viento entre otras cosas. La estructura deberá soportar como mínimo una velocidad del viento de 150 Km./h. Esta estructura es la que fijará la inclinación de los paneles solares.

Hay varios tipos de estructuras: desde un simple poste que soporta 4 paneles solares, hasta grandes estructuras de vigas aptas para aguantar varias decenas de ellos. Para anclar estos paneles utilizaremos estructuras fijas de aluminio o hierro galvanizado al caliente, lo cual garantiza una larga vida útil y gran resistencia a la carga de viento.

6.3.6 Cableado de Interconexión

Los cables utilizados tendrán una última capa de protección con un material resistente a la intemperie y la humedad, de tal forma que no le afecten internamente los agentes atmosféricos.

Entre las conexiones eléctricas entre paneles se usarán terminales. Los terminales de los paneles pueden ser bornas en la parte de detrás del panel a la caja de terminales.

La sección del cable de conexión no debe de ser superior a 6mm. Es necesario también cuidar los sistemas de paso de los cables por muros y techos para evitar la entrada de agua en el interior. Las técnica y tendido para la fijación de los cables han de ser las habituales en una instalación convencional. Los conductores pueden ir bajo tubo al aire, en el primer caso puede ir empotrado o no. La sujeción se efectuará mediante bridas de sujeción, procurando no someter un excesivo dobléz a los radios de curvatura. Los empalmes se realizarán con accesorios a tal efecto, usando cajas de derivación siempre que sea posible.

6.3.7 Producción mensual esperada.

La cantidad de energía que una superficie expuesta a los rayos solares puede absorber, dependerá del ángulo formado por los rayos solares y la superficie. Por norma general las medidas de radiación que se toman para una determinada zona se hacen en condiciones de orientación Sur e inclinación a 15°, en base a lo anterior, la producción anual estimada de la instalación es de 445,500 kWh. Al realizar el cálculo de la producción mensual es un promedio de 37,125 kWh.

A continuación se ejemplifica cómo deben ir ubicados los paneles solares:

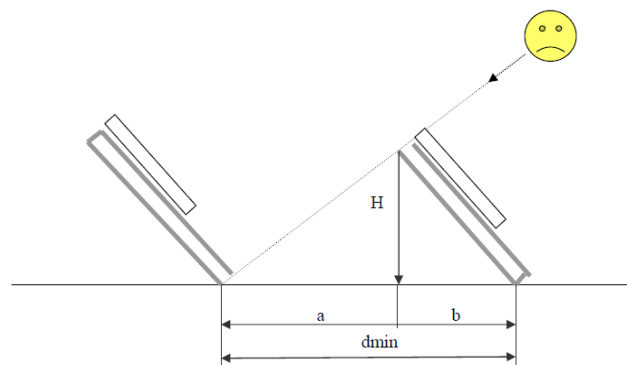


Figura 26. Instalación de paneles solares

Fuente: (Solar World, 2017)

6.3.8 Pérdidas de los sistemas fotovoltaicos: (EEH, 2018)

- Pérdidas por dispersión de potencia: La potencia de los módulos no es exactamente la misma y por lo tanto no lo es su intensidad ni su tensión de máxima potencia. Esto trae consigo que al ponerlos en serie se produzca una pérdida de potencia, para minimizar este efecto los módulos se clasifican por su intensidad, lo cual viene indicado con una letra grabada en un adhesivo incluido al marco de un panel, de manera que se puede escoger los paneles similares a la hora de armar las series durante la instalación. Dentro de un rango de +/- 2,5% se estiman las posibles pérdidas por dispersión de potencia en un 2%.
- Pérdidas por temperatura de la célula: El rendimiento de los módulos fotovoltaicos disminuye con el incremento de la temperatura de trabajo a la que están sometidos. Al ser un elemento expuesto a la radiación solar de manera continua es necesario que exista buena ventilación tanto por la superficie expuesta como por la parte posterior.
- Pérdidas por suciedad en los módulos fotovoltaicos: En condiciones normales y ejecutando los compromisos de mantenimiento y limpieza planificados los paneles fotovoltaicos no tienen por qué superar unas pérdidas del 3%.
- Pérdidas por inclinación: Si el panel no está en el ángulo correcto, puede haber un menor rendimiento del panel solar y no producir la cantidad óptima de energía.
- Pérdidas por sombras: Se puede generar cuando se encuentra un objeto interfiriendo entre la radiación desde el sol hacia el panel solar.
- Pérdidas por degradación fotovoltaica: Estas pérdidas se deben a un proceso natural de degradación de todas las células de silicio cristalino y se produce al exponer al sol por primera vez el panel fotovoltaico y se admite como valor el del 1%.

- **Mantenimiento de las instalaciones:** El mantenimiento de una instalación solar fotovoltaica es mínimo, se simplifica a la limpieza de los módulos, revisión de las conexiones y de los elementos de seguridad. En algunas situaciones puede necesitarse la desconexión de la red por lo que pueden producirse pequeñas pérdidas. Para garantizar una alta productividad de la instalación, es importante reducir los espacios de suspensión del sistema causado por falla. Por esta razón es necesario una buena verificación del sistema por parte del usuario con apoyo de servicio técnico.

6.3.9 Operaciones comunes de mantenimiento

Las operaciones de mantenimiento del generador fotovoltaico son:

- Limpieza periódica de los módulos una vez al año aunque en muchos casos no se hace.
- Vigilancia del inversor (Leds, indicadores de estado y alarmas) en diferentes condiciones de irradiación solar.
- Control de las conexiones eléctricas y del cableado de los módulos.
- Inspección visual de los módulos para evidenciar roturas de vidrio, penetración de humedad en el interior del módulo o fallas de conexión en el caso de que se produzcan averías.

En general, se revisarán todos los equipos, cableado, conexiones y estructuras soporte.

El objetivo del mantenimiento es prolongar la vida útil del sistema, asegurando además el funcionamiento y productividad de la instalación, en el caso de Instalaciones conectadas a la red mejora la retribución económica de la producción.

6.4 Análisis Financiero

6.4.1 Comparación Facturas Energía eléctrica

Realizando una comparación de la factura eléctrica de los años 2016 - 2017, se puede observar que existen ciertos meses donde el consumo es menor. Como sucedió en los meses de enero, donde se presenta una característica esperada, dado que después de realizar el cierre e inicio de año calendario; los empleados suelen tomar vacaciones en dicho período. Situación similar se refleja en el mes de octubre 2017, por el feriado morazánico las oficinas estuvieron bajo su capacidad normal y el consumo disminuyó a 48,160 kWh. A continuación se presenta el detalle del consumo de kWh y el costo mensual reflejado en las facturas de los años 2016 y 2017:

Tabla 8. Consumo mensual (kWh) y costo de energía (Lempiras y dólares)

Mes / año	Consumo mensual (kWh)	Costo energía (L)	Costo mensual (\$)
Jan-16	52,800	195561.44	8,121.32
feb-16	46,880	200613.15	8331.11
mar-16	43,840	178041.70	7393.76
Apr-16	53,280	167002.66	6935.33
may-16	57,600	202458.37	8407.74
jun-16	56,160	218173.25	9060.35
jul-16	55,520	224038.98	9303.94
Aug-16	52,640	222600.86	9244.22
sep-16	58,880	212022.94	8804.94
oct-16	50,080	235921.49	9797.40
nov-16	51,520	201080.21	8350.51
Dec-16	47,840	206771.28	8586.85
Jan-17	46,560	200679.08	8333.85
feb-17	45,920	195740.30	8128.75
mar-17	46,560	192658.20	8000.76
Apr-17	50,720	200194.61	8313.73
may-17	49,440	221896.81	9214.98
jun-17	60,000	221176.30	9185.06
jul-17	56,320	266203.11	11054.95
Aug-17	52,640	250077.04	10385.26
sep-17	53,920	234309.74	9730.47

Continuación Tabla 8. Consumo mensual (kWh) y costo de energía (Lempiras y dólares)

Mes / año	Consumo mensual (kWh)	Costo energía mensual (L)	Costo mensual (\$)
oct-17	48,160	238527.43	9905.62
nov-17	41,600	213611.84	8870.92
Dec-17	43,840	185600.76	7707.67

Fuente: propia

*Para los cálculos se utilizó la tasa de cambio del día 31 de mayo de 2018, la cual es de \$1=L.24.0800 (Banco Central de Honduras, 2018)

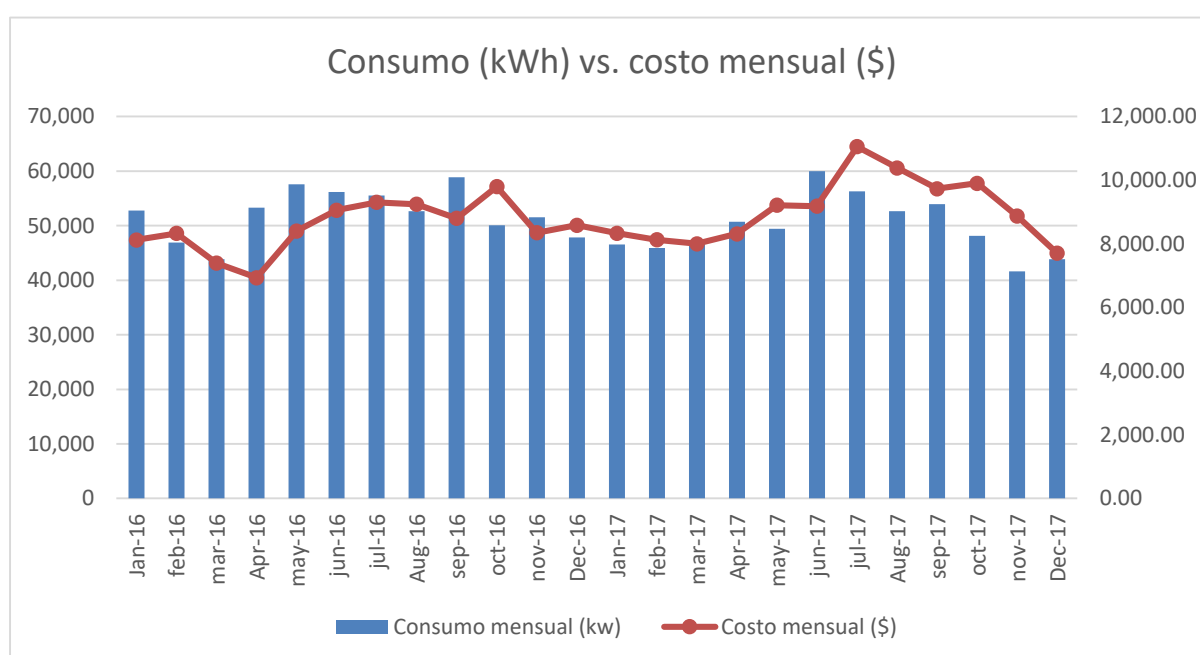


Figura 27. Gráfica de consumo mensual (kWh) años 2016-2017 vs. Costo mensual (\$)

Fuente: propia

En la gráfica anterior se presenta el consumo mensual de kWh del año 2016 y 2017 comparado con el costo reflejado en la factura de la energía eléctrica en dólares. La tasa de cambio que se utilizó es de \$1=L.24.0800, la cual corresponde al día 31 de mayo de 2018. (Banco Central de Honduras, 2018)

A continuación se realiza un análisis estadístico del consumo y gasto mensual de energía eléctrica:

Tabla 9. Análisis estadístico del consumo mensual (kWh)

<i>CONSUMO MENSUAL (kWh)</i>	
Mean	50946.67
Standard Error	1024.22
Median	51120.00
Mode	43840.00
Standard Deviation	5017.65
Sample Variance	25176857.97
Kurtosis	-0.82
Skewness	0.01
Range	18400.00
Minimum	41600.00
Maximum	60000.00
Sum	1222720.00
Count	24.00
Largest(1)	60000.00
Smallest(1)	41600.00
Confidence Level(95.0%)	2118.77

Fuente: propia

De acuerdo con el análisis estadístico descriptivo, se puede observar que en Sercom de Honduras del edificio Castaños, posee un consumo estable durante los años 2016 y 2017, donde con un nivel de confianza del 95%, se obtuvo que la media es de 50,946.67 kWh y la mediana de 51,120 kWh, por lo que al ser valores cercanos, se toma la media como valor de consumo promedio.

6.4.2 Costos de Energía Eléctrica

En Honduras las tarifas de Energía Eléctrica son estipuladas por la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE) en base a la fluctuación de la moneda, los precios de los combustibles y sobre todo el comportamiento de los procesos de generación, transmisión y distribución de la energía, entre otros factores que alteran el comportamiento económico general. (EEH, 2018)

Tabla 10. Análisis estadístico Costo de energía mensual (L.)

<i>COSTO ENERGÍA (L.)</i>	
Mean	211873.3979
Standard Error	4674.100921
Median	209397.11
Mode	#N/A
Standard Deviation	22898.32453
Sample Variance	524333266.2
Kurtosis	0.29826173
Skewness	0.378782487
Range	99200.45
Minimum	167002.66
Maximum	266203.11
Sum	5084961.55
Count	24
Largest(1)	266203.11
Smallest(1)	167002.66
Confidence Level(95.0%)	9669.114443

Fuente: propia

Tabla 11. Análisis estadístico de costo mensual (\$)

<i>COSTO MENSUAL (USD)</i>	
Mean	8798.72875
Standard Error	194.107029
Median	8695.895
Mode	#N/A
Standard Deviation	950.9263532
Sample Variance	904260.9293
Kurtosis	0.298276047
Skewness	0.378788541
Range	4119.62
Minimum	6935.33
Maximum	11054.95
Sum	211169.49
Count	24
Largest(1)	11054.95
Smallest(1)	6935.33
Confidence Level(95.0%)	401.5409828

Fuente: propia

De acuerdo con el análisis estadístico anterior, con un 95% de confianza, la media del costo mensual de energía en Sercom de Honduras en el edificio Castaños es de L. 211,873.40, lo que representa \$8,798.73. La mediana es de L.209, 397.11, es decir \$8695.90, como se observa, el costo mensual tiene poca variación, por ello para cálculos posteriores se tomará la media.

6.4.3 Costos del sistema solar fotovoltaico

La inversión total para instalar el sistema solar fotovoltaico para producción de energía eléctrica para autoconsumo, se detalla de la siguiente manera:

Tabla 12. Comparación de cotizaciones

COSTOS DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO									
Proyecto Llave en mano	Cotización 1 "Solaris"			Cotización 2 "Siesol"			Cotización 3 "EOS Power"		
	Unidad	Cantidad	Costo	Unidad	Cantidad	Costo	Unidad	Cantidad	Costo
Paneles Fotovoltaicos incluido soportes	325 Wp	1,016	USD 594, 000.00	325 Wp	1,016	USD 728, 217.00	325 Wp	1,016	USD 507, 423.60
Inversor	18000 W	1		18000 W	1		18000 W	1	
Instalación (mano de obra)	SFV	1		SFV	1		SFV	1	
Materiales									
Vida útil (años)	30			30			25		
Mantenimiento	Nacional		Nacional		Extranjera				

Fuente: propia

De acuerdo con la cotizaciones realizadas (Ver anexos 3,4,5) se decidió tomar como base la propuesta de Sistemas Solares de Honduras S.A. de C.V. (Solaris), aunque fue la segunda propuesta económica de menor valor, la cual es una empresa nacional y le puede brindar el soporte técnico, mantenimiento y la garantía que requiere el proyecto de energía fotovoltaica, donde se calculó que se tendrá una potencia instalada con un total de 330 kWp, a un precio del sistema US\$ 1.80/Wp, con un costo total de USD 594,000.00 más impuesto sobre venta (ISV). El proyecto es llave en mano e incluye mano de obra, equipo, suministro de materiales, obra civil y capacitaciones. Se estima que la vida útil de los equipos es de 30 años. (Sistemas Solares de Honduras S.A. de C.V., 2018)

6.4.4 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno, mejor conocida como TIR, es la tasa de rentabilidad promedio anual que el proyecto paga a los inversionistas por invertir sus fondos. Para el cálculo de la TIR se utilizaron las siguientes variables:

Tabla 13. Variables para el cálculo de la TIR

Costo promedio mensual	\$8,798.73
Cobertura demanda FV	78%
Ahorro en factura mensual (78% del costo promedio mensual)	\$6,863.01
Ahorro en factura anual	\$82,356.10

Fuente: propia

Tabla 14. Cálculo de TIR

Costo inicial (\$)	(594,000.00)
Ingreso año 1	82,356.10
Ingreso año 2	82,356.10
Ingreso año 3	82,356.10
Ingreso año 4	82,356.10
Ingreso año 5	82,356.10
Ingreso año 6	82,356.10
Ingreso año 7	82,356.10
Ingreso año 8	82,356.10
Ingreso año 9	82,356.10
Ingreso año 10	82,356.10
Ingreso año 11	82,356.10
Ingreso año 12	82,356.10
Ingreso año 13	82,356.10
Ingreso año 14	82,356.10
Ingreso año 15	82,356.10
Ingreso año 16	82,356.10
Ingreso año 17	82,356.10
Ingreso año 18	82,356.10
Ingreso año 19	82,356.10
Ingreso año 20	82,356.10
Ingreso año 21	82,356.10
Ingreso año 22	82,356.10
Ingreso año 23	82,356.10
Ingreso año 24	82,356.10
Ingreso año 25	82,356.10
Ingreso año 26	82,356.10
Ingreso año 27	82,356.10
Ingreso año 28	82,356.10
Ingreso año 29	82,356.10
Ingreso año 30	82,356.10

Fuente: propia

En este caso, con una inversión inicial de USD 594,000.00, se obtuvo un ingreso anual (ahorro al utilizar paneles solares) de USD 82,356.10 a un plazo de 30 años, que es la vida útil de los paneles.

El valor de la TIR es igual a **14%** (Fórmula IRR en Excel, 2018)

6.4.5 Flujo de Caja

De acuerdo con la figura 28, el costo por kWh en Sercom de Honduras, Edificio Castaños es de L.4.3140, lo cual en representa USD 0.179153. Para este cálculo se utilizó la tasa de cambio del día 31 de mayo de 2018, la cual es de \$1=L.24.0800 (Banco Central de Honduras, 2018)

1453800		NOMBRE: SERCOM DE HONDURAS SA DE CV		FECHA DE LECTURA: 04/mayo/2018	
CÓDIGO CLIENTE:		DIRECCIÓN: TG236 LOS CASTAÑOS		FECHA DE EMISIÓN: 11/mayo/2018	
CODIGO DE AGRUPACIÓN:		UBICACIÓN: 001-801-702		FECHA DE VENCIMIENTO: 26/mayo/2018	
0001				PERIODO: 04/03/18 AL 05/04/18	
				DÍAS DE FACTURACIÓN: 31	
				NÚMERO DE FACTURA: 0012010	

CONSUMO (kWh)	FECHA VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR	DATOS TÉCNICOS		
52800	26/mayo/2018	L. 235,099.29	NÚMERO DE MEDIDOR:	201310900606	TENSION
			TARIFA:	202	
			TIPO DE CONSUMO:	COMERCIAL	
			CÓDIGO DE AGRUPACIÓN:		
			OFICINA COMERCIAL:	TEGUCIGALPA	

DETALLE DE CONSUMO DE ENERGÍA					
	LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	DIFERENCIA	MULTIPLICADOR	CONSUMO
FECHA DE LECTURA	04-05-18	03-04-18			
ACTIVA	15585	15255	= 330	x 160.00	52,800.00 kWh
REACTIVA	2821	2738	= 83	x 160.00	13,280.00 kVArh
DEMANDA	.000			160.00	0.00 KW

CÁLCULO DE CONSUMO DE ENERGÍA				
CARGO	L/kWh	CONSUMO	VALOR LEMPIRAS	
ACTIVA	4.3140	x 52,800.00	L227,779.20	AJUSTE POR FACTOR DE POTENCIA
ACTIVA < 50 kWh	.0000	x 0	L0.00	
CARGO	L/kW	CONSUMO	VALOR LEMPIRAS	
DEMANDA	.00	x 0.00	L0.00	

DEMANDA LEIDA	0.000	KW	DEMANDA MÁXIMA	11 MESES X 0.85	DEMANDA CONTRATADA:
EL RECARGO POR BAJO FACTOR DE POTENCIA SE LLEVARÁ A CABO EN SUMINISTROS CUYO FACTOR DE POTENCIA MENSUAL SEA INFERIOR A 0.90.					

Figura 28. Factura de consumo de energía eléctrica del mes de abril 2018 en Sercom de Honduras, Edificio Castaños

Fuente: EEH

Para calcular el retorno de la inversión se utilizaron las siguientes variables:

Tabla 15. Variables para el cálculo de retorno de la inversión

Costo kWh	\$0.179153
Inflación anual del costo de energía	5%
promedio kWh mensual	50,946.67
Mantenimiento	0.57%

Fuente: propia

Tabla 16. Cálculo de retorno de la inversión

Periodo	Costo de Energía anual	Costo de Energía no renovable	Costo de energía solar	Costo Mantenimiento	Total (\$)
Fórmula	(kWh mensual*12 meses*\$0.179153). Inflación anual 5%	22% del costo de energía mensual	78% del costo energía mensual	0.57% del costo energía solar	Costo de energía anual-Costo energía no renovable-costo mantenimiento
0					(\$594,000.00)
1	\$109,526.99	\$24,095.94	\$85,431.05	\$486.96	\$84,944.09
2	\$115,003.33	\$25,300.73	\$89,702.60	\$511.30	\$89,191.30
3	\$120,753.50	\$26,565.77	\$94,187.73	\$536.87	\$93,650.86
4	\$126,791.18	\$27,894.06	\$98,897.12	\$563.71	\$98,333.40
5	\$133,130.74	\$29,288.76	\$103,841.97	\$591.90	\$103,250.07
6	\$139,787.27	\$30,753.20	\$109,034.07	\$621.49	\$108,412.58
7	\$146,776.64	\$32,290.86	\$114,485.78	\$652.57	\$113,833.21
8	\$154,115.47	\$33,905.40	\$120,210.06	\$685.20	\$119,524.87
9	\$161,821.24	\$35,600.67	\$126,220.57	\$719.46	\$125,501.11
10	\$169,912.30	\$37,380.71	\$132,531.60	\$755.43	\$131,776.17
11	\$178,407.92	\$39,249.74	\$139,158.18	\$793.20	\$138,364.97
12	\$187,328.31	\$41,212.23	\$146,116.08	\$832.86	\$145,283.22

Continuación Tabla 16. Cálculo de retorno de la inversión

Periodo	Costo de Energía anual	Costo de Energía no renovable	Costo de energía solar	Costo Mantenimiento	Total (\$)
Fórmula	(kWh mensual*12 meses*\$0.179153). Inflación anual 5%	22% del costo de energía mensual	78% del costo energía mensual	0.57% del costo energía solar	Costo de energía anual-Costo energía no renovable-costo mantenimiento
13	\$196,694.73	\$43,272.84	\$153,421.89	\$874.50	\$152,547.38
14	\$206,529.47	\$45,436.48	\$161,092.98	\$918.23	\$160,174.75
15	\$216,855.94	\$47,708.31	\$169,147.63	\$964.14	\$168,183.49
16	\$227,698.74	\$50,093.72	\$177,605.01	\$1,012.35	\$176,592.67
17	\$239,083.67	\$52,598.41	\$186,485.26	\$1,062.97	\$185,422.30
18	\$251,037.86	\$55,228.33	\$195,809.53	\$1,116.11	\$194,693.41
19	\$263,589.75	\$57,989.74	\$205,600.00	\$1,171.92	\$204,428.08
20	\$276,769.24	\$60,889.23	\$215,880.00	\$1,230.52	\$214,649.49
21	\$290,607.70	\$63,933.69	\$226,674.00	\$1,292.04	\$225,381.96
22	\$305,138.08	\$67,130.38	\$238,007.71	\$1,356.64	\$236,651.06
23	\$320,394.99	\$70,486.90	\$249,908.09	\$1,424.48	\$248,483.61
24	\$336,414.74	\$74,011.24	\$262,403.49	\$1,495.70	\$260,907.80
25	\$353,235.47	\$77,711.80	\$275,523.67	\$1,570.48	\$273,953.18
26	\$370,897.25	\$81,597.39	\$289,299.85	\$1,649.01	\$287,650.84
27	\$389,442.11	\$85,677.26	\$303,764.85	\$1,731.46	\$302,033.39
28	\$408,914.22	\$89,961.13	\$318,953.09	\$1,818.03	\$317,135.06
29	\$429,359.93	\$94,459.18	\$334,900.74	\$1,908.93	\$332,991.81
30	\$450,827.92	\$99,182.14	\$351,645.78	\$2,004.38	\$349,641.40
				Total Ahorros	\$5,049,587.54

Fuente: propia

De acuerdo con el análisis del flujo de caja, el Retorno de la inversión será en **7 años**.

En la gráfica que se presenta a continuación se muestra un análisis del flujo de caja donde se demuestra el retorno de la inversión

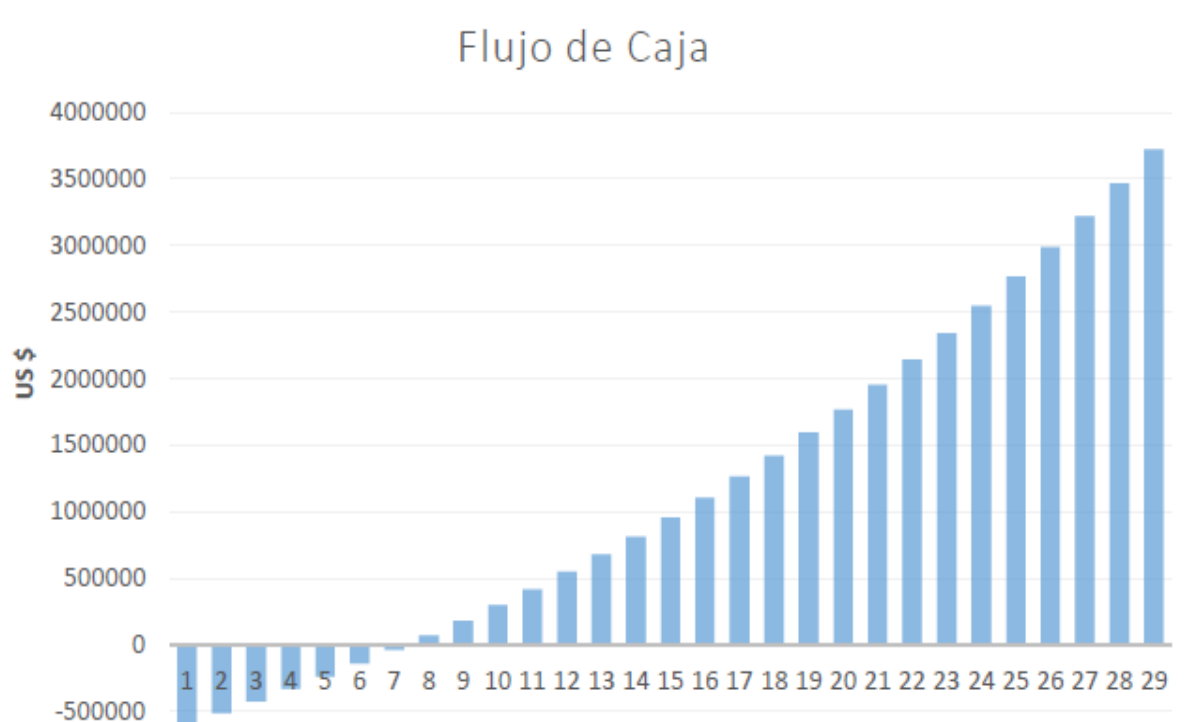


Figura 29. Gráfica Flujo de Caja

Fuente: Propia

6.4.6 Método del valor presente neto (VPN)

Para evaluar los proyectos de inversión a largo plazo, es importante determinar si una inversión cumple con su función principal de maximización, para ello se puede acudir a la fórmula para calcular el valor presente neto (Velez, 2016)

El proyecto es rentable, con un valor presente neto de \$1,071,200.66 (Fórmula NPV en Excel, 2018)

Tabla 17. Variables para el cálculo del VPN

Tasa de descuento	3.75%
Inversión inicial	-594,000
Flujo de caja por 30 años	82,356.10

Fuente: propia

6.4.7 Financiamiento

El costo de la inversión será cubierto por la empresa Sercom de Honduras, la cual es miembro del grupo América Móvil y a quien se le solicita anualmente los proyectos de inversión tanto para las redes, fija y móvil, productos, mejoras en bienes inmuebles, entre otros. Los proyectos se autorizan por los gerentes país y directores regionales según las necesidades de cada país miembro; siempre y cuando dichos proyectos reflejen los valores del grupo; además de un valor agregado para la empresa ya sea en términos económicos, de imagen empresarial o responsabilidad social.

También se toma en cuenta que los proyectos estén alineados a los planes de ahorro del grupo, adaptándose a un mundo cambiante y versátil para transformar la vida de los clientes de una forma positiva a través de los años.

Adicionalmente, se realizó una tabla de amortización de un préstamo por \$594,000.00 a un plazo de 7 años con una tasa de interés promedio de 7.07% en dólar estadounidense al 01 de junio del 2018 (AHIBA, 2018). Para el cálculo se tomaron en cuenta las siguientes variables:

Tabla 18. Variables para cálculo de amortización

Capital inicial:	\$ 594,000
Tipo de interés nominal:	7%
Plazo:	7
Periodicidad:	12
Comisión de apertura:	0.20%
Comisión de gestión:	0.50%
Gastos fijos bancarios:	300
Gastos adicionales:	100
Comisión de cancelación anticipada	0%

Fuente: propia

El plazo es de 84 meses (7 años) con una cuota nivelada de USD8,985.00, los cuales acumulan USD 160,763 a través de los 7 años de vigencia del financiamiento. Para este cálculo se tomó en cuenta que no existe penalización por pronto pago en ningún momento.

Tabla 19. Amortización de préstamo

Periodos de pago	Cuota	Pago de intereses	Amortización del principal	Amortización acumulada del principal	Capital pendiente	Importe de la comisión de cancelación	Coste de cancelación
0					594,000		
1	8,985	3,500	5,486	5,486	588,514	-	588,514
2	8,985	3,467	5,518	11,004	582,996	-	582,996
3	8,985	3,435	5,551	16,554	577,446	-	577,446
4	8,985	3,402	5,583	22,138	571,862	-	571,862
5	8,985	3,369	5,616	27,754	566,246	-	566,246
6	8,985	3,336	5,649	33,403	560,597	-	560,597
7	8,985	3,303	5,683	39,086	554,914	-	554,914
8	8,985	3,269	5,716	44,802	549,198	-	549,198
9	8,985	3,236	5,750	50,551	543,449	-	543,449
10	8,985	3,202	5,784	56,335	537,665	-	537,665
11	8,985	3,168	5,818	62,153	531,847	-	531,847
12	8,985	3,133	5,852	68,004	525,996	-	525,996
13	8,985	3,099	5,886	73,891	520,109	-	520,109
14	8,985	3,064	5,921	79,812	514,188	-	514,188
15	8,985	3,029	5,956	85,768	508,232	-	508,232
16	8,985	2,994	5,991	91,759	502,241	-	502,241
17	8,985	2,959	6,026	97,785	496,215	-	496,215
18	8,985	2,924	6,062	103,847	490,153	-	490,153
19	8,985	2,888	6,098	109,945	484,055	-	484,055
20	8,985	2,852	6,133	116,078	477,922	-	477,922
21	8,985	2,816	6,170	122,248	471,752	-	471,752
22	8,985	2,779	6,206	128,454	465,546	-	465,546
23	8,985	2,743	6,243	134,696	459,304	-	459,304
24	8,985	2,706	6,279	140,976	453,024	-	453,024
25	8,985	2,669	6,316	147,292	446,708	-	446,708
26	8,985	2,632	6,354	153,646	440,354	-	440,354
27	8,985	2,594	6,391	160,037	433,963	-	433,963

Continuación Tabla 18. Amortización de préstamo

Periodos de pago	Cuota	Pago de intereses	Amortización del principal	Amortización acumulada del principal	Capital pendiente	Importe de la comisión de cancelación	Coste de cancelación
28	8,985	2,557	6,429	166,465	427,535	-	427,535
29	8,985	2,519	6,466	172,932	421,068	-	421,068
30	8,985	2,481	6,505	179,436	414,564	-	414,564
31	8,985	2,442	6,543	185,979	408,021	-	408,021
32	8,985	2,404	6,581	192,561	401,439	-	401,439
33	8,985	2,365	6,620	199,181	394,819	-	394,819
34	8,985	2,326	6,659	205,840	388,160	-	388,160
35	8,985	2,287	6,698	212,539	381,461	-	381,461
36	8,985	2,247	6,738	219,277	374,723	-	374,723
37	8,985	2,208	6,778	226,054	367,946	-	367,946
38	8,985	2,168	6,818	232,872	361,128	-	361,128
39	8,985	2,128	6,858	239,730	354,270	-	354,270
40	8,985	2,087	6,898	246,628	347,372	-	347,372
41	8,985	2,047	6,939	253,567	340,433	-	340,433
42	8,985	2,006	6,980	260,546	333,454	-	333,454
43	8,985	1,965	7,021	267,567	326,433	-	326,433
44	8,985	1,923	7,062	274,629	319,371	-	319,371
45	8,985	1,882	7,104	281,733	312,267	-	312,267
46	8,985	1,840	7,146	288,879	305,121	-	305,121
47	8,985	1,798	7,188	296,066	297,934	-	297,934
48	8,985	1,755	7,230	303,296	290,704	-	290,704
49	8,985	1,713	7,273	310,569	283,431	-	283,431
50	8,985	1,670	7,316	317,885	276,115	-	276,115
51	8,985	1,627	7,359	325,243	268,757	-	268,757
52	8,985	1,583	7,402	332,645	261,355	-	261,355
53	8,985	1,540	7,446	340,091	253,909	-	253,909
54	8,985	1,496	7,489	347,580	246,420	-	246,420
55	8,985	1,452	7,534	355,114	238,886	-	238,886
56	8,985	1,407	7,578	362,692	231,308	-	231,308

Continuación Tabla 18. Amortización de préstamo

Periodos de pago	Cuota	Pago de intereses	Amortización del principal	Amortización acumulada del principal	Capital pendiente	Importe de la comisión de cancelación	Coste de cancelación
57	8,985	1,363	7,623	370,314	223,686	-	223,686
58	8,985	1,318	7,668	377,982	216,018	-	216,018
59	8,985	1,273	7,713	385,694	208,306	-	208,306
60	8,985	1,227	7,758	393,453	200,547	-	200,547
61	8,985	1,182	7,804	401,256	192,744	-	192,744
62	8,985	1,136	7,850	409,106	184,894	-	184,894
63	8,985	1,089	7,896	417,002	176,998	-	176,998
64	8,985	1,043	7,943	424,945	169,055	-	169,055
65	8,985	996	7,989	432,934	161,066	-	161,066
66	8,985	949	8,036	440,971	153,029	-	153,029
67	8,985	902	8,084	449,054	144,946	-	144,946
68	8,985	854	8,131	457,186	136,814	-	136,814
69	8,985	806	8,179	465,365	128,635	-	128,635
70	8,985	758	8,228	473,593	120,407	-	120,407
71	8,985	709	8,276	481,869	112,131	-	112,131
72	8,985	661	8,325	490,193	103,807	-	103,807
73	8,985	612	8,374	498,567	95,433	-	95,433
74	8,985	562	8,423	506,990	87,010	-	87,010
75	8,985	513	8,473	515,463	78,537	-	78,537
76	8,985	463	8,523	523,986	70,014	-	70,014
77	8,985	413	8,573	532,559	61,441	-	61,441
78	8,985	362	8,623	541,182	52,818	-	52,818
79	8,985	311	8,674	549,856	44,144	-	44,144
80	8,985	260	8,725	558,582	35,418	-	35,418
81	8,985	209	8,777	567,358	26,642	-	26,642
82	8,985	157	8,828	576,187	17,813	-	17,813
83	8,985	105	8,880	585,067	8,933	-	8,933
84	8,985	53	8,933	594,000	-	-	-

Fuente: propia

6.5 Programación de implementación del proyecto

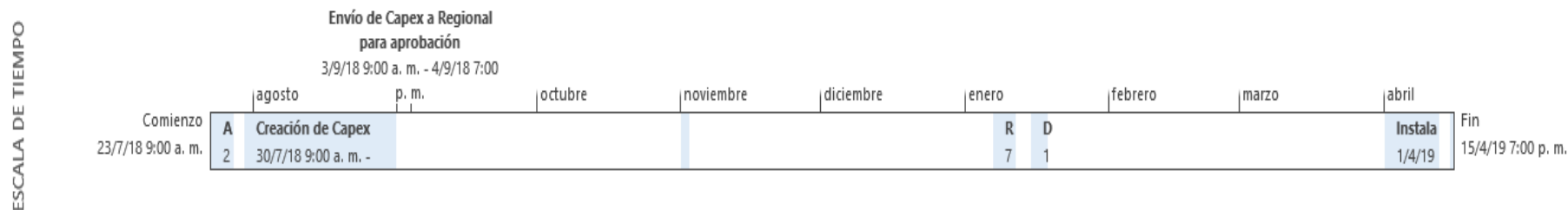


DIAGRAMA DE GANTT

ID	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1	Análisis de propuesta para instalación paneles solares	5 días	lun 23/7/18	vie 27/7/18	
2	Creación de Capex para proyectos de inversión	25 días	lun 30/7/18	vie 31/8/18	1
3	Envío de Capex a Regional para aprobación	2 días	lun 3/9/18	mar 4/9/18	2
4	Borrador final Capex 2019	2 días	jue 1/11/18	vie 2/11/18	3
5	Recepción Capex 2019	5 días	lun 7/1/19	vie 11/1/19	4
6	Desembolso Sistema fotovoltaico	4 días	mar 15/1/19	vie 18/1/19	5
7	Importación de los paneles	45 días	lun 21/1/19	vie 22/3/19	
8	Instalación Sistema Fotovoltaico	10 días	lun 1/4/19	vie 12/4/19	6
9	Puesta en marcha de paneles solares	1 día?	lun 15/4/19	lun 15/4/19	8

Figura 30. Diagrama de Gantt ejecución de proyecto

Fuente: propia

Como resultado del análisis financiero, se confirmó que con la implementación de los paneles solares se obtiene un 78% de ahorro en la factura de energía eléctrica, lo cual representa USD 5,049,587.54 durante los 30 años de vida útil, además de un valor presente neto positivo de \$1,071,200.66 y la recuperación de la inversión en 7 años, haciendo al proyecto factible. Se recomienda utilizar el financiamiento con fondos propios de la empresa, dado que el ahorro sería mayor al no tener que derogar pago de intereses a instituciones financieras por un monto de USD 160,773.00 durante un plazo de 7 años.

BIBLIOGRAFÍA

AHIBA. (14 de Junio de 2018). *Asociación Hondureña de Instituciones Bancarias*. Obtenido de <https://ahiba.hn/>

Alomá, E., & Malaver, M. (2007). Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica. *Enseñanza de las ciencias*, 25(3), 392.

Altomonte, H., Coviello, M., & F. Lutz, W. (2013). En *Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y El Caribe. Restricciones y perspectivas*. Santiago de Chile.

Altomonte, H., Coviello, M., & F. Lutz, W. (2013). En *Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y perspectivas* (págs. 23-24). Santiago de Chile.

Arnés, S. (2012). *Un regalo del cielo: La energía renovable "EPARNES"* (Vol. 1). Club Universitario.

Banco Central de Honduras. (31 de Mayo de 2018). *Precio promedio del dólar - Serie mensual*. Obtenido de BCH: http://www.bch.hn/tipo_de_cambiom.php

Banco Mundial. (10 de Abril de 2018). *Energía*. Obtenido de <http://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview>

Canseco, M. (Julio de 2010). *Energías renovables en América Latina*. Obtenido de Fundación ciudadanía y valores: http://plataforma.responsable.net/sites/default/files/1279184521_energias_renovables_en_america_latina.pdf

Castro, M. O. (2016). *Fesamericacentral*. Obtenido de Compromisos y Oportunidades para Honduras ante la firma del acuerdo de París sobre Cambio Climático: http://www.fesamericacentral.org/files/fes-america-central/actividades/honduras/Actividades_hond/160630_COP21/Nuevos%20Compromisos%20en%20Honduras_B.pdf

Castro, M., Colmenar, A., Carpio, J., & Guirado, R. (2006). *Energía solar térmica de Media y Alta temperatura*. España: Artes Gráficas.

Congreso Nacional. (27 de Enero de 2010). *República de Honduras. Visión de país 2010-2038 y Plan de Nación 2010-2022*. Obtenido de https://eeas.europa.eu/sites/eeas/files/lc_10.pdf

Dickson, D. (1978). *Tecnología alternativa y políticas del cambio tecnológico*. Obtenido de <http://www.a16-01.com/pdfs/CAU/1978/CAU780101053.pdf>

Directivos del Consejo Mundial de Energía. (2013). *World Energy Council*. Obtenido de Recursos energéticos globales: <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2014/04/Traduccion-Estudio-Recursos-Energeticos1.pdf>

EEH. (2018). *EEH*. Obtenido de <https://www.eeh.hn/es/ipaginas/ver/55/tarifas-de-energia>

EEH. (Julio de 2018). *EEH*. Obtenido de <https://www.eeh.hn/es/ipaginas/ver/55/tarifas-de-energia/>

ENEE. (2016). *Plan Estratégico Empresa Nacional de Energía Eléctrica 2016-2020*. Obtenido de ENEE: http://www.enee.hn/planificacion/2017/boletines/PEI%20ENEE%202016-2020_dic_1_MRPV.pdf

ENEE. (02 de mayo de 2018). *Empresa Nacional de Energía Eléctrica*. Obtenido de Inauguran primera planta generadora de energía geotérmica en Honduras: <http://www.enee.hn/index.php/component/content/category/156-periodistas>

Energy, K. N. (2015-2018). *Europe-Solarshop.com*. Obtenido de <http://www.europe-solarshop.com/kaco/kaco-blueplanet-3-0-tl1.html>

García Villas, M. (2010). *Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo*. Madrid: IEPALA.

González, J. (2009). *Energías renovables*. Barcelona: Reverté.

Instituto Nacional de Estadística. (2016). *INE Honduras*. Obtenido de Boletín cifras de país 2010-2017:

<http://www.ine.gob.hn/images/Productos%20ine/Boletines/Boletin%202017/BOLETIN%20CIFRAS%20DE%20PAIS%202010%20-%202016.pdf>

International Renewable Energy Agency. (2016). *Análisis del mercado de energías renovables*.

Obtenido de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_Market_Analysis_Latin_America_summary_ES_2016.pdf?la=en&hash=91515195FAA6AAF26969178D5D811456B7C3814D

Kaltschmitt, M., Streicher, W., & Wiese, A. (2007). *Renewable energy*. Obtenido de

Technology, Economics and Environment: <https://actualidadunah.files.wordpress.com/2009/08/renewable-energy-technology-economics-and-environment-m-kaltschmitt-et-al-springer-2007.pdf>

Martínez, A. R. (2016). *Energía solar fotovoltaica integrada en la edificación*. Universidad de la Rioja.

Méndez, R. (09 de Noviembre de 2012). *Energía solar fotovoltaica*. Obtenido de Energía solar:

<http://www.energiasolar.gub.uy/documentos/DataRoomFV.pdf>

Redalyc. (2004). *Red de revistas científicas de América Latina y El Caribe, España y Portugal*.

Obtenido de La energía eólica en España: <http://www.redalyc.org/html/176/17603503/>

REN21. (2016). *Energías renovables 2016. Reporte de la situación mundial*. Obtenido de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf

República de Honduras. (18 de Noviembre de 2015). *La Gaceta*. Obtenido de Comisión Reguladora de Energía Eléctrica CREE: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/hon150993.pdf>

Rojas Navarrete, M. (Diciembre de 2017). *Comisión económica para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), 2016: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42720-estadisticas-subsector-electrico-paises-sistema-la-integracion-centroamericana>

Rojas, M. E. (Diciembre de 2017). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Sede subregional en México*. Obtenido de Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA): https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42720/4/S1701275_es.pdf

Rytoft, C. (2015). *ABB review*. Obtenido de Energía Solar: https://library.e.abb.com/public/e5c9a44dae034dcb83cef3a96527160e/Revista%20ABB%202-2015_72dpi.pdf

Sercom de Honduras. (2004). *Código de conducta de Claro*. México.

Sistemas Solares de Honduras S.A. de C.V. (2018). *Propuesta técnica-financiera Claro-Plantel en CC Los Castaños*. Tegucigalpa.

SMA. (2016). *SMA*. Obtenido de <https://www.sma.de/es/productos/inversor-fotovoltaico.html>

Solar World. (2017). *SolaricaShop.com*. Tegucigalpa: https://www.solaricashop.com/solar-panels/solarworld.html?gclid=Cj0KCQjwjN7YBRCOARIsAFcb934SMVkdAgkAAm1bcOYr8POriVFfa2mTDo1uJdzbc17lrOZR7oiiWUEoaAh-7EALw_wcB.

Velez, P. (2016). *Enciclopedia Financiera*. Obtenido de <https://www.encyclopediainanciera.com/finanzas-corporativas/valor-presente-neto.htm>

World Bank. (2016). *Banco Mundial*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/eg.elc.accs.zs>

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta

- 1 Género
- 2 Edad
- 3 Seleccione el nivel de estudio al que pertenece:
- 4 ¿Cuántas personas viven en su casa (incluyéndose usted)?
- 5 Aproximadamente, ¿Cuánto paga de energía eléctrica al mes?
- 6 ¿Usted está conforme con el servicio de energía eléctrica brindado por la EEH?
¿Qué tipo de impases experimenta frecuentemente con el sistema de energía eléctrica? (puede seleccionar más de 1)
- 7
- 8 ¿Ha escuchado sobre la energía renovable?
- 9 ¿Cuál es el grado de importancia de utilizar energía renovable?
- 10 ¿Qué tipo de energía renovable considera que tiene mayor impacto en la sociedad?
¿Cuáles son las ventajas de la instalación de energía solar por medio de paneles? (puede seleccionar más de 1)
- 11
- 12 ¿Conoce si existe una empresa que utilice energía renovable en sus instalaciones?
- 13 ¿Estaría de acuerdo que se implemente energía renovable en este edificio?
- 14 ¿Cuál sería el espacio físico adecuado para instalar paneles solares en este edificio?
- 15 ¿Cree que la instalación de paneles solares otorga una mejor imagen a la empresa?
- 16 ¿Qué tipo de beneficios obtendrá la empresa al instalar paneles solares? (puede seleccionar más de 1)
- 17 ¿Sabe quién realiza el mantenimiento de una instalación de paneles solares?
En su opinión, ¿Quién cree que tiene el papel principal para controlar el consumo de energía? (puede seleccionar más de 1)
- 18
- 19 ¿Considera usted que el gobierno debería facilitar la producción de energía por medio de paneles solares?
- 20 ¿Qué método de ahorro de energía utiliza en su hogar y lugar de trabajo? (puede seleccionar más de 1)
- 21 ¿Estaría dispuesto a implementar paneles solares en su hogar?
- 22 ¿Considera que la energía eléctrica es costosa en nuestro país?
- 23 ¿En qué productos que utilizan energía solar estaría dispuesto a invertir? (puede seleccionar más de 1)
- 24 ¿Estaría dispuesto a evitar la contaminación del ambiente utilizando energía limpia y renovable?
¿Cuál considera que es la principal causa por la que existen pocas empresas que suministren energía?
- 25 (puede seleccionar más de 1)

Anexo 2. Entrevista

Entrevista

Buen día. Nosotras somos estudiantes de postgrado de UNITEC y estamos trabajando Por ello venimos a solicitarle de su apoyo contestándonos algunas preguntas, ya que

Cuál es su nombre completo?

Cuál es el nombre del puesto dentro de la empresa?

- 1 ¿Tiene conocimiento si existen empresas dedicadas a comercializar energía renovable?
- 2 ¿Qué porcentaje de energía renovable producida en el país es exportada?
- 3 ¿Cuál es el costo de KW producido con energía eléctrica y energía solar fotovoltaica?
- 4 ¿Qué representa la energía solar para el medio ambiente de la ciudad de Tegucigalpa?
- 5 ¿Cómo se compara la energía solar con otras fuentes convencionales utilizadas actualmente en Sercom de Honduras?
- 6 ¿Dónde se almacena la energía producida por los paneles solares?
- 7 ¿Cómo se calcula la cantidad de energía producida por los paneles solares?
- 8 ¿Cuál sería la modularidad fotovoltaica que se pueda implementar en el edificio Castaños?

- 9 ¿Existen limitaciones para la instalación de un sistema de energía solar en el área donde se encuentra ubicado el edificio?
- 10 ¿Cuál sería el mejor espacio físico donde se puedan instalar los módulos fotovoltaicos?
- 11 Además del costo, ¿Qué otras ventajas existen al utilizar un sistema solar fotovoltaico?
- 12 ¿Cuánto es el tiempo máximo que la oficina podría laborar solamente con energía producida por paneles solares?
- 13 ¿Sería posible recibir incentivos del gobierno para apoyar la energía fotovoltaica en la empresa privada como parte de un plan de cambio de la matriz de energía del país?
- 14 ¿Quién sería el responsable de la ingeniería y el montaje del sistema fotovoltaico?
- 15 ¿Qué se puede hacer para evitar afectaciones en el sistema fotovoltaico causado por tormentas?
- 16 ¿Cuál es la vida útil de los paneles solares?
- 17 ¿Los paneles solares requieren de mantenimiento periódico y cómo debe ser?
- 18 Aproximadamente, ¿Cuánto sería el costo de un sistema fotovoltaico instalado en el edificio Castaños?
- 19 ¿Quiénes serían los principales proveedores de módulos solares en el país?
- 20 ¿Considera que en un país como Honduras, es accesible para las empresas privadas la implementación de energía renovable fotovoltaica?

Anexo 3. Cotización 1: Solaris



Resumen Ejecutivo

La presente propuesta está orientada al diseño, desarrollo, e instalación de varios sistemas de generación de energía eléctrica fotovoltaica para la empresa CLARO.

SOLARIS propone diseñar un proyecto llave en mano constituida por una planta fotovoltaica (FV) de una capacidad total de 330 kWp. SOLARIS se compromete a instalar los mejores equipos, proveer soluciones y soporte de la más alta calidad.

El objetivo de este proyecto es desarrollar un sistema fotovoltaico de conexión al centro de carga de CLARO Clave 1453800 para la generación propia de energía eléctrica. La planta fotovoltaica cuenta con un sistema inteligente de gestión eléctrica que optimiza el autoconsumo de la energía generada con el suministro de la red eléctrica nacional, así como con un sistema de monitorización adecuado.

La oferta y cálculos técnicos-financieros, está basada en la información obtenida por nuestros técnicos y los planos e información sobre el consumo eléctrico de la planta.

Para nuestro análisis nos apoyamos en métodos modernos, innovadores y técnicos, que sumado al apoyo proporcionado por los mejores y más reconocidos proveedores del mundo. También puede contar con la larga experiencia de empresas hondureñas especializadas en el rubro de energía fotovoltaica y eficiencia energética, ofreciéndole el mejor mantenimiento y la garantía a largo plazo de su inversión.

En el presente documento describimos la oferta técnica-financiera de la instalación llave en mano, del proyecto fotovoltaico para CLARO Clave 1453800. Este proyecto reducirá los costos de energía mensual y al mismo tiempo generar responsabilidad social con su contribución a la reducción de CO2 en el medioambiente.

I. Introducción

Proyecto CLARO clave 1453800

Se construirá una planta de producción de energía fotovoltaica con una potencia instalada de **330 kWp** con conexión al centro de carga de **CLARO**. La planta fotovoltaica deberá contar con un sistema inteligente de gestión eléctrica que optimice el autoconsumo de la energía generada con el suministro de la red eléctrica nacional, así como con un sistema de monitorización adecuado. Además, las pérdidas por caída de tensión serán inferiores al 1,5 % de la tensión nominal, siendo aconsejable que no superen el 0,5%.

Toda la instalación y conexión interna deberá ser realizada por el contratista, debiendo dejar operando el sistema. En el caso que exista una interconexión con la red de distribución de la empresa nacional de energía eléctrica (ENEE), la misma debe coordinarse con esta empresa nacional y será ésta quien realice la conexión externa a la red, siendo importante resaltar que la ENEE no construye, es decir, cualquier infraestructura necesaria para realizar esta conexión deberá ser realizada por el dueño del proyecto.

II. Solución Propuesta

El Ambito de Trabajo

Los proyectos llave en mano de SOLARIS tienen un alcance iniciando con el acercamiento al cliente, diseño, suministro de materiales e equipos, instalación, mantenimiento, capacitación y soporte.

Descripción del Proyecto

Dada el área disponible para la planta solar, la radiación solar en esa zona geográfica y teniendo en cuenta el objetivo principal de maximizar la producción de energía y garantizar una larga vida útil, SOLARIS propone:

- **Módulos solares:**

Potencia unitaria de **325 Wp**, utilizando **1,016 módulos solares** en total para sumar **330 kWp**, dichos módulos del fabricante SOLAR WORLD, con el modelo 325 Monocristalinos, considerados los módulos más eficientes y de mejor calidad del mercado internacional. Garantía lineal de 25 años.

- **Inversores:**

Inversores de la marca SMA, los cuales son inversores con una alta eficiencia de 98.5%. Al tener múltiples inversores incrementamos la eficiencia la generación de energía ya que las sombras que puedan darse por nubes puntuales afectaran a solo una parte de la instalación, de igual forma al hacer mantenimiento preventivo o correctivo a los inversores no se verá afectada toda la instalación ya que podremos apagar o desconectar la planta fotovoltaica por secciones correspondientes a cada uno de los inversores, además de lo anterior los inversores cuentan con un sistema de doble MPPT lo que garantiza el máximo aprovechamiento de la energía captada por los módulos solares. Estos inversores podrán ser monitoreados remotamente por CLARO y por el departamento técnico de SOLARIS, dicho sistema brinda información de múltiples parámetros.

- **Cableado:**

Los circuitos de cableado en AC como en DC están dimensionados de tal forma que las pérdidas por caída de tensión sean mínimas en el caso del cableado en DC se conducirán por separado los positivos y los negativos con cableado de doble aislamiento, con protección contra rayos UV e ignífugo, especializado para instalaciones fotovoltaicas. En el lado de AC la instalación contara con breakers de desconexión y protección por cada inversor y un interruptor principal para la desconexión de toda la planta fotovoltaica.

- **Interconexión:**

El punto de interconexión con la red se hará en el centro de carga principal del sitio o de no ser posible por tema de espacio se hará en el banco de transformadores que alimenta ese centro de carga.

- **Instalación:**

Los plazos de instalación serán de 2 meses comenzando desde el primer desembolso.

- **Operación y Mantenimiento:**

Como párate de la oferta incluimos dos visitas de mantenimiento por el primer año de operación del sistema. Los costos de O&M del primer año están incluidos dentro de la oferta proporcionada. Después del primer año se podrá firmar un contrato mantenimiento.

Adicionalmente se entregará mensualmente un reporte de generación del sistema.



Se instalarán pasillos de manteniendo con el fin de facilitar los accesos de mantenimiento y extender la protección de los techos. Los pasillos de manteniendo serán fabricados de hierro galvanizado para garantizar una larga vida útil.

- **Estructura:**

Los módulos fotovoltaicos serán instalados sobre una estructura fija de aluminio o hierro galvanizado al caliente lo cual garantiza una larga vida útil y gran resistencia a la carga de viento.

Solución Propuesta

Resumen			
Nombre de Proyecto:	CLARO clave 1453800	Fuente de datos Radiación Solar:	Meteonorm
Ubicación:	Tegucigalpa	AZIMUT (α):	-90 °
Latitud:	14.10 N	INCLINACIÓN (β):	15 °
Longitud:	87.18 W	ORIENTACION	S
Altitud:	952.00	CAPACIDAD DE TECHO DISPONIBLE (M2)	6,015 M2
Análisis Energético			
Potencia Pico Instalada	330 kWp	DEMANDA ANNUAL	571,840.00 kWh/año
		COBERTURA DE DEMANDA ENERGETICA	78%
Producción Especifica	1350 kWh/kWp/año	AREA REQUERIDA (MODULOS)	2538 M2
Producción Anual de Instalación	445,500 kWh/año	PORCENTAGE DEL TECHO UTILIZADO	42%

Análisis Ambiental				
	Contribucion de la reduccion de CO2			
	Kilos de CO ₂ al año:			282,759
	Tons. CO ₂ en 25 años:			6468
	Masa forestal necesaria para absorber dicha emisión de CO2 (Hectárea):	446 Ha		Nº de hogares abastecidos con esta instalación (Estimando un consumo de 1200 kWh/año):

III. Monto de Inversión

El proyecto planta fotovoltaica para **CLARO clave 1453800** será de una potencia instalada de Total de **330 kWp**, el precio del sistema **1.80 US\$/Wp**, Total de **594,000.00 US\$ (ISV NO INCLUIDO)**. El proyecto llave en mano incluye mano de obra, equipo, suministro de materiales, obra civil y capacitaciones. Los precios presentados en esta propuesta están sujetos a cambios basados en cambio de potencia o equipo.

Para el cálculo de la rentabilidad, se asume que el pago de la tarifa eléctrica es de 0.18 \$/kWh. Conservadoramente se considera una inflación en la tarifa eléctrica de 5%.

Anexo 4. Cotización 2: Siesol



Cotización

Fecha: 01/06/2018

Cliente: Juan Jose

Condición de Pago: Por Acordar Tel 33908484

Por medio de la presente nos es grato cometer a consideración nuestra oferta.

CANTIDAD		pu	TOTAL
210	Sistema de conexión a red de: 52.50 kWp		\$ 111,562.50
5	Paneles de 250w Inversor de: 10.0 kW Instalacion completa		
	Produccion anual estimada de: 68250 kWh Anuales Cobertura Estimada 11%		
		SUB-TOTAL	\$ 111,562.50
		ISV	\$ 16,734.38
		TOTAL	\$ 128,296.88

Elizabeth Gehl
Conexión a Red

Aceptado

Anexo 5. Cotización 3: EOS POWER



30 paneles Solar World, 1 inversor

Precio: USD **USD \$ 8,554.99 + tax**

Precio Normal: USD \$ 10,251.00

Cuotas desde: **USD \$ 569.00**