



**FACULTAD DE POSTGRADO**  
**TESIS DE POSTGRADO**  
**“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD: IMPLEMENTACIÓN DE UN**  
**PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA**  
**FOTOVOLTAICA, CASO UNITEC-TEGUCIGALPA”**

**SUSTENTADO POR:**

**ARLEN GABRIELA BRIZUELA RIVERA Y**  
**CLAUDIA MICHELE SUAZO MEDINA**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE**  
**MÁSTER EN DIRECCIÓN EMPRESARIAL Y MÁSTER EN**  
**FINANZAS**

**TEGUCIGALPA, F.M., HONDURAS, C.A.**  
**JUNIO, 2016**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**LUIS ORLANDO ZELAYA MEDRANO**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**MARLON BREVÉ REYES**

**DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO**

**JOSÉ ARNOLDO SERMEÑO LIMA**

**“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD: IMPLEMENTACIÓN DE UN  
PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA  
FOTOVOLTAICA, CASO UNITEC-TEGUCIGALPA”**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN  
DIRECCIÓN EMPRESARIAL Y MÁSTER EN FINANZAS**

**ASESOR**

**ARY NECTALI ÁVILA VÁSQUEZ**

**MIEMBROS DE LA TERNA:**

**MARCO ANTONIO MARTÍNEZ**

**JORGE CENTENO**

**JAVIER SALGADO**



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD: IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE GENERACION DE ENERGÍA FOTOVOLTAÍCAFOTOVOLTAICA, CASO UNITEC-TEGUCIGALPA”

### **NOMBRES DE LAS MAESTRANTES:**

ARLEN GABRIELA BRIZUELA RIVERA Y CLAUDIA MICHELE SUAZO MEDINA

#### **Resumen**

El presente trabajo detalla la investigación hecha para determinar la factibilidad de la implementación de un sistema fotovoltaico en UNITEC por medio de la sustitución parcial de la fuente energética actual. Se analizó el marco teórico de la energía renovable y se hizo un recuento de las leyes a tomar en cuenta para impulsar la instalación de un sistema fotovoltaico y que a partir de la Ley de Incentivos con Fuentes Renovables se ha visto el aumento en la ejecución de proyectos similares. Así, se hizo una investigación dentro de UNITEC para determinar el gasto energético y la capacidad a instalar de celdas solares en el campus, considerando las áreas de techo y el costo de instalación. Finalmente, se utilizaron indicadores financieros, como VAN y TIR, para determinar la factibilidad de la implementación de este sistema basado en dos escenarios que se diferencian por los precios disponibles en el mercado y las tasas de interés ofertadas por el sistema financiero. Se determinó que, al precio actual de la electricidad suministrada por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), utilizando la mejor tasa financiera y el mejor precio por kilowatt disponible en el mercado, el proyecto empezaría a tener ahorros a partir del año ocho por lo que la factibilidad del proyecto sería válida. **Palabras claves: Energía renovable, energía solar, energía fotovoltaica, UNITEC, VPN, TIR.**



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

**“FEASIBILITY ANALYSIS: PROJECT IMPLEMENTATION FOR GENERATION OF FOTOVOLTAIC ENERGY, CASE UNITEC-TEGUCIGALPA”**

### **NOMBRE DE LOS MAESTRANTES:**

**ARLEN GABRIELA BRIZUELA RIVERA Y CLAUDIA MICHELE SUAZO MEDINA**

#### **Abstract**

In this paper is detailed the research done to determine the feasibility of implementing a photovoltaic system on UNITEC by the partial replacement of the current energy source. The theoretical framework of renewable energy and specifically solar energy was analyzed, also the laws to take into account for the implementation of a photovoltaic system and how as from the implementation of the Ley de Incentivos con Fuentes Renovables the projects using renewable energy sources has increase in the country. An investigation was made within the university to determine energy expenditure and the ability to install photovoltaic cells on campus, taking into account the roof areas available, and the cost of installing a solar system according to these characteristics. Finally financial indicators such as NPV, TIR and payback period were used to determine the feasibility of implementing this system based on two scenarios: using the current rate paid to ENEE and assuming an increase of the cost of this energy. It was determined that, at the current price of electricity supplied by the Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), using the best financial rate and best price per kilowatt on the market, the project would begin to have savings from year eight and the feasibility of the project will be valid. **Key Words: Renewable Energy, Solar Energy, Photovoltaic energy, UNITEC, TIR y VAN**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos el presente trabajo a nuestros seres queridos que nos apoyaron durante todo este proceso y supieron darnos el empuje necesario para continuar y finalizar este reto.

## AGRADECIMIENTO

A **Dios**, porque aunque a veces nos perdemos siempre está ahí para tomarnos de la mano e indicarnos el camino correcto. Por permitirnos dar este paso en nuestra educación y darnos la fortaleza necesaria para culminar esta etapa que nos permitirá la apertura de más puertas.

A nuestros **padres** que durante aproximadamente 18 años de estudios a lo largo de nuestras vidas, no permitieron que nos diéramos por vencidas y nos estimularon la necesidad de aprendizaje, no solo de los libros y de los maestros, sino también de la vida; nos enseñaron que la educación acompañada de valores es la base para el desarrollo pleno y generaron la necesidad de mejorar continuamente para desenvolvernos como personas de bien en cada una de las situaciones que se nos presentan.

A nuestros **hermanos** por apoyarnos y empujarnos en los momentos de desánimo para que culmináramos esta gran etapa de nuestras vidas.

A nuestro asesor, licenciado **Ary Nectalí Ávila Vásquez**, quien nos guió durante este proceso y se tomó el tiempo necesario para revisar este documento, además de aportarnos sus conocimientos y experiencias para que la investigación tuviera un enfoque atrayente y factible para su ejecución.

A **UNITEC** por permitirnos realizar este trabajo de investigación y habernos dado la información necesaria para su ejecución y, sobre todo, por habernos impartido una educación de gran calidad a lo largo de la carrera, así como las herramientas necesarias para poder desarrollarnos como profesionales en un mundo altamente competitivo.

Y a todos aquellos que contribuyeron a lo largo de estos años a la culminación de esta etapa en nuestra vida profesional. ¡Gracias!

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	5
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 OPCIONES DE ENERGÍA RENOVABLE .....	5
2.1.1 ENERGÍA SOLAR.....	11
2.2 ENTORNO SOCIECONÓMICO .....	15
2.2 TEORÍA DE SUSTENTO .....	19
2.2.1 PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE EN EL PAÍS .....	19
2.2.2 PROYECTOS BASES QUE CONTRIBUYEN A LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.2.2 ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS.....	23
2.2.3 METODOLOGÍA A UTILIZAR.....	26
2.3 CONCEPTUALIZACIÓN .....	30
2.4 INSTRUMENTOS UTILIZADOS .....	30
2.5 MARCO LEGAL.....	31
2.5.1 NORMATIVA ENERGÉTICA .....	31

2.5.2	BANCO CENTROAMERICANO DE INTEGRACIÓN ECONÓMICA (BCIE).	34
2.5.3	AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA RENOVABLE.....	35
2.5.4	ASOCIACIÓN HONDUREÑA DE PRODUCTORES PRIVADOS DE ENERGÍA RENOVABLE (AHPPER).....	36
CAPITULO III. METODOLOGÍA .....		36
3.1	METODOLOGÍA UTILIZADA.....	37
3.2	LIMITANTES.....	38
3.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS .....	39
3.4	RECOLECCIÓN DE DATOS .....	39
CAPÍTULO IV. RESULTADO Y ANÁLISIS.....		40
4.1	CÁLCULO DE POTENCIA DE LA PLANTA SOLAR .....	40
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		57
5.1	CONCLUSIONES .....	57
5.2	RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA .....		59
ANEXOS .....		61
ANEXO 1 .....		61
ANEXO 2.....		62

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Demanda de hidrocarburos por sector en Centroamérica, 2008. ....	8
Figura 2. Perspectivas de crecimiento de la demanda mundial de energía primaria. ....	10
Figura 3. Mapa de irradiación global horizontal sobre Honduras. ....	12
Figura 4. Sistema fotovoltaico propuesto a UNITEC. ....	13
Figura 5. PIB vs Consumo de energía. ....	17
Figura 6. Parque Solar de Embotelladora de Sula, S.A. ....	21
Figura 7. Enfoques de investigación. ....	26
Figura 8. Relación incertidumbre-inversión en el ciclo del proyecto. ....	28
Figura 9. Área disponible para paneles solares. ....	41
Figura 10. Dimensiones panel solar YL260P-29b. ....	42
Figura 11. Consumo en Kw Campus UNITEC Tegucigalpa Año 2015 y 2014 respectivamente. ....	45
Figura 12. Tarifa ENEE para sector industrial pequeño 2015 (Tarifa “C”) ....	46
Figura 13. Datos generales (Escenario 1). ....	47
Figura 14. Cálculo de ahorro. ....	48
Figura 15. Línea de créditos proyectos de energía renovable. ....	49
Figura 16. Datos para el cálculo del costo de recurso propio. ....	49
Figura 17. Cálculo del costo ponderado de capital. ....	49
Figura 18. Datos deuda. ....	50
Figura 19. Cálculo de intereses y cuotas de capital para préstamo. ....	50
Figura 20. Flujos de efectivo primer escenario. ....	51
Figura 21. Cálculo de TIR Y VAN. ....	52
Figura 22. Datos generales (Escenario 2). ....	53
Figura 23. Cálculo del costo ponderado de capital. ....	53
Figura 24. Datos deuda escenario 2. ....	54
Figura 25. Cálculo de intereses y cuotas de capital para préstamo escenario 2. ....	54
Figura 26. Flujos de efectivo segundo escenario. ....	55
Figura 27. TIR y VAN segundo escenario. ....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Reservas de carbón al final de 2011. Unidad en mil millones de toneladas.....	6
Tabla 2. Formas de aprovechamiento del petróleo en la industria en general.....	7
Tabla 3. Valores de referencia del equipo y su potencia.....	14
Tabla 4. Cálculo de áreas a utilizar.....	41
Tabla 5. Desglose de costo por Kw instalado (Escenario 1).....	43
Tabla 6. Desglose de costo por Kw instalado (Escenario 2).....	44
Tabla 7. Consumo energético mensual UNITEC.....	45

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Área del panel solar.....	42
Ecuación 2. Área requerida por panel.....	42
Ecuación 3. Potencia instalada. ....	43
Ecuación 4. Energía producida.....	43
Ecuación 5. Inversión inicial requerida Escenario 1. ....	44
Ecuación 6. Inversión inicial requerida Escenario 2. ....	44
Ecuación 7. Variación anual requerida por UNITEC.....	46

# CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a la investigación del impacto económico producido por una sustitución parcial de electricidad abastecida por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), por energía solar en las instalaciones de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) Tegucigalpa. El impacto se obtuvo basándose en los costos estimados de instalación, según la cantidad necesaria de celdas fotovoltaicas que el campus requiere, así como en el gasto promedio de energía eléctrica incurrido por UNITEC, en 2015.

La investigación tiene su principal sustento en el reiterado apoyo a la inversión que el gobierno de la República ha hecho en el sector de la energía renovable debido al incremento del precio de la energía eléctrica en las últimas décadas, así como en una mayor conciencia a nivel mundial de impulsar un desarrollo sostenible.

Como se muestra en el documento, cada vez son más las viviendas, empresas públicas y privadas que buscan nuevas alternativas energéticas, lo cual además de favorecer su presupuesto organizacional, contribuye a la preservación del medio ambiente a nivel mundial.

Se expone que mediante la instalación de paneles solares en el campus no solo se disminuirá el gasto de energía eléctrica, sino que también UNITEC se promoverá como una institución emprendedora en ese campo.

La revisión bibliográfica analizada dentro de la investigación, describe por qué la energía solar es la mejor opción para el consumidor de acuerdo con la situación actual del país y la situación climática mundial, así como las leyes que el Congreso Nacional de Honduras, ha creado en apoyo al sector de la energía renovable y favorecen el precio, al tiempo de dar la oportunidad a personas naturales y jurídicas de producir, vender y consumir energía limpia.

La investigación se desarrolla mediante el uso de datos cualitativos y, principalmente, cuantitativos. Como principal herramienta del trabajo figuran las entrevistas que se hicieron a las

personas involucradas dentro de UNITEC, con temas de pagos, adquisición y desarrollo de nuevos proyectos. Mediante los datos obtenidos por medio de las entrevistas, la revisión bibliográfica y un análisis financiero se define si la inversión es factible, es decir, si el ahorro estimado a futuro derivado de la utilización de celdas solares es representativo ante los montos pagados actualmente a la ENEE.

En relación a los resultados obtenidos del estudio financiero, se dan conclusiones y se proponen recomendaciones, ligadas al objetivo principal de la investigación y dependiendo de estos resultados se plantea la aplicabilidad del proyecto.

El objeto final de esta investigación es la aplicabilidad de un sistema solar para el Campus UNITEC-Tegucigalpa, de forma que permita un ahorro en el gasto económico anual y contribuya a colocarla como una institución emprendedora en Honduras.

## **1.2 ANTECEDENTES**

Hoy día, se está dando énfasis al uso de los recursos naturales, principalmente limpios, en la generación eléctrica, no solo por los costos que genera la energía tradicional, sino por el impacto que tiene en el planeta la extracción de los carburantes fosilizados.

Los fenómenos ambientales, no solo en el país, sino en el mundo, tienen repercusiones en la naturaleza y la vida en general por la quema de carburantes que producen gases de efecto invernadero que son dañinos para la capa de ozono de la atmósfera y generan fenómenos climatológicos que en muchas ocasiones ocasionan estragos materiales y pérdida de vidas, además que encarecen ciertos insumos dependiendo de su procedencia.

Debido a todo esto resalta la importancia de la energía limpia que se ha divulgado de forma creciente y cada vez son más los países que toman la decisión de hacer este tipo de inversiones.

Recientemente, en el país se le ha dado mayor importancia a la utilización de la energía solar como fuente alterna. Ya hay algunas comunidades que cuentan con ese sistema suministrado por el gobierno y se trata de comunidades que originalmente no contaban con tendido eléctrico y la

inversión para la construcción del sistema significaba un costo demasiado alto para el país y mejor se optó por instalar celdas fotovoltaicas para la producción de energía. Existen ya en el país varias empresas que han tomado la decisión de hacer esta inversión para asegurar un mejor futuro de forma económica y ambiental para las nuevas generaciones.

Tomando en cuenta todas estas iniciativas energéticas se genera la necesidad de estimular la inversión en energía limpia de todas las empresas posibles, incluyendo a UNITEC, y de alguna forma contribuir al mejoramiento continuo.

UNITEC es una institución privada de educación superior y fue fundada en el año 1987. Actualmente cuenta con seis campus ubicados en las ciudades más importantes del país, y cuenta con una población de más de 20 mil estudiantes (...) A partir del 2005 forma parte de Laureate International Universities, la Red de Universidades Privadas más grande del mundo. (UNITEC, 2016).

UNITEC es una Universidad Global y la única en Honduras que ofrece una amplia movilidad académica internacional para estudiantes y docentes, así como Intercambios académicos (...) El Programa de Emprendimiento, Valores y Liderazgo es un sello Institucional, que articula los valores, el liderazgo y el emprendimiento; es el programa de formación transversal encargado de generar, transmitir, fomentar la actitud emprendedora, el liderazgo y los valores en la comunidad Uniteista dentro y fuera de los espacios de aprendizaje; orientado a la formación de profesionales integrales, competentes, creativos con vocación de líderes; agentes de cambio, capaces de transformar y favorecer al entorno económico y social en que se desenvuelven; con capacidad y habilidades emprendedoras e innovadoras; preocupados por el crecimiento, renovación permanente de los más importantes valores humanos en el cumplimiento de sus objetivos. (UNITEC, 2016).

El Campus UNITEC-Tegucigalpa utiliza un sistema eléctrico conectado a la red de energía nacional; cuenta con aproximadamente ocho edificios y su uso varía desde lo administrativo, recreacional y de docencia para el alumnado. Además, actualmente se encuentran en construcción dos edificios más para continuar proporcionando educación de calidad en la capital de Honduras. Todos los edificios cuentan solamente con un contador para poder determinar el consumo mensual, razón por la cual de momento no se puede distinguir el consumo individual de cada una de las edificaciones y eso no permite distinguir cuál de los inmuebles produce el mayor gasto.

### **1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

UNITEC, como la mayoría de las empresas a nivel nacional, se ve afectada por el incremento del precio de la energía eléctrica, lo cual afecta cada año su presupuesto como organización. La completa dependencia que tiene la institución de la energía eléctrica proporcionada por la ENEE,

está probando que ese gasto crece de manera exponencial. Es así como se plantea la sustitución de una parte de la energía actualmente utilizada por la solar para determinar si ese cambio ofrece un beneficio a la universidad.

Además, se quiere contribuir en el uso de energía limpia demostrando su aplicabilidad para UNITEC de forma que sea un factor atrayente al público meta de la universidad.

### **1.3.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

1. ¿Cuál es el gasto anual del Campus de UNITEC Tegucigalpa en el pago de energía eléctrica?
2. ¿Cumplen las instalaciones de UNITEC Tegucigalpa con todos los factores requeridos para la instalación de paneles solares?
3. ¿Qué porcentaje de energía eléctrica puede ser sustituido por energía solar dentro de UNITEC-Tegucigalpa?
4. ¿Cuántos paneles solares son necesarios para cubrir con la energía que se desea sustituir?
5. ¿Generará un ahorro económico para las autoridades de Unitec, la instalación de paneles solares?

## **1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar la factibilidad de la implementación de un proyecto de generación de energía solar en UNITEC Tegucigalpa.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Elaborar un diagnóstico de la situación actual de la energía renovable.
2. Analizar el marco legal de la energía renovable en el país.
3. Viabilidad de la instalación de un sistema solar en el Campus UNITEC Tegucigalpa.
4. Determinar qué porcentaje de energía eléctrica se puede sustituir por energía solar dentro de UNITEC-Tegucigalpa.

5. Definir cuántos paneles solares son necesarios para generar la energía que se desea sustituir.
6. Comparar los gastos de energía eléctrica de UNITEC-Tegucigalpa con las erogaciones en las que se incurrirán al instalarse paneles solares.
7. De acuerdo con la situación de UNITEC y la viabilidad de la instalación del sistema solar, determinar la factibilidad del proyecto por medio de un análisis financiero, utilizando herramientas como TIR y VPN.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

Debido a los requerimientos de energía del país, el alto costo de los carburantes y la situación climática que empeora, se siente la necesidad creciente de utilizar fuentes alternativas de energía. La energía proveniente del sol es la más económica de implementar para el caso de estudio, ya que en los últimos años cada vez son más las empresas que se han sumado a la iniciativa de utilizarla como una opción benéfica y ha aumentado la demanda nacional de este sistema.

Con la presente investigación se desea demostrarle a UNITEC el beneficio que obtendrá la institución al sustituir parcialmente la energía eléctrica por solar, no solo en el aspecto financiero, sino que también a nivel de imagen corporativa, ya que es conocido su interés en ser reconocida como una universidad emprendedora y simpatizante con el cuidado del medio ambiente y esta podría ser una característica atrayente para mejorar el porcentaje de incorporación estudiantil.

# **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

## **2.1 OPCIONES DE ENERGÍA RENOVABLE**

De acuerdo a De Juana Sardón et al. (2013):

El desarrollo vertiginoso de las sociedades industrializadas ha sido posible por un consumo intensivo de combustibles fósiles, lo que ha conllevado una contaminación creciente del medio ambiente, que ha dado lugar a la aparición de fenómenos preocupantes, como el calentamiento global, la lluvia

ácida, la desertización, contaminación de agua dulce o la alteración de la capa de ozono, que pueden ocasionar graves perjuicios para la propia especie humana. (p. XV)

Es importante entender que la energía proveniente de carburantes fósiles también es un recurso natural, pero no es renovable. Se trata de la interacción solar con nuestra atmósfera y la vida vegetal que habita en la Tierra, la cual, al estar expuesta a los rayos solares absorbe pequeñas cantidades de radiación que convierte en energía por medio del proceso de fotosíntesis.

Según González, Pérez, Santos, Castro Gil, & Collado Fernández (2013):

Esta energía almacenada puede liberarse por oxidación (combustión) a un ritmo aproximadamente igual al de su almacenamiento. Sin embargo, una fracción diminuta ha sido almacenada a lo largo de millones de años, al quedar enterrada en condiciones de oxidación y desintegración incompletas, formando los combustibles fósiles: carbón, petróleo, gas, pizarras bituminosas, arenas asfálticas. (p. 26)

Sabemos que los combustibles fósiles se utilizan principalmente para producir energía, pero además son utilizados en la industria para cubrir ciertas necesidades de la vida diaria. Como podemos ver en la Tabla 1, los continentes que cuentan con la mayor reserva de carbón son: Asia y Oceanía, mientras que la región centroamericana no cuenta con una reserva que sirva para generar energía en comparación con el resto de continentes.

**Tabla 1. Reservas de carbón al final de 2011. Unidad en mil millones de toneladas.**

<b>Reservas de carbón 2011</b>	<b>Cantidad (Mil Millones de Toneladas)</b>
América del Norte	267,711
Central y Sur América	16,139
Europa	90,743

Eurasia	251,364
Medio Oriente	1,237
África	35,069
Asia y Oceanía	317,827

Fuente: (“International Energy Statistics - EIA,” s.f.) .

El carbón es utilizado para producir calor y ser aprovechado para la generación de otros productos. “Al ritmo actual de producción de las reservas globales estas se agotarían en 147 años. Y en la medida en que el carbón sustituya el petróleo y al gas, estas reservas sufrirán una drástica disminución” (González, Pérez, & Santos, 2009, p. 39)

El petróleo, por otro lado, es utilizado principalmente como fuente de calor y combustible, pero también tiene otros usos en la industria, los cuales podemos ver en la Tabla 2, y demuestra que su uso en la vida diaria es necesario.

**Tabla 2. Formas de aprovechamiento del petróleo en la industria en general.**

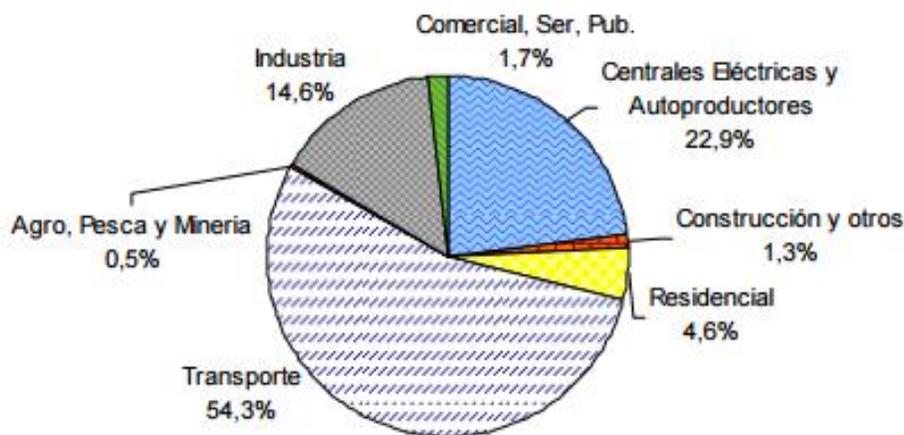
Estado Natural	Productos elaborados	Usos industriales
Sólidos (asfaltos, bitúmenes)	Vaselinas	Lubricantes
	Parafinas	Plásticos
	Alquitranes	Impermeabilizantes Pavimentos
Líquidos (crudos)	Fuel	Combustibles de centrales
	Gasóleo	térmicas
	Gasolina	Automoción

	Keroseno	Aviación
Gaseosos (gas natural)	Propano	Calefacción
	Etano	Cocción
	Butano	
	Metano	

Fuente: (González et al., 2009, p. 42).

Menéndez Pérez (1997), apunta: “En promedio, cada habitante de la Tierra consume 1.5 toneladas equivalentes de petróleo al año” (p. 30). Y de acuerdo a González et al. (2009) “(...) a este ritmo de producción las reservas mundiales se agotarán en un plazo de 40 años” (p. 43).

Por esto y lo expuesto en los Antecedentes de este documento es que se ve la necesidad de proponer esta opción de energía limpia, de forma que cualquiera que quiera contribuir con el planeta y, además, obtener un ahorro en la economía pueda acceder a cualquiera de estas opciones.



**Figura 1. Demanda de hidrocarburos por sector en Centroamérica, 2008.**

Fuente: (CEPAL, 2011).

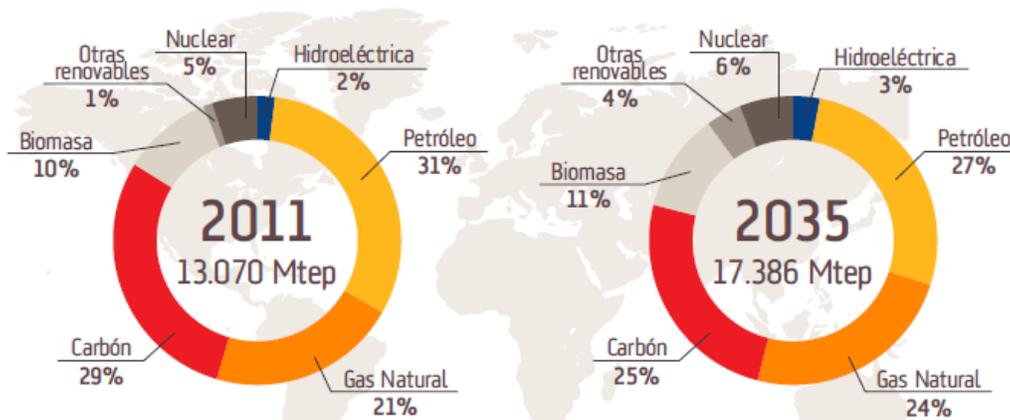
Las posibles fuentes de energía limpia son:

- **Energía hidráulica:** Utiliza el movimiento del agua como su fuente de generación energética. Este tipo de energía es virtualmente inagotable, ya que el agua no se destruye durante el proceso en el que se genera el trabajo necesario para producir energía.
- **Energía de biomasa:** Es la procedente de la naturaleza en forma de desperdicio biológico, de los residuos generados por el ser humano, ya sea en la elaboración de otros productos o en el diario vivir o mediante la realización de cultivos específicamente para ser utilizados con ese objetivo.
- **Energía eólica:** Es la proveniente de la utilización de la fuerza del viento por medio del uso de turbinas mecánicas que transforman el movimiento de las aspas por el viento en trabajo que genera energía.
- **Energía solar:** Es el aprovechamiento de la radiación electromagnética del Sol sobre la Tierra.

De acuerdo con Zelay, 2015, en su Manual para la Preparación de Auditorías Energéticas y Evaluación Financiera de Proyectos de Eficiencia Energética las principales ventajas de la utilización de energía renovable son:

- a. Disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero, durante su etapa de operación. Su explotación es respetuosa con el medio ambiente.
- b. Son inagotables y autóctonas. Su uso disminuye el grado de dependencia exterior y aumenta la seguridad del suministro.
- c. La mayor parte de ellas son gratuitas, aunque, los costos de inversión inicial pueden resultar más elevado que una instalación que opere en base a combustibles fósiles. Precisamente, este tema, es ampliamente discutido al momento de comparar generadores en base a combustibles fósiles versus generadores en base a fuentes renovables.
- d. Al estar mayoritariamente localizadas en las zonas rurales, su desarrollo, puede convertirse en una herramienta de prosperidad. Claro está, que todo dependerá de las políticas nacionales sobre este tipo de tecnologías.
- e. Por su novedad, dinamismo y margen de mejora tecnológica, el sector de las energías renovables constituye una importante fuente de generación de empleo y de inversión en Investigación, Desarrollo e Innovación para el país. Especialmente, esto aplica a los países altamente desarrollados. (p. 8)

Como podemos ver las ventajas de la utilización de energía renovable son altas de forma económica para los dueños de los sistemas, así como para las comunidades que se ven beneficiadas. Desde el punto de vista socioeconómico generan desarrollo de las poblaciones y eso se refleja en el desarrollo económico de cada país.



**Figura 2. Perspectivas de crecimiento de la demanda mundial de energía primaria.**

Fuente: (Zelaya, 2015).

El aumento de la demanda global mostrado en la figura 2 predice el aumento de la utilización de energía renovable en cualquiera de sus tipos y la disminución de uso del petróleo, gas natural, carbón y energía de origen nuclear.

La Agencia Internacional de la Energía (2011) afirmó que:

El desarrollo de tecnologías solares limpias, baratas e inagotables supondrá un enorme beneficio a largo plazo. Aumentará la seguridad energética de los países mediante el uso de una fuente de energía local, inagotable y, aún más importante, independientemente de importaciones, aumentará la sostenibilidad, reducirá la contaminación, disminuirá los costes de la mitigación del cambio climático, y evitará la subida excesiva de los precios de los combustibles fósiles. Estas ventajas son globales. De esta manera, los costes para su incentivo y desarrollo deben ser considerados inversiones; deben ser realizadas de forma correcta y ampliamente difundidas.

De acuerdo con Dolezal, Majano, Ochs, & Palencia (2013), en su reporte La Ruta hacia el Futuro para la Energía Renovable en Centroamérica:

La región ya es líder mundial en energía hidroeléctrica y energía geotérmica. Su participación de energía renovable hídrica del 13% es impresionante cuando se compara con el promedio global de solo 4%. La región ha acudido a fuentes de energía renovables generadas a nivel local por necesidad debido a la falta de recursos significativos de combustible fósil a nivel nacional y como resultado de la voluntad política que condujo a políticas iniciales y a inversión en energía limpia. (p. 78)

Al Gore (2007), en uno de sus discursos hizo notar que:

Tenemos las armas para luchar, lo que nos falta es compromiso. Es un desafío generacional. Podemos ser recordados como la generación autodestructiva y egoísta que no fue capaz de actuar o como la que demostró que es capaz de hacer lo que hay que hacer.

Así como lo narran los autores anteriores, la energía limpia representa una alternativa muy llamativa para la solución de muchos de los problemas económicos y de desarrollo que tienen los países centroamericanos, en los cuales la utilización de estas alternativas, aunque signifiquen un endeudamiento inmediato y momentáneo, no sería representativa en base a las deudas o pagos actuales en materia de energía a otros países, así como la pérdida de los recursos naturales no renovables que se estima para los próximos años y que es algo que no tiene precio. Es una inversión a futuro que requiere de una visión amplia en la cual se pueda ver el beneficio del país y el planeta a largo plazo, razón por la cual se debe tomar la iniciativa y empezar de alguna forma aportando a la iniciativa de la utilización de energía limpia en las comunidades a las que tenemos acceso.

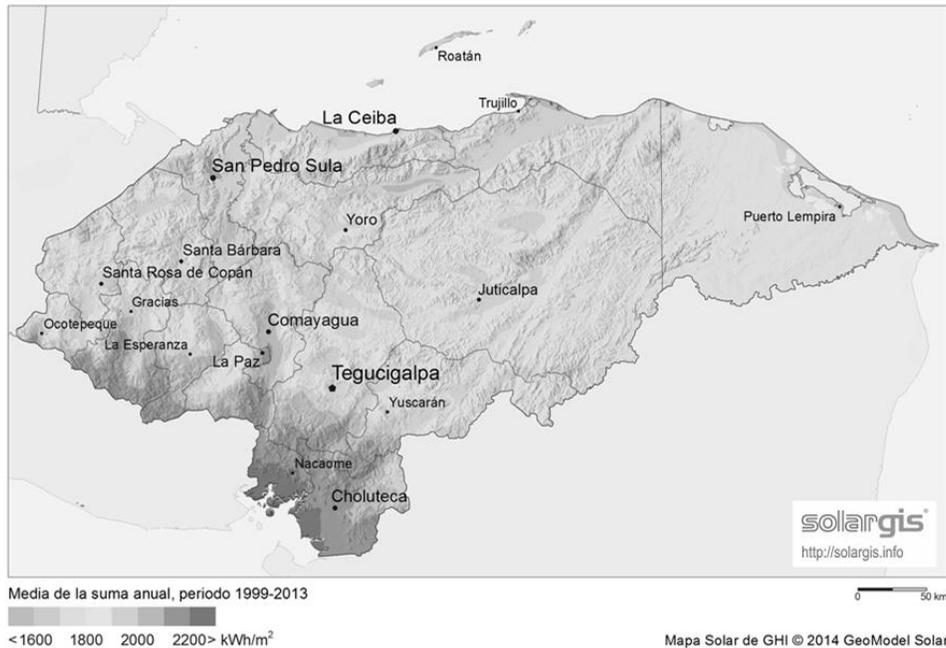
### **2.1.1 ENERGÍA SOLAR**

La propuesta para la solución del problema planteado en este documento es la utilización de energía solar como la fuente eléctrica alternativa en lugar de la producida por las fuentes que en este momento se utilizan en el país, por lo que describiremos sus beneficios y su forma de utilización.

“La energía solar fotovoltaica se basa en la utilización de células solares o fotovoltaicas fabricadas con materiales semiconductores cristalinos que, por efecto fotovoltaico, generan corriente eléctrica cuando sobre los mismos incide la radiación solar. El silicio es la base de la mayoría de los materiales más ampliamente utilizados en el mundo para la construcción de células solares.” (González et al., 2009, p. 252)

En la figura 3, se puede observar que Honduras cuenta con zonas de alto grado de incidencia de radiación, pero en general en casi todo el territorio hondureño se puede aprovechar el uso del Sol para producir energía.

En este estudio se debe tomar en cuenta la información para la instalación de un sistema fotovoltaico combinado. Ya que la sustitución que se propone es parcial, se plantea la utilización de un sistema de energía solar que proporcione parte de la electricidad que necesita la Universidad, y la otra parte continuará suministrada por la red de energía nacional.



**Figura 3. Mapa de irradiación global horizontal sobre Honduras.**

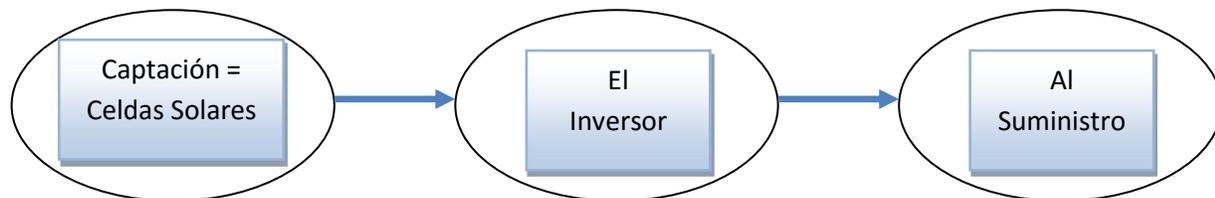
Fuente: ([http://solargis.info/doc/\\_pics/freemaps/1000px/ghi/SolarGIS-Solar-map-Honduras-es.png](http://solargis.info/doc/_pics/freemaps/1000px/ghi/SolarGIS-Solar-map-Honduras-es.png)).

Se debe entender cómo están formados estos sistemas para que puedan cumplir con su cometido. Para esto se desglosan sus componentes más importantes, los cuales de acuerdo con González et al., (2009) son:

- **Subsistema de captación:** Está constituido por el panel fotovoltaico, el cual tiene como función convertir la radiación solar que incide sobre él en electricidad. El panel cuya superficie más habitual se encuentre entre 0.5 m<sup>2</sup> y 0.8 m<sup>2</sup>, está integrado por un conjunto de células fotovoltaicas que se conectan en serie y paralelo con el propósito de lograr, para una radiación dada, unos determinados niveles de tensión e intensidad eléctrica. Asimismo, la estructura del panel proporciona resistencia mecánica y estanqueidad a las células, facilita la evacuación del calor de las mismas, incrementando así su rendimiento, y favorece la optimización de la captación de la radiación solar.
- **El subsistema de almacenamiento:** Tiene como función almacenar la energía eléctrica generada que no está siendo utilizada por el consumidor, ya que al ser la radiación solar variable no podría garantizarse, en el caso de ausencia de este subsistema, el suministro de energía en todo momento. Está compuesto por baterías conectadas en serie o en paralelo. De los distintos tipos de baterías que pueden ser empleadas, las de plomo ácido son las que mejor se adaptan a este tipo de generación, de hecho más del 90% del mercado corresponde a este tipo de baterías.
- **El subsistema de regulación:** Tiene como función evitar que las baterías reciban más energía que la máxima que son capaces de almacenar y prevenir las sobrecargas que agotarían en exceso la carga de la misma.
- **El subsistema convertidor de corriente:** Es el encargado de adaptar la energía producida por el panel fotovoltaico o la almacenada en las baterías, que es de tipo continuo, al tipo de energía, continua o alterna, solicitada por las cargas. En el caso de que la carga requiera consumir corriente alterna, el

convertidor consiste en un inversor, el cual transforma la tensión e intensidad continuas en tensión y corrientes alternas. (p. 253)

Este tipo de instalación se hace en función del aprovechamiento de toda la energía que se piensa producir, así como el ahorro en la compra de ciertos materiales, en este caso las baterías que no serán colocadas, ya que se pretende que la energía producida sea utilizada en el momento de su producción y el excedente se devolverá al sistema nacional, y durante las horas de poca o nula producción se mantendrá utilizando la proporcionada por la ENEE. De esta forma, se obtienen dos beneficios: El ahorro en cuanto a la compra de las baterías y el pago que debe generar la ENEE, por la compra de ese excedente de acuerdo con lo ratificado por la ley.



**Figura 4. Sistema fotovoltaico propuesto a UNITEC.**

Existen varios tipos de paneles solares en el mercado, según Pareja Aparicio (2010), se encuentran tres tipos principales de acuerdo con la fabricación mediante la cristalización del silicio:

- **Monocristalino:** Presenta una estructura cristalina completamente ordenada. Se obtiene de silicio puro fundido dopado con boro. Se reconoce por su monocromía azulada oscura y metálica.
- **Policristalino:** Presenta una estructura ordenada por regiones separadas. Las zonas irregulares se traducen en una disminución del rendimiento. Se obtiene de la misma forma que el monocristalino pero con menos fases de cristalización. Se distingue porque en su superficie se distinguen distintos tonos de azules y grises metálicos.

- **Amorfo:** Presenta un alto grado de desorden y un gran número de defectos estructurales en su combinación química. Su proceso de fabricación es menos costoso que los anteriores. Tiene un color homogéneo. (p. 16)

Para poder calcular la cantidad de células fotovoltaicas y baterías que son necesarias se debe tener en cuenta cuál será la demanda de energía y las condiciones climáticas para cada caso en particular.

Para obtener la demanda de energía, Pareja Aparicio (2010) nos dice que:

Hay que calcular la potencia total de las instalaciones teniendo en cuenta la potencia de cada equipo que se conecta a la instalación y las horas en las que estará en funcionamiento durante un día. A dicho término se le conoce como potencia máxima instalada a lo largo de un día o energía instalada, se simboliza por  $E_{potmaxdiaria}$  y las unidades son Whd (vatios hora al día). (p. 59)

**Tabla 3. Valores de referencia del equipo y su potencia.**

Equipo	Potencia (W)	Tiempo (Horas/Día)
Iluminación	10-20	1
Iluminación intensa	20-40	3
Televisor a color	50-100	3
Radiocasetera	5-15	1
Video	50	1
Lavadora	400	0.5
Plancha	120-600	0.25

Ordenador	200	0.5
Frigorífico	70-120	4
Congelador	90-150	5
Pequeños electrodomésticos	50-200	0.25

Fuente: (Pareja Aparicio, 2010, p. 61).

En la Tabla 3 se pueden observar algunos de los equipos más utilizados en una vivienda o un edificio y se detalla la potencia necesaria para que trabajen por el tiempo detallado de forma que en base a los cálculos obtenidos por cada equipo y su consumo se pueda obtener el gasto que se producirá. Además, para las condiciones climáticas a tomar en cuenta se deben definir las horas de irradiación solar pico, las cuales en Tegucigalpa son aproximadamente cinco, y los días de autonomía en los cuales haya poca o ninguna irradiación solar. De acuerdo con estos datos, se podrá calcular el ángulo de instalación de los paneles solares y la cantidad necesaria para producir la energía suficiente para sustentar eléctricamente una edificación.

## 2.2 ENTORNO SOCIECONÓMICO

En Honduras, no hubo un ente controlador de la energía eléctrica utilizada por los habitantes hasta la creación de la ENEE, en 1957. Antes de esto se usaban carburantes fósiles para sustentar las necesidades de electricidad en las ciudades y comunidades que tenían el acceso a este servicio, generalmente operado, administrado y controlado por cada comunidad.

Con la creación de la ENEE se buscó dar acceso a más pobladores a la energía eléctrica mediante el desarrollo de proyectos que contribuyeran a mejorar este alcance y de manera que el ente estatal se hiciera cargo de la distribución del fluido eléctrico y se pudiera controlar el consumo, al igual que buscar nuevas fuentes de energía basadas en los recursos naturales.

El primer proyecto basado en el uso de recursos naturales, es decir recursos que sean virtualmente inagotables, fue la central hidroeléctrica Cañaverl, que aprovecha el agua

proveniente del Lago de Yojoa, ubicado entre los departamentos de Cortés, Comayagua y Santa Bárbara, para generar energía.

Y gracias al estudio de firmas internacionales se definió la factibilidad de construir el proyecto denominado como el más grande en materia de energía renovable en el país hasta ese momento, la central hidroeléctrica “Francisco Morazán”, mejor conocida como “El Cajón”, cuya construcción comenzó en 1980. Ese embalse utiliza el agua proveniente de los ríos Humuya y Sulaco, para abastecerse y producir energía.

Después del inicio de operación en 1985 del proyecto El Cajón, de 300 MW, se dejaron de construir proyectos de relevancia por varios años. A inicios de los años 90 se dieron varios años consecutivos en que las lluvias no habían sido abundantes, lo cual precipitó el racionamiento que abrió el camino para la reforma 31. (p.15)

A partir de esta reforma se han generado varios proyectos basados en energía renovable que incluyen hidroeléctricas, parques eólicos y solares, así como el aumento del uso de biomasa para la generación eléctrica.

Honduras se anticipó a sus vecinos centroamericanos en la promulgación de las reformas al sector eléctrico, la cual data del año 1994. Su Ley Marco del Subsector Eléctrico estableció un modelo de mercado competitivo, privilegiando el libre acceso y la existencia de un sistema de precios que pretende equilibrios libres de oferta y demanda. (BCIE, 2010, p.12)

Gracias a los beneficios que ofrece esta ley se ha atraído a varios inversionistas y organismos internacionales que bajo programas de ayuda social han contribuido a que el acceso a la electricidad en cualquiera de sus formas, haya crecido y llegado a comunidades donde no era posible.

La capacidad instalada en Honduras se ha más que duplicado a partir de la promulgación de la Ley. Con esta nueva capacidad se logró mejorar sustancialmente la cobertura eléctrica, la cual en el año 1995 alcanzaba a tan solo un 45.3% de la población. En 1997 ese indicador había aumentado a 71.4%. (BCIE, 2010, p.16)

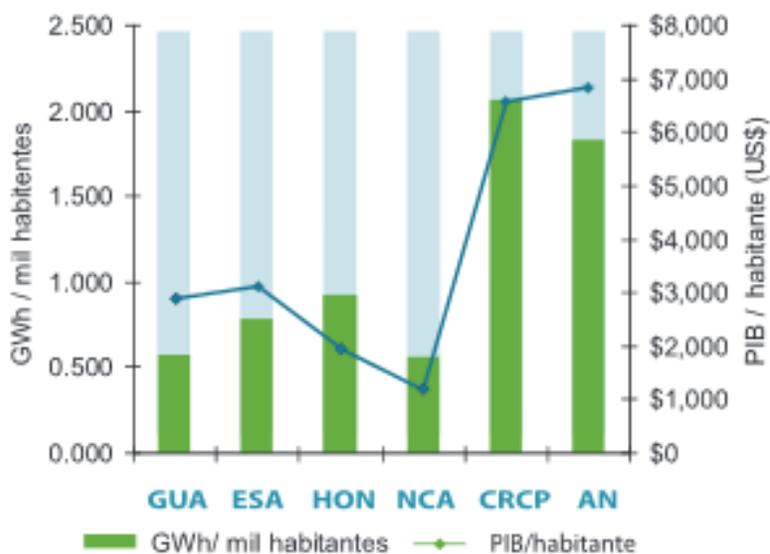
Es importante destacar la situación del país respecto a su situación socioeconómica y su evolución en el campo de la energía renovable.

Honduras es un país que se encuentra en el centro de la región centroamericana, cuenta con una extensión territorial de 111 mil 890 kilómetros cuadrados y se divide en 18 departamentos y

tiene una población de 8.7 millones de habitantes, un Producto Interno Bruto (PIB) per cápita de 2,346.7 dólares y una inflación anual de 2.36%.

El Distrito Central es el departamento más poblado de Honduras. Sus suelos son productores de arroz, café, caña de azúcar, frutales y maíz, tiene minería donde se extrae oro, plata, hierro y canteras de piedra caliza. Las ciudades de Tegucigalpa y Comayagüela albergan a los principales centros industriales de este departamento, posee instalaciones lácteas, cerámicas y de transformación. (Eco Honduras, 2016)

“A pesar de que mostró un crecimiento importante, superior al 6%, en los años anteriores a la crisis financiera internacional, su economía sigue siendo débil, y el ingreso promedio de sus habitantes sumamente bajo (US\$ 1.956 en 2008)” (BCIE, 2010, p.11).



**Figura 5. PIB vs Consumo de energía.**

Fuente: (BCIE, 2012).

Honduras, como un país cuya principal fuente económica es la agricultura, cuenta con altos porcentajes de analfabetismo, una tasa de criminalidad de acuerdo con el Banco Mundial (2015), “de las más altas del mundo (67 asesinatos por cada 100 mil habitantes en 2014)”, la cual desde los años 90 vio un aumento debido al aumento del crimen organizado y la pobreza, como lo indica la socióloga y actual rectora de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Julieta Castellanos, en su documento “Honduras: la violencia en cifras del 2001”.

En la década de los años noventa la violencia social y la delincuencia vinieron a sustituir la violencia política en la que había permanecido la región centroamericana en los años anteriores y que fue superada con los acuerdos de paz. En Honduras las estadísticas entre 1988 y el año 2000 arrojan un incremento de las denuncias en un 500%. Esta situación tiene varias causas entre las que se destacan: la cantidad de armas que quedaron en el país después del conflicto de la década anterior, el aumento del crimen organizado y el deterioro de la calidad de vida de los últimos años vinculado a un incremento acelerado de la pobreza.

Es conocido el interés de Centroamérica por mejorar sus indicadores macroeconómicos para poder proyectar una mejor imagen ante los inversores.

El acceso a crédito siempre ha sido uno de los principales problemas dentro de los proyectos de inversión de todo el país.

La experiencia en el financiamiento de proyectos del sector eléctrico ha llevado a los banqueros hondureños al convencimiento de que el análisis de las garantías en un crédito a este sector debe ser integral, y que debe comprender mucho más que la valoración de los activos fijos pignorados. Se asigna mucha importancia a la utilización de mecanismos legales (principalmente fideicomisos) que permitan el control bajo una sola figura de activos fijos y de los contratos, derechos y flujos de efectivo asociados al proyecto (BCIE, 2010, p.15).

Sobre este particular, la banca del país muestra clara preferencia por aquellos proyectos respaldados por contratos de construcción (EPC's), suscritos con empresas constructoras de trayectoria y por contratos de compra y venta formales (PPA).

El sistema bancario hondureño es compartido por bancos de capital local y bancos internacionales, prácticamente en iguales proporciones. Es una industria madura y consolidada, y en términos de tamaño acorde al tamaño de la economía. La banca de este país ha sabido acompañar con interés el proceso de expansión del sector eléctrico hondureño, y ha desarrollado las habilidades requeridas para entender el funcionamiento y evaluar los riesgos propios de un mercado eléctrico en libre competencia. (BCIE, 2010, p.15).

De acuerdo a Menéndez Pérez (1997):

En los países del Tercer Mundo los problemas conexos con el abastecimiento de energía y otros bienes aún más imprescindibles, como son el agua y los alimentos, son ya en algunos casos de magnitud relevante, pero sabemos que se pueden generalizar e incrementar en el futuro. En estos países las energías renovables pueden jugar un papel aún más importante que en los más ricos. (p.20)

Al Gore (2014), menciona en varios de sus discursos como el impacto climático tiene una reacción al precio de los alimentos y que eso genera que suban o bajen dependiendo de la situación

mundial, “(...) en las clases menos favorecidas, en las que cerca del 60 % de su presupuesto se destina a la comida, sí que se notan las variaciones del precio de los alimentos”.

Las alzas de precios de los carburantes utilizados juegan un papel importante en la economía del país, ya que Honduras es un país que compra parte de su energía eléctrica a otros países, y no extrayendo petróleo de sus tierras. Depende así, en gran medida, de las disposiciones y aumentos generados sustancialmente por los problemas económicos del resto del mundo, ya sea por bajas en la economía o desastres ambientales y así como se ha visto estos últimos años, el manejo transparente de la ENEE, es necesario para asegurar el bienestar económico de la población y el acceso eficiente a este recurso.

El país tiene grandes posibilidades de salir adelante, ya que cuenta con muchos recursos, que siendo bien aprovechados, pueden ser el punto de partida para que la nación salga de la situación en que ha estado sumida y, al mismo tiempo, sobresalga entre sus países vecinos.

El conocimiento de los recursos, su potencialidades y su importancia económica y social, constituye la base de partida para cualquier enfoque sobre la sostenibilidad. Honduras cuenta, además de una situación geográfica y de biodiversidad privilegiadas, con un importante capital natural. Generar y disponer de información precisa y actualizada sobre su estado, demanda y uso, constituyen sin duda una tarea básica para la planificación del desarrollo económico y social del país. (PNUD: Informe Sobre Desarrollo Humano Honduras, 2000, p. 77)

De acuerdo con declaraciones hechas por la firma calificadora de riesgo “Moody’s Investors Service”, Honduras es el único país de la región centroamericana que mejoró su calificación en el primer trimestre de 2015, pasando de estable (B3) a positiva (B3+). Para junio de 2016, la nota otorgada por esa misma firma es de B2+, representando un gran beneficio para el país en cuanto a la posibilidad de inversiones extranjeras dentro del territorio.

## **2.2 TEORÍA DE SUSTENTO**

### **2.2.1 PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE EN EL PAÍS**

A partir de la legalización de la ley de incentivos para proyectos de energía renovable se han generado varios proyectos en el país, utilizando los cuatro tipos de formas de generación más usadas: Biomasa, eólica, solar e hidráulica.

De acuerdo con los cambios que se están haciendo en el actual gobierno se trabaja en el Plan 80/20 de generación energética, bajo el cual se procura que se pretenda para el 2018 el 80% de la energía producida en el país sea gracias a los recursos renovables y el 20% restante se mantenga con la utilización de las plantas térmicas actuales. Aún cuando en el último quinquenio el aumento de la producción de energía renovable ha sido impresionante, resulta un plan ambicioso que colocaría al país en una posición importante al lado de sus vecinos y significaría un aumento sin precedentes en el ahorro.

Bajo este mismo plan se pretende fortalecer el Sistema Interconectado Nacional (SIN), en el cual “su objetivo principal es brindar respuestas a las fallas de transmisión y distribución en materia de energía eléctrica” (ENEE, s.f.).

Es por esta razón que se trabaja en la implementación de nuevas líneas para el sistema de Interconexión Nacional (SIN), además de la expansión de subestaciones como la de Guaimaca, Catacamas, Chichicaste en Danlí, la de Erandique en Gracias Lempira, la subestación de Amarateca y la recién Inaugurada subestación de San Buenaventura, que forma parte de la línea del Sistema de Interconexión para los Países de América Central (SIEPAC). (ENEE, s.f.)

Los proyectos públicos/privados con el apoyo de organismos internacionales para la producción de energía por medios de recursos renovables para el beneficio de varios sectores del país se han intensificado y han demostrado ser muy provechosos. Algunos de estos proyectos son:

- Hidroeléctrica Patuca III que se encuentra en construcción y en conjunto a Patuca II y Patuca IIA se espera produzcan 524 megavatios en total.
- Las hidroeléctricas Los Llanitos y Jicatuyo.
- Hidroeléctrica El Aguán.
- La reparación y repotenciación de la represa General “Francisco Morazán” o “El Cajón”.
- Parque Eólico Cerro de Hula, que produce 60 GWh por año, suficientes para abastecer a 150,000 hogares.
- Parque Eólico en San Marcos de Colón, Choluteca, que produce 50 MW
- Parque Solar Nacaome y Valle que genera 145 megavatios en las horas pico y suplirá a 71,000 hogares con energía limpia.

- Parque Solar de Embotelladora de Sula, S.A. (Emsula), el proyecto privado más grande de energía solar sobre techo a nivel de América Latina y que contó con el financiamiento del BID.
- Parque Fotovoltaico en Choluteca, Pavana Solar de Enerbasa del Grupo Lufussa, el cual está conectado al Sistema Interconectado Nacional (SIN) de la ENEE y produce 41,000 megavatios-horas al año y suministrará energía para alrededor de 75,000 hogares.



**Figura 6. Parque Solar de Embotelladora de Sula, S.A.**

Fuente: (La Prensa HN, 2015)

- En Marcovia, Choluteca, la firma Gestamp Solar desarrollará un proyecto fotovoltaico con una capacidad instalada de 50 megavatios.
- Proyecto EUROSOLAR, donde se instalaron 68 sistemas FV, en igual número de comunidades rurales en distintos departamentos del país, beneficiando a más de 34,000 personas. Es un proyecto implementado por la Oficina de Cooperación de la Comisión Europea.
- Proyecto PROSOL, financiado por el Banco Mundial, el cual proporcionó a familias de escasos recursos económicos de contar con servicios básicos de electricidad por medio de sistemas fotovoltaicos para cubrir las necesidades de iluminación, comunicación y entretenimiento.

- Parque Solar Isolux Corsán, conectado a la ENEE por un contrato de compra-venta de 20 años y con 629MW de potencia instalada.

Los proyectos de carácter público y/o privado a baja escala no se han quedado atrás a lo largo del territorio hondureño. A baja escala existen varias empresas que han confiado en el uso de energía solar como una alternativa, dentro de estas empresas figuran:

- Supermercado YIP.
- Restaurante Tony's Mar.
- Supermercado La Colonia.
- Ciertas sucursales de Expreso Americano.
- La Universidad Pedagógica Nacional.
- Restaurante Las Tejitas.
- Letreros para Gasolineras UNO, Matambritas, Coco Baleadas, entre otros.
- Claro, empresa de telecomunicaciones en zonas aisladas del país como en La Mosquitia (Gracias a Dios), donde la instalación de celdas fotovoltaicas tiene la capacidad de cubrir 100% de la demanda de energía en los transmisores de comunicación.
- Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), con la instalación de celdas fotovoltaicas en el edificio de los laboratorios de Ingeniería Eléctrica, que está conectado a la red de la ENEE.
- Hogar de niños Hogar de Fe, con un sistema interconectado a la red eléctrica nacional y provee 137KW a uno de sus edificios.
- Instituto Técnico Loyola.
- Escuela Lyonesse en La Ceiba (Atlántida).
- La planta de Elásticos Centroamericanos y Textiles (Elcatex), ubicada en Choloma, Cortés, cuenta con un proyecto de cuatro plantas generadoras de energía utilizando biomasa, las cuales generarán 100MW de energía. En general, el sector maquila utiliza la energía solar con interconexión a la red nacional.
- El BID, el FHIS, AID y otras entidades gubernamentales y no gubernamentales han ejecutado varios proyectos de carácter social en muchas de las comunidades del país.

## **2.2.2 PROYECTOS BASES QUE CONTRIBUYEN A LA INVESTIGACIÓN**

Alvarenga Padilla (2012), en su tesis “Energía fotovoltaica y eficiencia energética en UNITEC (Modelo Edificio 5)”, cuyo objetivo es “mejorar la eficiencia en el uso de energía eléctrica de UNITEC (caso edificio 5), mediante la implementación de un plan de ahorro energético para reducir los KWh/mes consumidos, sin disminuir el confort de los usuarios” (p.4), hace un estudio en cuanto al compromiso y disposición estudiantil, personal administrativo y demás, para ejecutar un plan de ahorro energético en la universidad. Este plan energético propone a grandes rasgos lo siguiente:

- Utilizar más la luz solar. Apagar las luces o lámparas cuando no sean necesarias.
- Realizar un plan de mantenimiento y limpieza de luminarias.
- Reemplazar balastos magnéticos por electrónicos.
- Regular los sistemas de Aire Acondicionado (AA) a la zona de confort del usuario. Apagar equipos cuando no se estén utilizando.
- El compresor del Aire Acondicionado funcione de forma continua cuando sea necesario y se evite el encendido y apagado recurrente.
- Dimensionar correctamente los equipos de AA y darles mantenimiento.
- Utilizar equipos de la misma marca y sustituir el equipo ineficiente. (p.72)

Según su investigación, la inversión para implementar este plan es nula, sin embargo se considera que para implementar este plan se debe hacer una campaña por medio del uso de herramientas de mercadotecnia e incentivar al usuario en el ahorro energético dentro de UNITEC. Además, para hacer ciertos de los cambios propuestos como el uso de luminarias Led, se necesita de una inversión que sería positiva, ya que, según su análisis, el consumo en este edificio específico se reduciría en un 21.94%.

## **2.2.2 ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS**

Los enfoques de investigación científica se dividen en cuantitativo y cualitativo, que son los principalmente utilizados para la investigación, pero a partir de la combinación de los dos enfoques surge un tercero que es el mixto que no excluye ninguna de las características de los enfoques tradicionales y se ha comprobado que aporta en gran medida a la resolución de los problemas a investigar.

Según Sampieri, Collado, & Lucio (2006):

El enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones. Se usan métodos de los enfoques cuantitativo y cualitativo y pueden involucrar la conversión de datos cuantitativos en cualitativos y viceversa. Asimismo, el enfoque mixto puede utilizar los dos enfoques para responder distintas preguntas de investigación de un planteamiento del problema. (p.755)

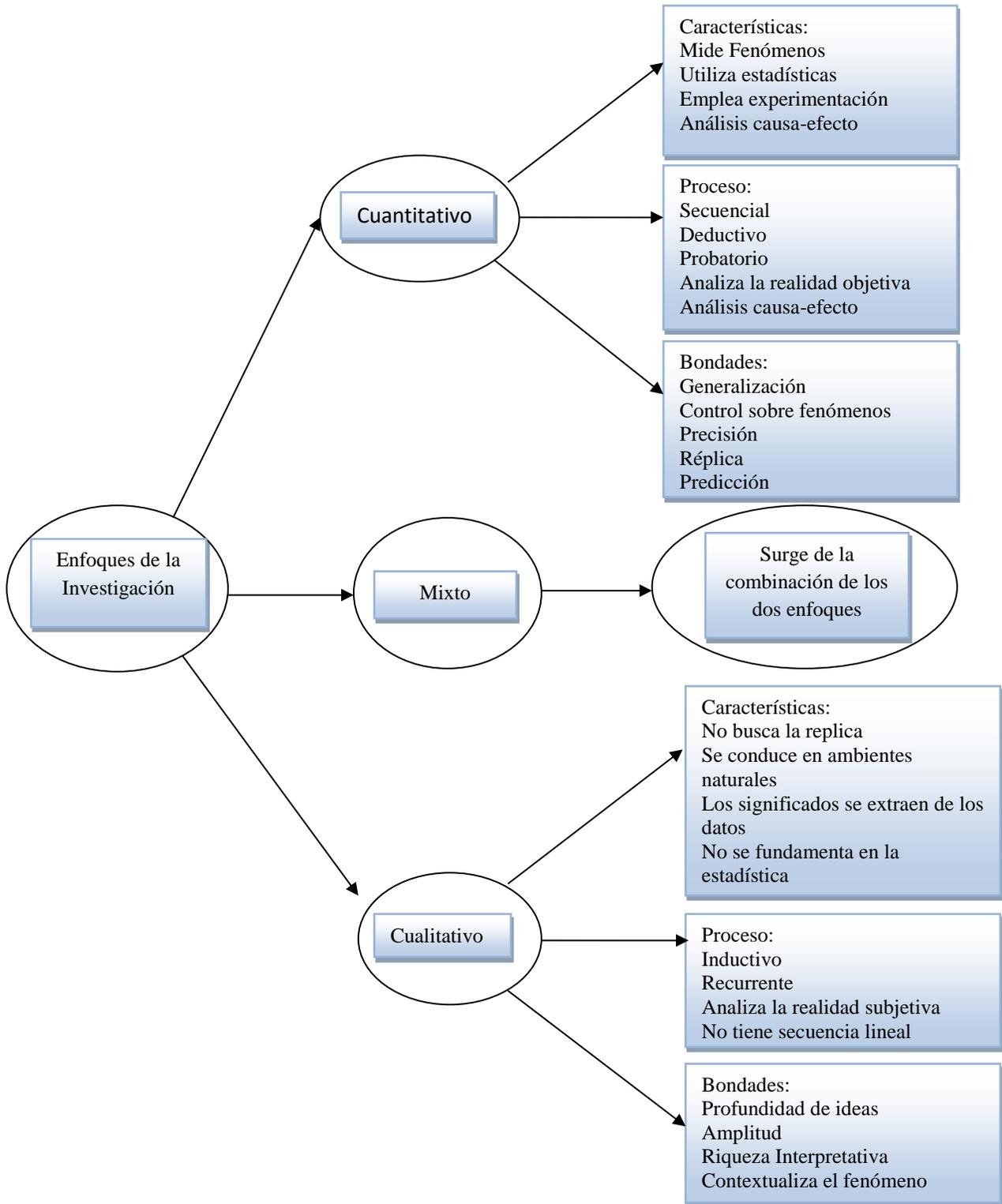
El enfoque cuantitativo de acuerdo con Sampieri, Fernandez-Collado, & Lucio (2006):

Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (...) y el enfoque Cualitativo Utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación. (p. 5)

Para cumplir con los objetivos planteados y las preguntas de investigación, el presente documento utilizará un enfoque mixto que estará basado en la información cualitativa recolectada en las secciones anteriores y en la investigación cuantitativa realizada con información de la ENEE, el material de diseño de sistemas fotovoltaicos estudiado y de uno de los suplidores de sistemas solares en Tegucigalpa.

De acuerdo con Sampieri et al., (2006) las ventajas del enfoque mixto son:

1. Se logra una perspectiva más precisa del fenómeno. Nuestra percepción de éste es más integral, completa y holística. Además, sin son empleados los dos métodos-con fortalezas y debilidades propias-, que llegan a los mismos resultados, esto incrementa nuestra confianza en que éstos son una representación fiel, genuina y fidedigna de lo que ocurre con el fenómeno estudiado. La investigación se sustenta en las fortalezas de cada método no en sus debilidades potenciales.
2. El enfoque mixto ayuda a clarificar y a formular el planteamiento del problema, así como las formas más apropiadas para estudiar y teorizar los problemas de investigación. Con un solo enfoque, el investigador regularmente se esfuerza menos en considerar estos aspectos con una profundidad suficiente. Con una perspectiva mixta, el investigador debe confrontar la “tensiones” entre distintas concepciones teóricas y al mismo tiempo, considerar la vinculación entre el conjunto de datos producidos por diferentes métodos.
3. La multiplicidad de observaciones produce datos más ricos y variados, ya que se consideran diversas fuentes y tipos de datos, contextos o ambientes y análisis. Se rompe con la investigación “uniforme”.
4. En el enfoque mixto se potencian la creatividad teórica con suficientes procedimientos críticos de valoración.
5. El mundo y los fenómenos son tan complejos que requerimos de un método para investigar relaciones dinámicas y sumamente intrincadas, el enfoque mixto es la mejor herramienta para lograrlo.
6. Al combinar métodos, aumentamos no solo la posibilidad de ampliar las dimensiones de nuestro proyecto de investigación, sino que el entendimiento es mayor y más rápido.
7. Los métodos mixtos pueden apoyar con mayor solidez las inherencias científicas, que si se emplean aisladamente.
8. Los modelos mixtos logran que “exploremos y explotemos” mejor los datos.
9. Son útiles para presentar datos a una audiencia hostil. (p. 755)



## **Figura 7. Enfoques de investigación.**

Fuente: (Sampieri et al., 2006).

### **2.2.3 METODOLOGÍA A UTILIZAR**

Según lo anterior, por las grandes ventajas que ofrece este método, se planea utilizarlo de manera deductiva, ya que se plantea un problema de investigación en el cual se formulan los objetivos y sus preguntas respectivas. (Sampieri et al., 2006, p. 20)

Ya que es una investigación mixta, se utilizará el enfoque cualitativo de acuerdo con los resultados que da el estudio de las opciones de energía renovables, la resolución de utilizar energía solar (sustitución parcial) como la fuente a medir en contraparte a la proporcionada por la ENEE, las características de la ciudad de estudio, la inminente repercusión de los combustibles fósiles ante el cambio climático y la necesidad de contribución a la economía del país.

El enfoque cuantitativo se aplicará utilizando el costo actual de la energía eléctrica suministrada por la ENEE, el costo de instalación de un sistema solar en relación a su vida útil y el retorno de la inversión si la hubiera.

Por lo tanto, se considera que hay ciertos aspectos financieros que se deben explicar y tomar en cuenta para este análisis, por lo que “El Manual para la Preparación de Auditorías Energéticas y Evaluación Financiera de Proyectos de Eficiencia Energética”, promovido por el BCIE (Zelaya,2015), nos da los siguientes lineamientos en cuanto a los aspectos financieros a considerar en un proyecto de inversión de esta índole:

“Según la Asociación Colombiana de Ejecutivos de Finanzas, es comúnmente aceptado que todas las compañías, especialmente las compañías por acciones, deben ser gerenciadas para crear la mayor prosperidad posible” (p.12).

Asimismo, Para muchos gerentes, maximizar la prosperidad, o el valor de los recursos humanos y financieros de la firma, necesariamente significa lo mismo que maximizar el valor de la compañía para sus dueños, o maximizar el valor para los accionistas. Este objetivo finalmente se materializa en la maximización el valor de las acciones comunes de la compañía. La maximización de los beneficios, está intimidante relacionada con la inversión, por esto, definimos a continuación los términos invertir

y proyecto de inversión. La claridad de estas definiciones, facilitará la evaluación financiera de los proyectos de eficiencia energética y/o energía renovable. (Zelaya, 2015, p.13)

Para todo empresario, el fin último es la obtención de una ganancia al momento de hacer cualquier inversión o tomar una decisión sobre la misma. En sí, la finalidad es la obtención de una ventaja económica de algún tipo y de eso depende su decisión de invertir.

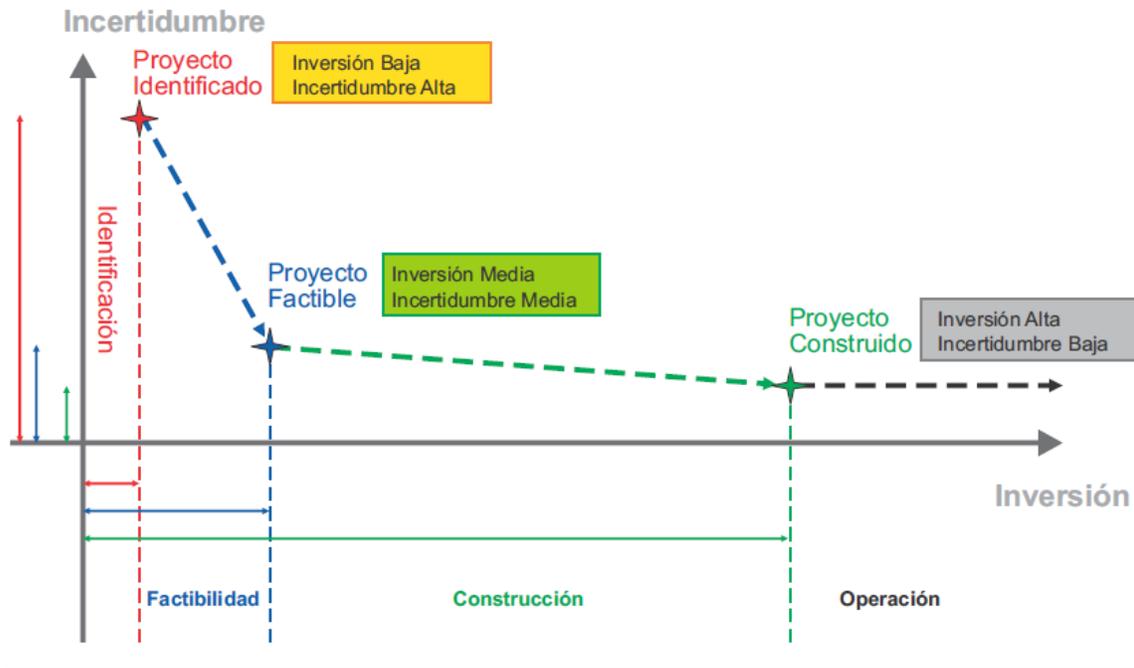
Para una persona natural, al momento de invertir en cualquier negocio o proyecto el primer objetivo es la obtención de una ganancia, pero un ahorro en los gastos actualmente incurridos ofrece el mismo nivel de atracción.

Una inversión es la decisión de utilizar o no los recursos de que se disponen para la obtención de un beneficio ya sea a corto o largo plazo, como también si ese beneficio significa la consecución de una ganancia o el ahorro de un gasto.

De acuerdo con “El Manual para la Preparación de Auditorías Energéticas y Evaluación Financiera de Proyectos de Eficiencia Energética”, promovido por el BCIE (Zelaya, 2015):

Para el correcto desarrollo de un proyecto de inversión, forzosamente se deberá cumplir con las siguientes etapas. Este es el comportamiento claramente definido para cualquier tipo de inversión, incluida la eficiencia energética (EE) y/o la energía renovable para el autoconsumo (ER).

- a. Identificación o formulación: Corresponde a las primeras etapas de desarrollo de un proyecto en la cual se exploran ideas, que a pesar de la gran incertidumbre sobre su futuro, parecen ofrecer un potencial preliminar de creación de valor que de comprobarse permitirá tomar las primeras decisiones de asignación de recursos
- b. Factibilidad: En la etapa de factibilidad de un proyecto se busca disminuir la incertidumbre de sus resultados recurriendo a estudios específicos que permitan una mayor confianza en sus pronósticos antes de tomar las grandes decisiones de asignación de recursos implícitos en la etapa de construcción o ejecución del proyecto.
- c. Construcción o Ejecución: La etapa de construcción o ejecución de proyectos comienza con la decisión de asignación de recursos. Una vez iniciada y conforme avanza en su ejecución se convierte en una etapa clave caracterizada por el uso intensivo de herramientas de gerencia de proyectos. El control del monto de los recursos empleados es clave para el desarrollo futuro del proyecto.
- d. Operación: En esta etapa se capturan los beneficios del proyecto y por lo tanto el valor económico prometido. Es en este momento, donde es posible definir la efectividad de la inversión. En cada una de estas etapas, se presentan distintos tipos de incertidumbre y de montos de inversión. Para poder evaluar la incertidumbre de estos proyectos, se utilizan ampliamente dos indicadores financieros, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN). (p.13)



**Figura 8. Relación incertidumbre-inversión en el ciclo del proyecto.**

Fuente: (Zelaya, 2015).

En la figura 8 se pueden observar las etapas de desarrollo de un proyecto y como están sujetas al nivel de incertidumbre que tiene el inversionista. Al momento de hacer los estudios para determinar si el proyecto es factible o no, pueden resultar altamente costosos, pero ejecutarlos puede disminuir nuestra incertidumbre y ser la prueba necesaria para determinar si se proceder o no con el proyecto.

### 2.2.3.1 VALOR PRESENTE NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO

En cualquier proyecto es importante determinar si la inversión que se está llevando a cabo generará algún valor al dueño del proyecto. Por esa razón, toda inversión que genere ganancias después de descontar los costos de su inversión, representa un proyecto generador de valor.

El Valor Presente Neto (VPN) se crea a partir de este enunciado. El VPN representa la diferencia de valor de mercado de una inversión y su costo de ejecución. Es decir, el valor o

ganancia que se genera después de descontar todos los costos incurridos al momento de hacer la inversión. Básicamente, esta herramienta nos muestra en números si al final de un ejercicio contable (en un proyecto de inversión) hay una ganancia (VPN positivo) o una pérdida (VPN negativo) y de esta forma determinar si esa inversión es generadora de valor o no; si ese proyecto de inversión es rentable o no y si se debe proceder con esa inversión o no.

El VPN es el método más utilizado por su sencillez, ya que nos permite por medio de los flujos de efectivo entrantes y el descuento de los costos, determinar en un periodo de tiempo si la inversión será rentable.

Este periodo de tiempo se conoce como Período de Retorno, el cual es el tiempo que toma recuperar la inversión. Este periodo de tiempo debe ser menor que el establecido, como la vida útil de nuestra inversión.

De acuerdo con Jordan (2010): La alternativa más importante del VPN es la tasa interna de retorno (TIR): Tasa de descuento que hace que el VPN de una inversión sea cero.

Con la TIR se trata de encontrar una sola tasa de rendimiento que resuma los méritos de un proyecto. Además, es de desear que sea una tasa “interna”, en el sentido que solo dependa de los flujos de efectivo de una inversión particular, no de las tasas que se ofrecen en otras partes. Con base en la regla TIR, una inversión es aceptable si la TIR excede el rendimiento requerido. De lo contrario debe de rechazarse. (p. 273)

Según Van Horne (1993):

En general, los métodos de valor presente neto y la tasa interna de rendimiento conducen a la misma decisión de aceptación o rechazo... Cuando la tasa de descuento es cero, el valor presente no es más que el total de los flujos de ingreso de efectivo, menos el total de los flujos de egreso de efectivo del proyecto. Suponiendo que los flujos de ingreso totales exceden al total de los flujos de egreso, el proyecto tendrá el valor presente neto más alto cuando la tasa de descuento sea cero. Según aumenta la tasa de descuento, disminuye el valor presente de los flujos de egreso. Como resultado el Valor Presente Neto disminuye (...) Si la tasa de rendimiento requerida es menor que la tasa interna de rendimiento, se deberá aceptar el proyecto, utilizando cualquiera de los métodos. (p. 153)

## **2.3 CONCEPTUALIZACIÓN**

La conceptualización de este documento esta formulado de la siguiente manera:

1. Al momento de empezar el trabajo se formularon tres posibles temas de investigación, en el que se decidió utilizar el estudio de la energía solar como fuente alterna para UNITEC, ya que se vio la necesidad de una alternativa más atractiva al alto costo de los carburantes y el daño que estos ocasionan al planeta con la idea que el estudio pueda incentivar a la utilización de esta opción y generar conciencia entre la población en general.
2. Se definieron el problema y las preguntas de investigación, asimismo el objetivo general y los objetivos específicos para que sean la brújula que indique la dirección a tomar durante la investigación.
3. Se hizo un análisis de los antecedentes del problema, así como el marco teórico del tema, basándose en la revisión bibliográfica de libros, documentos, charlas y registros en internet.
4. Investigación en el mercado de las alternativas energéticas y posibles proveedores. Se determinó el panel a utilizar para poder diseñar el proyecto y así obtener la cantidad de energía que supliría el sistema solar.
5. Aplicación de instrumentos financieros.
6. Determinación de la factibilidad de ejecutar el proyecto. Esto en base al resultado sobre si, al final de la vida útil de un sistema fotovoltaico, hay un ahorro notable en el uso de energía eléctrica proporcionada por la ENEE.
7. Elaboración de las conclusiones y las recomendaciones respectivas.

No hubo la necesidad de determinar la población y la muestra a utilizar, ya que el trabajo de investigación está enfocado desde su planteamiento a una institución específica.

## **2.4 INSTRUMENTOS UTILIZADOS**

Los instrumentos utilizados para la investigación serán de carácter cualitativo, como la revisión bibliográfica de libros, documentos y la contribución de las empresas que fomentan el uso de la energía renovable a nivel internacional y de Honduras. De carácter cuantitativo mediante el

uso de herramientas financieras que ayuden a determinar la factibilidad del proyecto, tomándolo como un proyecto de inversión en el que se espera un beneficio al final del ejercicio por medio de un ahorro al gasto actual generado por la utilización de energía eléctrica del sistema nacional.

## **2.5 MARCO LEGAL**

### **2.5.1 NORMATIVA ENERGÉTICA**

Dentro de la normativa del gobierno podemos encontrar ciertas leyes que rigen la instalación o construcción de plantas generadoras de energía utilizando recursos naturales, así como los entes nacionales e internacionales que apoyan y sustentan estas iniciativas. Además de ciertas organizaciones sin fines de lucro también apoyadas por organismos internacionales que tienen el fin de incentivar el uso de tecnologías limpias.

De acuerdo con el Proyecto ARECA, (2010), en el documento “Análisis del Mercado hondureño de Energía Renovable”, las principales leyes y reglamentos que rigen el sector eléctrico hondureño son:

- Decreto No. 158-94 de noviembre de 1994. Ley Marco del Subsector Eléctrico.
- Decreto 131-98, publicado en mayo de 1998. Crea la Comisión Nacional de Energía.
- Acuerdo N° 934-97, de setiembre de 1997. Reglamento de la Ley Marco del Subsector Eléctrico.
- Decreto 85-98, de abril de 1998. Ley de Incentivos con Fuentes Renovables.
- Decreto 267-98 de diciembre de 1998. Reforma a Ley de Incentivos.
- Decreto 45-2000, de mayo de 2000. Reforma Artículo 12, Decreto 267-98.
- Decreto 70-2007. Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables, de octubre de 2007. Es importante destacar que en junio de 2008, el Congreso Nacional aprobó un nuevo decreto de incentivos (Decreto 55-2008), el cual, sin embargo, fue vetado por el Presidente. Por lo tanto, el mencionado Decreto 70-2007 sigue vigente. (p. 26)

También, el decreto 144-2007 para la Ley de Biocombustibles que fue aprobado en el 2007, en la que regulariza el uso, distribución y generación de energía por medio del uso de desperdicios biológicos.

#### **2.5.1.1 LEY MARCO DEL SUBSECTOR ELÉCTRICO**

En noviembre de 1994 fue publicado en el diario oficial La Gaceta, la Ley Marco del Subsector Eléctrico. Esta normativa es una actualización a la ley constitutiva de la ENEE que no

había cambiado en poco más de 25 años, aún cuando en el ámbito internacional se habían registrado muchos cambios, igual en el territorio hondureño por los altos costos de la energía. Esta ley pretende regular toda actividad que genere, transmita, distribuye o comercialice la energía eléctrica.

La normativa tiene como objetivo proteger los derechos de los usuarios, promover eficientemente el uso de la electricidad, establecer las condiciones para suplir la demanda al mínimo costo posible, impedir prácticas desleales y promover la competitividad, entre otros.

Además, bajo esta ley se autoriza la creación de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica de forma desligada a la que en ese momento era la Secretaría de Comunicaciones, Obras Públicas y Transporte (SECOPT).

#### **2.5.1.2 LEY DE PROMOCIÓN A LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON RECURSOS RENOVABLES**

En octubre de 2007 fue publicado en La Gaceta, la Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables, la cual fue creada por el Congreso Nacional, para incentivar el uso de recursos naturales para la generación de energía eléctrica debido al alza en los precios que se estaban viendo en el país y por la falta de una ley o política que indicara las bases y principios bajo los cuales se debía regir cualquier entidad al momento de tomar en cuenta esta opción. Y, al mismo tiempo, incentivar a la población a buscar nuevas fuentes que no contribuyan a la tan preocupante situación climática que se está viviendo.

De acuerdo con la Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables (2007), sus objetivos principales, según el artículo 1, son: Propiciar la inversión y el desarrollo, introducir reformas en los permisos, crear fuentes de trabajo, aumentar la eficiencia del sistema, elevar la calidad de vida de la población y buscar nuevas fuentes alternativas de energía.

Y los incentivos que esta ley propone, en su artículo 2, son: La exoneración del pago de Impuesto Sobre la Venta (ISV) y aranceles por importación para todos los materiales destinados a la generación de energía renovable, así como la exoneración de los Impuestos Sobre la Renta (ISR), generados por la construcción de estos proyectos.

Aunque esta ley, en sus generalidades habla de energías renovables, a manera más detallada solo hace mención de recursos hidráulicos y su normativa en cuanto a las cuencas de los ríos, el uso de las tierras y el ordenamiento hidrológico.

Además, indica la creación de un fondo, administrado por la ENEE, para el desarrollo de generación eléctrica con fuentes de energía renovable para financiar la elaboración y construcción de proyectos utilizando recursos renovables. Pero no detalla ningún lineamiento a tomar en cuenta al momento de iniciar un proyecto de energía solar, eólica o a base de biomasa, sino que utiliza lineamientos específicos para la energía generada por la fuerza del agua, la cual es la más utilizada en Honduras después de los carburantes fósiles.

### **2.5.1.3 LEY GENERAL DE AMBIENTE**

De acuerdo con la República de Honduras (1993):

Todo proyecto hidroeléctrico, de irrigación o cualquier otro destinado a aprovechar en gran escala aguas superficiales o subterráneas dentro del territorio nacional, será precedido obligatoriamente de un plan de ordenamiento hidrológico y de una evaluación de impacto ambiental. (Cap. I)

Esta ley solo detalla ampliamente la normativa de la generación de energía de forma hidráulica y se puede ver nuevamente la deficiencia en la normativa nacional en cuanto al uso de otro tipo de recursos para la generar eléctrica.

### **2.5.1.4 LEY PARA LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE BIOCOMBUSTIBLES**

“La finalidad de la presente Ley es establecer el marco jurídico para la producción de materia prima, fabricación, distribución, comercialización y uso de los biocombustibles” (Republica de Honduras, 2007).

La normativa declara el interés nacional de aumentar las fuentes de energía, aumentar el empleo, la investigación y producción de biomasa, y disminuir la contaminación ambiental por medio del uso de desechos biodegradables.

Las leyes que han sido generadas para el mejoramiento y el aprovechamiento de las diferentes fuentes energéticas han contribuido en gran manera a que la inversión en fuentes renovables haya crecido en el país, tanto por la inversión privada, así como por la inversión en proyectos de ayuda social por varias de las agencias internacionales.

## **2.5.2 BANCO CENTROAMERICANO DE INTEGRACIÓN ECONÓMICA (BCIE)**

Actualmente, el mayor precursor y financista de proyectos de carácter energético renovable es el BCIE, fundado en 1960 y de acuerdo con su página internet: “El BCIE es un banco multilateral que tiene como misión promover la integración económica y el desarrollo económico y social equilibrado de los países centroamericanos”.

Agencias internacionales han respaldado la solidez financiera del banco con calificaciones en la escala de A, de acuerdo al BCIE estas fueron asignadas por: “Standard & Poor’s con una calificación de A-; Moody’s, con una calificación de A2; Fitch Ratings, con A- y la agencia calificadora Japan Credit Rating (JCR) con A+”.

**En la banca general se puede acceder a préstamos de carácter corporativo o personal que no están destinados para este tipo de inversiones y no tienen en cuenta el beneficio a largo plazo. Pero existe dentro de los bancos, en el Departamento de Atención a Mipymes, una regulación para el acceso a préstamos crediticios para proyectos basados en la generación de energía de forma renovable. En la figura 21 se pueden observar los parámetros definidos para la adquisición de este tipo de préstamos.**

El BCIE dentro de su estatuto para el desarrollo de los países centroamericanos inició un programa de ayuda y soporte a las empresas que tengan en mira el mejoramiento climático y el aporte mediante la utilización de energías renovables y eficiencia energética dentro de sus empresas, que se detalla a continuación.

### **2.5.2.1 INICIATIVA MIPYMES VERDES**

De acuerdo con el BCIE:

La Iniciativa Mipymes Verdes es la sumatoria de los esfuerzos de tres organismos internacionales: BCIE, KFW y Unión Europea, con el propósito común de contribuir a la protección del clima y del medio ambiente a través de la micro, pequeña y mediana empresa (Mipyme) en la región centroamericana, mediante la promoción de inversiones ambientales, especialmente en eficiencia energética y energía renovable, creando accesos eficientes y sostenibles a productos financieros para atender estas inversiones conforme a las necesidades de las Mipymes de la región centroamericana. La Iniciativa cuenta con recursos reembolsables (préstamos) y no reembolsables (asistencia técnica). (2016)

Esta iniciativa ofrece ayuda en el financiamiento de inversiones ambientales y en estudios energéticos para la pequeña y mediana empresa.

De acuerdo al BCIE en su página en internet:

La Iniciativa Mipymes Verdes contribuye a la protección del clima y del medio ambiente al fin de impulsar inversiones ambientales en los temas de eficiencia energética y energía renovable, mediante la creación de accesos eficientes y sostenibles a productos financieros para inversiones ambientales conforme a las necesidades de las Mipymes de la región centroamericana. La Iniciativa cuenta con recursos reembolsables (préstamos) y no reembolsables (asistencia técnica). (2016)

### **2.5.3 AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA RENOVABLE**

Por sus siglas en inglés, IRENA (International Renewable Energy Agency), es un organismo internacional cuya meta es ayudar y estimular a los gobiernos en la implementación de sistemas de energía eléctrica utilizando cualquiera de los recursos renovables posibles. Esta agencia cuenta con la Unión Europea y 140 países más como miembros. Honduras está en proceso de aceptación para pertenecer a la Agencia Internacional de Energía Renovable.

De acuerdo con su página en internet, la IRENA (2016) proporciona los siguientes servicios:

- Evaluaciones de preparación de la normativa renovable para proporcionar orientación normativa y facilitar el intercambio de estudios de casos y mejores prácticas.
- El Atlas global de energía renovable, en el cual se pueden observar las fuentes solares y de viento por cada país,
- Una red de aprendizaje en línea,
- Manuales para el desarrollo de políticas de energía renovable,
- Escritos de tecnología y estudios de costos,
- La facilitación de la planificación de la energía renovable a nivel regional,
- Perfiles de países con Energía Renovables.

#### **2.5.4 ASOCIACIÓN HONDUREÑA DE PRODUCTORES PRIVADOS DE ENERGÍA RENOVABLE (AHPPER)**

Es una organización sin fines de lucro que pretende incentivar y apoyar el uso de energía limpia en Honduras, de forma que se reduzca el cargo económico energético del país y, además, contribuir al medio ambiente. La conforman hondureños con fondos propios y donaciones de organizaciones internacionales.

Se puede concluir que la falta de normativa nacional que abarque y detalle profundamente el resto de las posibles fuentes energéticas deja ciertos espacios vacíos que no permiten ahondar en la parte legal que rige el uso de la energía solar, pero se debe entender que dentro de lo indicado por la ley es posible la inversión a título personal y a menor escala en la instalación de paneles solares y así disminuir la carga económica del país, además de contribuir al mejoramiento climático.

Asimismo, existen varias organizaciones que están dispuestas a proveer ayuda en cuanto a la generación de energía usando recursos renovables con la finalidad de la mejora ambiental y el mejoramiento económico del país.

### **CAPITULO III. METODOLOGÍA**

El siguiente capítulo tiene como fin la definición de los procedimientos y los métodos utilizados en la obtención de la información necesaria para el estudio del caso, así como las herramientas que se planea emplear.

### **3.1 METODOLOGÍA UTILIZADA**

El método utilizado para la presente investigación es el mixto, ya que se tomaron en cuenta características cualitativas y cuantitativas para la resolución de la problemática de estudio.

En el método cualitativo se tomó en cuenta la información recopilada por medio de la revisión bibliográfica de libros, documentos, empresas locales e internacionales, búsquedas en línea y consultas a expertos. En el método cuantitativo se procura hacer un análisis por medio de herramientas financieras para comparar el gasto en el uso de energía eléctrica proveniente del sistema nacional versus el gasto que se produce cuando se utilizan celdas fotovoltaicas para producir energía.

Ya que la metodología a utilizar es mixta con un enfoque deductivo, se investiga por medio del uso del VPN y la TIR la factibilidad del uso de celdas solares. El análisis se hace por medio de dos supuestos: Utilizando el valor actual de la tarifa pagada a la ENEE y asumiendo un aumento de esta tarifa. Este último escenario se analiza desde dos puntos de vista, cuando UNITEC, utiliza fondos propios para invertir y cuando UNITEC recurre a un préstamo bancario. Se realiza un estudio de sensibilidad en el cual se analiza el cambio de tasa de interés posible para un préstamo de inversión para generación de energía renovable previsto para los años de vida útil del sistema solar.

De acuerdo con lo expuesto en la página 28 de este trabajo, hay ciertas etapas, según Zelaya (2015), en un proyecto de inversión que se deben tomar en cuenta y son las que marcan la pauta o el camino a seguir para poder obtener un proyecto principalmente favorable para el inversionista y que se pueda aplicar. En este caso que ayude a cumplir los objetivos del estudio y mediante el cumplimiento de estos objetivos, que el proyecto sienta las bases necesarias para estimular la participación del inversionista.

#### **Etapas 1**

Identificación o formulación: En este caso la identificación del proyecto se llevó a cabo una vez que se definió el tema a investigar y el método para demostrar la factibilidad del proyecto. El

tema: “Análisis de factibilidad para la implementación de un proyecto generador de energía fotovoltaica caso UNITEC Tegucigalpa”.

## **Etapas 2**

Factibilidad: Por medio de los métodos utilizados se determinó la factibilidad del proyecto, de forma que se cuente con una base para la toma de decisión para la posible aplicación de este proyecto.

## **Etapas 3 y 4**

La etapa de construcción y operación quedará inconclusa, ya que dependerá de los resultados obtenidos en la Etapa 2 para que UNITEC-Tegucigalpa, tome la decisión de aplicar o no el proyecto. Y al final de la aplicabilidad se recomienda que la Etapa 2 se repita para obtener, en base a los resultados concretos del proyecto, nuevamente el VPN de la inversión.

### **3.2 LIMITANTES**

1. La incertidumbre en el precio de la energía por parte de la ENEE, para los años futuros de estudio. El incremento a la tarifa energética se ha dado con regularidad en el país, principalmente por los costos generados para la producción, pero en el caso de UNITEC ha permanecido constante desde hace cuatro años y eso no permite medir un aumento durante los últimos años. Cada año hay un ajuste a la energía, pero no se puede determinar cuál será el porcentaje, por lo que se utilizan supuestos para el análisis de la problemática.
2. La tasa de interés por préstamos crediticios puede cambiar sin previo aviso debido a los posibles cambios macroeconómicos del país y su liquidez monetaria.
3. El costo de la implementación de energía solar en viviendas o edificios en un futuro cercano. Esto se convierte en limitante, ya que los costos actuales presentados en el trabajo pueden variar. Se espera que en los años venideros estos costos bajen, ya que desde su implementación en el país los costos han variado dependiendo del auge que ha tenido dentro del país y también de la aceptación que se tiene mundialmente de esta tecnología, la cual ha ido creciendo y generando que haya una mayor demanda de estos productos, permitiendo

que los precios de los materiales bajen y la mano de obra se vuelva más fácil de acceder. Pero en este trabajo se asumirá un costo de la energía solar estable durante los años de vida de su instalación.

### **3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS**

Se utilizaron herramientas financieras para analizar la fuente de energía alterna que se sugiere en el trabajo de investigación. Herramientas como el VPN, para determinar si la inversión es prometedora para UNITEC, por medio del valor del dinero en el tiempo y se determina una TIR que permita determinar el retorno de la inversión, si la hubiese. Además, se hace un análisis de sensibilidad en el que se toman en cuenta ciertos supuestos como el aumento de la energía de la ENEE cada año. Se supone un precio estable del sistema de energía solar y se asumen ciertos mantenimientos necesarios al equipo a instalar durante el tiempo de vida útil de acuerdo con su garantía. El análisis se hace de dos formas: Manteniendo constante la tarifa actual de energía eléctrica y asumiendo su aumento, visto desde dos puntos de vista: Utilizando fondos propios y recurriendo a un préstamo bancario a una tasa del 8.8%.

### **3.4 RECOLECCIÓN DE DATOS**

La recolección de los datos cualitativos se hizo por medio de la investigación en libros, manuales, documentos, artículos de periódicos, páginas de internet de las organizaciones y de conferencias disponibles. Se utilizaron documentos internos y consultas al sistema de información de libros en línea.

La recolección de los datos cuantitativos se hizo por medio de entrevistas tanto a proveedores de energía solar, que proporcionaron los costos actuales, así como las recomendaciones a tomar en cuenta para la instalación de ese tipo de sistemas; también por medio del personal de UNITEC que proveyó los datos de consumos de energía y su costo actual para las instalaciones en la sede de Tegucigalpa. Los datos de las áreas disponibles en los edificios del campus para la instalación del sistema solar es un aproximado, ya que se obtuvo de la medición de los techos por medio de Google Earth.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADO Y ANÁLISIS**

En el presente capítulo se mostrarán los resultados obtenidos mediante la aplicación del método y las herramientas antes descritas para la determinación de la factibilidad del proyecto de estudio.

### **4.1 CÁLCULO DE POTENCIA DE LA PLANTA SOLAR**

El campus de UNITEC-Tegucigalpa está conformado por más de ocho edificios que cuentan con amplias áreas donde es propicia la instalación de paneles solares. La selección de la ubicación de los paneles en el techo de los edificios se fundamenta en el ahorro de espacio, ya que se está utilizando instalaciones en desuso. En la figura 6 se muestran las áreas con las que se cuenta para la instalación de los paneles solares.



**Figura 9. Área disponible para paneles solares.**

Fuente: (Google Earth, 2016).

Para calcular el valor en metros cuadrados de las áreas disponibles, se utilizó el software de Google Earth, y los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 4. Cálculo de áreas a utilizar.**

Figura	Área	Unidad
1	237.35	m <sup>2</sup>
2	265.06	m <sup>2</sup>
3	223.86	m <sup>2</sup>
4	265.37	m <sup>2</sup>
5	271.53	m <sup>2</sup>
6	239.73	m <sup>2</sup>
7	498.04	m <sup>2</sup>
8	291.33	m <sup>2</sup>
10	269.25	m <sup>2</sup>
11	96.69	m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>2,658.21</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Fuente: (Google Earth: UNITEC, 2016).

Como se muestra en la tabla 4 se cuenta con un total de **2,658.21 m<sup>2</sup>** para la instalación de paneles solares.

Para poder conocer la potencia que se puede instalar en UNITEC-Tegucigalpa, se eligió un panel de la empresa **Yingli Solar**, específicamente el modelo **YL260P-29b**, con un máximo de poder de 260 W, con las siguientes características:

## YGE 60 Cell Series



### Dimensions

1640 mm / 990 mm / 35 mm

### Module Type

YL275P-29b, with peak power of 275 W

YL270P-29b, with peak power of 270 W

YL265P-29b, with peak power of 265 W

YL260P-29b, with peak power of 260 W

YL255P-29b, with peak power of 255 W

YL250P-29b, with peak power of 250 W

**Figura 10. Dimensiones panel solar YL260P-29b.**

Fuente: ( Yingli solar, 2016).

Con la elección del panel solar se procede a calcular su área con el fin de saber cuántos son necesarios para generar 1Kw de energía y el resultado se muestra en la ecuación 1.

### **Ecuación 1. Área del panel solar.**

$$\text{Área del panel solar} = 1.64m * 0.99m = \mathbf{1.62m}$$

Se necesitan cuatro paneles solares para generar 1 kw, por lo que el área del panel solar debe ser multiplicada por cuatro y el resultado se muestra en la ecuación 2:

### **Ecuación 2. Área requerida por panel.**

$$\text{Área requerida por panel} = 1.62m^2 * 4 = \mathbf{7 m^2}$$

El área total disponible para la instalación de los paneles solares es de **2,685.21m<sup>2</sup>**, por lo tanto, esta área entre el área del panel seleccionado da el resultado de la potencia que se puede instalar.

**Ecuación 3. Potencia instalada.**

$$Potencia\ instalada = \frac{2,685\ m^2}{7\ m^2/kwp} = 379.70kwp = \mathbf{370\ kwp}$$

Para el cálculo de Kw/h que generará la planta, el área instalada debe ser multiplicada por los 4 paneles necesarios para formar 1 KW, así como por la potencia del panel seleccionado, como se muestra en la ecuación 4.

**Ecuación 4. Energía producida.**

$$Energía\ producida = (370kwp * 4 * 260kw)/1000 = \mathbf{384.8\ kw/h}$$

A continuación se presenta el análisis financiero del proyecto utilizando dos escenarios:

**Escenario 1**, donde se tomará en cuenta la utilización de una tasa de préstamo del 15.5% y un precio por Kw de \$2,300.

**Escenario 2**, donde se tomará en cuenta una tasa crediticia más baja de 13.5% y el precio más bajo accesible en el mercado por kw producido de \$1,200.

**4.2 INVERSIÓN INICIAL**

Respecto a la inversión inicial se utilizó la cotización realizada a la empresa Ren Energy para el escenario 1 y la cotización dada por Mario Zelaya (precio más bajo del mercado) para el escenario 2, la cual desglosa la instalación de los paneles de la siguiente manera:

**Tabla 5. Desglose de costo por Kw instalado (Escenario 1).**

Costo del panel solar	\$	600.00
Inversores	\$	400.00

Mano de Obra	\$	400.00
Portapaneles y cables	\$	300.00
Utilidad Ren Energy	\$	600.00
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>2,300.00</b>

Fuente: (Ren Energy, 2016).

Al considerar que cada kw instalado tiene un precio de 2,300 dólares, la inversión inicial necesaria respecto a la capacidad que puede generar la planta se muestra en la ecuación 5:

#### **Ecuación 5. Inversión inicial requerida Escenario 1.**

$$\text{Inversión inicial requerida} = 384.8 \text{ kw} * \$2,300 = \mathbf{\$883,200}$$

#### **Tabla 6. Desglose de costo por Kw instalado (Escenario 2).**

Costo del panel solar	\$	530.00
Inversores	\$	130.00
Mano de Obra	\$	180.00
Portapaneles y cables	\$	150.00
Utilidad	\$	210.00
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>1,200.00</b>

Fuente: (Mario Zelaya, 2016).

Al considerar que cada kw instalado tiene un precio de 1,200 dólares, la inversión inicial necesaria para el escenario 2 respecto a la capacidad que puede generar la planta se muestra en la ecuación 6:

#### **Ecuación 6. Inversión inicial requerida Escenario 2.**

$$\text{Inversión inicial requerida} = 384.8 \text{ kw} * \$1,200 = \mathbf{\$460,800}$$

### **4.3 ANÁLISIS DE CONSUMO KW UNITEC**

Según los datos proporcionados por el Departamento de Adquisiciones de UNITEC, se calculó la variación anual que existió en el consumo de energía en el 2015, en el Campus UNITEC-Tegucigalpa.

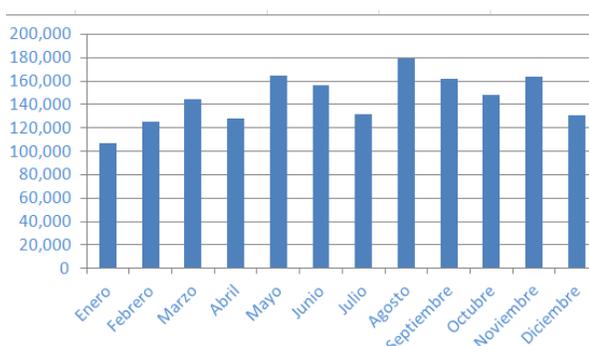
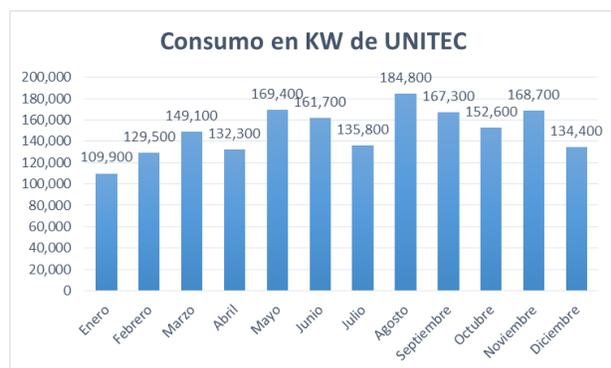
**Tabla 7. Consumo energético mensual UNITEC.**

**Año 2015**

AÑO 2015		
Mes	Consumo	Unidad
Enero	109,900	Kw/h
Febrero	129,500	Kw/h
Marzo	149,100	Kw/h
Abril	132,300	Kw/h
Mayo	169,400	Kw/h
Junio	161,700	Kw/h
Julio	135,800	Kw/h
Agosto	184,800	Kw/h
Septiembre	167,300	Kw/h
Octubre	152,600	Kw/h
Noviembre	168,700	Kw/h
Diciembre	134,400	Kw/h
<b>Consumo anual</b>	<b>1795,500</b>	<b>Kw/h</b>

AÑO 2014		
Mes	Consumo	Unidad
Enero	106,603	Kw/h
Febrero	125,615	Kw/h
Marzo	144,627	Kw/h
Abril	128,331	Kw/h
Mayo	164,318	Kw/h
Junio	156,849	Kw/h
Julio	131,726	Kw/h
Agosto	179,256	Kw/h
Septiembre	162,281	Kw/h
Octubre	148,022	Kw/h
Noviembre	163,639	Kw/h
Diciembre	130,368	Kw/h
<b>Consumo anual</b>	<b>1741,635</b>	<b>Kw/h</b>

Fuente: (UNITEC, Compras y Adquisiciones. 2016).



**Figura 11. Consumo en Kw Campus UNITEC Tegucigalpa Año 2015 y 2014 respectivamente.**

Fuente: (UNITEC, Compras y Adquisiciones. 2016).

Para el cálculo de la variación anual en el 2015, se consideró el consumo de los meses de enero y diciembre de ese año, como se muestra en la ecuación 7.

### Ecuación 7. Variación anual requerida por UNITEC.

$$\text{Variación anual requerida por UNITEC} = \frac{1,795,500 - 1,741,635 \frac{\text{kW}}{\text{h}}}{1,741,635 \frac{\text{kW}}{\text{h}}} = 3.09\%$$

### 4.3 DATOS A CONSIDERAR PARA EL EJERCICIO

La tarifa actual del costo de la energía que se debe de pagar a la ENEE se muestra en la figura 12, la cual deriva del sector perteneciente de la universidad al año 2015, pero de acuerdo a las investigaciones realizadas con el Departamento de Compras y Adquisiciones de UNITEC, se ha pagado a la ENEE una tarifa de L. 2.29 kW/h desde el 2012, la cual se ha mantenido estable hasta el 2016, por lo que este será el precio utilizado para el presente proyecto y se manejará además un aumento del precio de la energía anual del 3% debido a la incertidumbre de los cambios propuestos recientemente por el gobierno para el sector electricidad.

Con base en la ecuación 7, se manejará también un aumento anual de la energía en el campus de un 3.09%.

CUADRO 7.3: SECTOR INDUSTRIAL PEQUEÑO (TARIFA "C")		
TARIFA VIGENTE EN EL SISTEMA CENTRAL INTERCONECTADO		
APLICABLE EN ENERO 2015		
TARIFA "C"		
SERVICIO EN ALTA TENSION CON PUNTO DE ENTREGA Y DE MEDICIÓN ÚNICO EN CIRCUITO PRIMARIO DE DISTRIBUCIÓN TENSIONES 13.8 Y 34.5 KV.		
Aplicable a los usuarios del servicio eléctrico que han firmado contrato para suplirse del servicio acogidos a esta tarifa por un año o más, pero con no menos de 250 kilovatios de demanda máxima mensual. La Demanda Máxima se cobrará mensualmente, y no se comparará con los 11 meses anteriores al mes facturado. <sup>2</sup>		
ESPECIFICACIONES POR DEMANDA MÁXIMA Y MÍNIMA EN kW Y ENERGÍA EN kWh		
Precio por kW de demanda máxima de facturación	134.3595	L./kW-mes
Precio por kWh de energía	2.8379	L./kWh
Cargo mínimo por los 250 kW de demanda	33,589.87	L.

**Figura 12. Tarifa ENEE para sector industrial pequeño 2015 (Tarifa "C")**

Fuente: (ENEE. 2016).

### 4.5 ANÁLISIS FINANCIERO (ESCENARIO 1)

Para poder analizar si la inversión que se necesita realizar en los paneles solares se recuperará mediante la producción que se realice, se calculó su TIR y VAN. Los datos utilizados para el cálculo de las principales variables financieras se muestran en la figura 13, en la cual se puede observar que el gasto de mantenimiento es del 6% de la producción generada por la planta.

<b>Datos Generales</b>	
<b>Inversión Inicial (\$)</b>	\$ 883,200
<b>Cambio moneda dolares</b>	L. 22.85
<b>Inversión Inicial en Lempiras</b>	L. 20181,120
<b>Energia Consumida UNITEC 15 (Kw/h)</b>	1795,500
<b>Incremento de consumo de energia (2014 - 2015)</b>	3.09%
<b>Inflación anual</b>	5.00%
<b>Datos precio energia proporcionada por ENEE</b>	
<b>Precio Kw/h ENEE</b>	L. 2.29
<b>Datos Granja Fotovoltaica</b>	
<b>Costo Generacion de la energia</b>	\$ 0.16
<b>Producción de la planta (kw/h)</b>	384.80
<b>Gatos de mantenimiento (%)</b>	6.0%
<b>Degradación Modulos en 25 Años (%)</b>	15%
<b>Degradación Anual planta (%)</b>	0.6%
<b>% de valor de rescate (año 25)</b>	85.0%
<b>Valor de rescate de la granja 25 años</b>	L. 17153,952
<b>Precio del inversor (por Kw) en dolares</b>	\$ 400.00
<b>Precio del inversor (por Kw) en lempiras</b>	L. 9,140.00
<b>Valor en KW de la planta instalada (Kw)</b>	385

**Figura 13. Datos generales (Escenario 1).**

Para poder calcular los flujos de efectivo del proyecto fue necesario analizar el ahorro que obtendría UNITEC con la instalación de la planta solar. El cálculo del ahorro se obtiene de la diferencia entre el monto pagado a la ENEE por una cobertura del 100% de la energía requerida, contra el monto pagado proveniente de la sustitución del 36% del consumo actual mediante lo que se predice que producirá la planta solar. La energía producida por la planta solar por el costo de la electricidad pagada a la ENEE da como resultado el ahorro que se obtendrá anualmente.

En la figura 14 se muestran los cálculos realizados para la obtención del ahorro. El proyecto se analizó en base a la garantía de la planta solar, la cual es de 25 años, pero su vida útil es mayor a los 25 años, ya que de acuerdo a su hoja técnica (Anexo 1) al final de 25 años de utilización, la

planta de energía solar podría seguir funcionando a un 85% de su capacidad por lo que este dato fue considerado al momento de analizar los flujos de dinero para el proyecto.

Años	Consumo energetico de UNITEC (kw/h)	Incremento consumo energetico anual (%)	Energía producida por la granja(Kw/h)	Degradación anual de la planta (%)	Consumo ENEE despues de construcción de planta (kw/h)	Tarifa Enee 2016 (L)	Aumento tarifa ENEE (%)	Pago anual de energía a la ENEE (L)	Ahorro anual si se construyera la granja (L)
2015	1795,500.00	3.09%							
2016	1851,030.93	3.09%	654,160.00	0.6%	1196,870.93	L. 2.29	3.00%	L. 4238,860.82	L. 1498,026.40
2017	1908,279.31	3.09%	650,235.04	0.6%	1258,044.27	L. 2.36	3.00%	L. 4501,058.40	L. 1533,709.39
2018	1967,298.25	3.09%	646,333.63	0.6%	1320,964.62	L. 2.43	3.00%	L. 4779,474.39	L. 1570,242.35
2019	2028,142.53	3.09%	642,455.63	0.6%	1385,686.90	L. 2.50	3.00%	L. 5075,111.98	L. 1607,645.52
2020	2090,868.59	3.09%	638,600.89	0.6%	1452,267.69	L. 2.58	3.00%	L. 5389,036.43	L. 1645,939.64
2021	2155,534.63	3.09%	634,769.29	0.6%	1520,765.34	L. 2.65	3.00%	L. 5722,378.89	L. 1685,145.92
2022	2222,200.65	3.09%	630,960.67	0.6%	1591,239.97	L. 2.73	3.00%	L. 6076,340.47	L. 1725,286.09
2023	2290,928.50	3.09%	627,174.91	0.6%	1663,753.59	L. 2.82	3.00%	L. 6452,196.58	L. 1766,382.41
2024	2361,781.96	3.09%	623,411.86	0.6%	1738,370.10	L. 2.90	3.00%	L. 6851,301.52	L. 1808,457.64
2025	2434,826.76	3.09%	619,671.39	0.6%	1815,155.37	L. 2.99	3.00%	L. 7275,093.37	L. 1851,535.10
2026	2510,130.68	3.09%	615,953.36	0.6%	1894,177.32	L. 3.08	3.00%	L. 7725,099.14	L. 1895,638.66
2027	2587,763.59	3.09%	612,257.64	0.6%	1975,505.95	L. 3.17	3.00%	L. 8202,940.33	L. 1940,792.78
2028	2667,797.52	3.09%	608,584.09	0.6%	2059,213.42	L. 3.26	3.00%	L. 8710,338.70	L. 1987,022.46
2029	2750,306.72	3.09%	604,932.59	0.6%	2145,374.13	L. 3.36	3.00%	L. 9249,122.54	L. 2034,353.34
2030	2835,367.75	3.09%	601,302.99	0.6%	2234,064.76	L. 3.46	3.00%	L. 9821,233.21	L. 2082,811.63
2031	2923,059.54	3.09%	597,695.18	0.6%	2325,364.36	L. 3.57	3.00%	L. 10428,732.17	L. 2132,424.21
2032	3013,463.44	3.09%	594,109.01	0.6%	2419,354.44	L. 3.67	3.00%	L. 11073,808.39	L. 2183,218.55
2033	3106,663.34	3.09%	590,544.35	0.6%	2516,118.99	L. 3.79	3.00%	L. 11758,786.23	L. 2235,222.82
2034	3202,745.71	3.09%	587,001.08	0.6%	2615,744.63	L. 3.90	3.00%	L. 12486,133.83	L. 2288,465.82
2035	3301,799.70	3.09%	583,479.08	0.6%	2718,320.62	L. 4.02	3.00%	L. 13258,472.00	L. 2342,977.08
2036	3403,917.22	3.09%	579,978.20	0.6%	2823,939.02	L. 4.14	3.00%	L. 14078,583.67	L. 2398,786.79
2037	3509,193.01	3.09%	576,498.33	0.6%	2932,694.68	L. 4.26	3.00%	L. 14949,423.90	L. 2455,925.89
2038	3617,724.75	3.09%	573,039.34	0.6%	3044,685.41	L. 4.39	3.00%	L. 15874,130.53	L. 2514,426.05
2039	3729,613.15	3.09%	569,601.11	0.6%	3160,012.04	L. 4.52	3.00%	L. 16856,035.51	L. 2574,319.68
2040	3844,962.01	3.09%	566,183.50	0.6%	3278,778.51	L. 4.66	3.00%	L. 17898,676.89	L. 2635,639.97
2041	3963,878.36	3.09%	562,786.40	0.6%	3401,091.96	L. 4.79	3.00%	L. 19005,811.54	L. 2698,420.92

**Figura 14. Cálculo de ahorro.**

Como se puede observar en la figura 14, existe un ahorro con la instalación de la planta solar, pero el ahorro no es representativo ante el pago que se mantendrá haciendo a la ENEE debido al consumo y el costo por Kw en aumento.

Se consideró la línea de crédito disponible para este tipo de proyectos. Según la figura 15, Grupo Financiero Ficohsa ofrece una tasa de 15.50% para este tipo de proyectos en lempiras, y un plazo hasta de 10 años para el pago del mismo.

PARÁMETROS DE REFERENCIA	FACILIDADES MIPYME			DESTINO	PLAZO	TASA DE INTERES	PERIODO DE GRACIA	FORMA DE PAGO
	MICRO EMPRESA	PEQUEÑA EMPRESA	MEDIANA EMPRESA					
No de empleados	De 1 a 100							
Monto de Financiamiento	Hasta USD \$3,000	Hasta USD \$200,000	Hasta USD \$5,000,000	Capital de trabajo	Hasta 3 años	Moneda Lempiras: Tasa usuario Final: 15.50% Margen de Intermediación: 4.0% Moneda en Dólares: Tasa Usuario Final: 8.70% Margen de ntermediación : 2.0%	Hasta 6 meses	De acuerdo al flujo de fondos, hasta trimestral.
	Hasta USD \$5,000			Activo Fijo	Hasta 10 años		Hasta 18 meses	
	Hasta USD \$10,000			Proyecto de inversión			Hasta 36 meses	Trimestral, Semestral, o anual
				Vivienda productiva			Hasta 12 meses	
	Hasta USD \$3,000	Local Comercial	Hasta 6 meses	De acuerdo al flujo de fondos, hasta trimestral.				
	Hasta USD \$50,000							

**Figura 15. Línea de créditos proyectos de energía renovable.**

Fuente: (Grupo Financiero Ficohsa. 2016).

Obteniendo la tasa del préstamo se procedió a calcular el costo ponderado de capital, en donde para el recurso propio se utilizan los principales parámetros económicos del país, como la tasa libre de riesgo, premio por riesgo y riesgo país, como se muestra en la figura 16.

<b>Tasa libre de riesgo</b>	1.49%
<b>Premio por riesgo</b>	7.17%
<b>Beta</b>	0.8
<b>Riesgo país</b>	9.75%

**Figura 16. Datos para el cálculo del costo de recurso propio.**

Respecto al cálculo de la tasa de descuento a utilizar para el proyecto, se utilizó una proporción de deuda del 40%. El valor resultante de la tasa de descuento es de 16.40%

	Proporcion	Costo	Total
<b>Prestamo</b>	40%	15.50%	6.20%
<b>Recurso Propio</b>	60%	17.0%	10.20%
			<b>16.40%</b>

**Figura 17. Cálculo del costo ponderado de capital.**

Se propone utilizar un 40% de deuda a la tasa proporcionada para este tipo de proyectos. En este análisis se considera la amortización del préstamo a los 10 años que es el máximo del plazo disponible, por lo que en la figura 19 se realizó el cálculo de los intereses y cuotas a pagar de acuerdo a los datos mostrados en la figura 18.

<b>Proporción de la deuda (%)</b>	40%
<b>Monto del préstamo</b>	L. 8072,448.00
<b>Años pago de capital</b>	10
<b>Tasa (%)</b>	15.50%
<b>Cuota de capital</b>	L. 807,244.80
<b>Recurso Propio</b>	L. 12108,672.00

**Figura 18. Datos deuda.**

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Saldo de capital</b>	L. 8072,448.00	L. 7265,203.20	L. 6457,958.40	L. 5650,713.60	L. 4843,468.80
<b>Pago de intereses</b>	L. 1251,229.44	L. 1126,106.50	L. 1000,983.55	L. 875,860.61	L. 750,737.66
<b>Cuota de capital</b>	L. 807,244.80				
<b>Saldo final de capital</b>	L. 7265,203.20	L. 6457,958.40	L. 5650,713.60	L. 4843,468.80	L. 4036,224.00

	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Saldo de capital</b>	L. 4036,224.00	L. 3228,979.20	L. 2421,734.40	L. 1614,489.60	L. 807,244.80
<b>Pago de intereses</b>	L. 625,614.72	L. 500,491.78	L. 375,368.83	L. 250,245.89	L. 125,122.94
<b>Cuota de capital</b>	L. 807,244.80	L. 807,244.80	L. 807,244.80	L. 807,244.80	L. 807,244.80
<b>Saldo final de capital</b>	L. 3228,979.20	L. 2421,734.40	L. 1614,489.60	L. 807,244.80	L. 0.00

**Figura 19. Cálculo de intereses y cuotas de capital para préstamo.**

Como siguiente paso se procedió a calcular los flujos de efectivo del proyecto. Para estos cálculos se utilizó el gasto por mantenimiento del 6% de la energía producida anualmente como se muestra en la figura 14, se consideró un cambio de equipo de inversores cada 10 años de acuerdo con su vida útil. Las entradas del proyecto están conformadas por el valor de rescate y el ahorro producido por la planta solar que se deriva de lo mostrado en la figura 14.

Año	1	2	3	4	5	6	7	
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Inversión Inicial (L)</b>	<b>-20181,120.00</b>							
<b>Monto del préstamo (L)</b>	<b>8072,448.00</b>							
Ahorro anual (L)		1533,709.39	1570,242.35	1607,645.52	1645,939.64	1685,145.92	1725,286.09	1766,382.41
Gastos de Mantenimiento (L)		-39,249.60	-39,014.10	-38,780.02	-38,547.34	-38,086.16	-37,857.64	-37,630.49
Cambios de Inversores (L)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor residual		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pago de capital		-807,244.80	-807,244.80	-807,244.80	-807,244.80	-807,244.80	-807,244.80	-807,244.80
Pago de intereses		-1251,229.44	-1126,106.50	-1000,983.55	-875,860.61	-750,737.66	-625,614.72	-500,491.78
	<b>-12108,672.00</b>	<b>-564,014.45</b>	<b>-402,123.05</b>	<b>-239,362.85</b>	<b>-75,713.11</b>	<b>89,077.30</b>	<b>254,568.93</b>	<b>421,015.34</b>

Año	8	9	10	11	12	13	14
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Inversión Inicial (L)</b>							
<b>Monto del préstamo (L)</b>							
Ahorro anual (L)	1808,457.64	1851,535.10	1895,638.66	1940,792.78	1987,022.46	2034,353.34	2082,811.63
Gastos de Mantenimiento (L)	-37,404.71	-37,180.28	-36,957.20	-36,735.46	-36,515.05	-36,295.96	-36,078.18
Cambios de Inversores (L)	0.00	0.00	-9,140.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor residual	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pago de capital	-807,244.80	-807,244.80	-807,244.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Pago de intereses	-375,368.83	-250,245.89	-125,122.94	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>588,439.29</b>	<b>756,864.13</b>	<b>917,173.72</b>	<b>1904,057.32</b>	<b>1950,507.42</b>	<b>1998,057.38</b>	<b>2046,733.45</b>

Año	15	16	17	18	19	20	21
	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
<b>Inversión Inicial (L)</b>							
<b>Monto del préstamo (L)</b>							
Ahorro anual (L)	2132,424.21	2183,218.55	2235,222.82	2288,465.82	2342,977.08	2398,786.79	2455,925.89
Gastos de Mantenimiento (L)	-35,861.71	-35,646.54	-35,432.66	-35,220.07	-35,008.74	-34,798.69	-34,589.90
Cambios de Inversores (L)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor residual	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pago de capital	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pago de intereses	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>2096,562.49</b>	<b>2147,572.01</b>	<b>2199,790.15</b>	<b>2253,245.76</b>	<b>2307,968.33</b>	<b>2363,988.10</b>	<b>2421,335.99</b>

Año	22	23	24	25
	2038	2039	2040	2041
<b>Inversión Inicial (L)</b>				
<b>Monto del préstamo (L)</b>				
Ahorro anual (L)	2514,426.05	2574,319.68	2635,639.97	2698,420.92
Gastos de Mantenimiento (L)	-34,382.36	-34,176.07	-33,971.01	-33,767.18
Cambios de Inversores (L)	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor residual	0.00	0.00	0.00	17153,952.00
Pago de capital	0.00	0.00	0.00	0.00
Pago de intereses	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>2480,043.69</b>	<b>2540,143.61</b>	<b>2601,668.96</b>	<b>19818,605.73</b>

Año	1		
	2016	2017	2018
<b>Inversión Inicial (L)</b>	<b>-20,181,120.00</b>		
<b>Monto del préstamo (L)</b>	<b>8,072,448.00</b>		
Ahorro anual (L)		1,533,709.39	1,570,242
Gastos de Mantenimiento (L)		-39,249.60	-39,014
Cambios de Inversores (L)		0.00	0
Valor residual		0.00	0
Pago de capital		-807,244.80	-807,244
Pago de intereses		-1,251,229.44	-1,126,106
	<b>-12,108,672.00</b>	<b>-564,014.45</b>	<b>-402,123</b>

Figura 20. Flujos de efectivo primer escenario.

Después de la obtención de los flujos anuales del proyecto se procedió al cálculo de TIR y VAN (VPN).

TIR	8%
VAN	L. -4144,410.17

**Figura 21. Cálculo de TIR Y VAN.**

La TIR es negativa pero el VAN del proyecto es negativas ya que como se muestra en la figura 20 al inicio de los años de inversión los flujos son negativos debido a que no hay un ahorro generado por la sustitución de la energía, y la inversión se empezaría a recuperar hasta en el año 16, y mientras tanto, se estaría pagando energía a la ENEE y un préstamo con una cuota e intereses superiores al ahorro generado por la sustitución. El proyecto no es atractivo para inversión por lo que su factibilidad queda descartada.

**4.6 ANÁLISIS FINANCIERO (ESCENARIO 2)**

Para el cálculo del segundo escenario se tomó en cuenta el mejor precio por Kw en el mercado, una mejor tasa de interés para el préstamo, mientras que el resto de los datos se mantuvo igual. Los datos utilizados para el cálculo de las principales variables financieras se muestran en la figura 22, en la cual se puede observar que el monto de la inversión inicial es mucho inferior.

El cálculo del ahorro se mantiene igual al mostrado en la figura 14 ya que el precio, la cantidad de kw y las variables se mantienen iguales.

Para este escenario se utiliza además una mejor tasa disponible para UNITEC para proyectos de esta índole de 13.5%, la cual fue proporcionada por la oficial de crédito del banco BAC/Credomatic que atiende al cliente UNITEC y de acuerdo a ella esta tasa podría bajar aun mas si personal de la universidad hace algún acercamiento para llevar a cabo el proyecto.

Datos Generales	
Inversión Inicial (\$)	\$ 460,800
Cambio moneda dolares	L. 22.85
Inversión Inicial en Lempiras	L. 10529,280
Energía Consumida UNITEC 15 (Kw/h)	1795,500
Incremento de consumo de energía (2014 -2015)	3.09%
Inflación anual	5.00%
Datos precio energía proporcionada por ENEE	
Precio Kw/h ENEE	L. 2.29
Datos Granja Fotovoltaica	
Costo Generación de la energía	\$ 0.16
Producción de la planta (kw/h)	384.80
Gatos de mantenimiento (%)	6.0%
Degradación Modulos en 25 Años (%)	15%
Degradación Anual planta (%)	0.6%
% de valor de rescate (año 25)	85.0%
Valor de rescate de la granja 25 años	L. 8949,888
Precio del inversor (por Kw) en dolares	\$ 130.00
Precio del inversor (por Kw) en lempiras	L. 2,970.50
Valor en KW de la planta instalada (Kw)	385

**Figura 22. Datos generales (Escenario 2).**

Teniendo la tasa del préstamo crediticio y el costo del recurso propio mostrado en la figura 16 se procedió a calcular la tasa de descuento a utilizar para el proyecto de acuerdo a este escenario, en el que se utilizó nuevamente una proporción de deuda del 40% y como resultado se obtuvo una tasa de descuento es de 15.60%, inferior al escenario 1.

	Proporción	Costo	Total
Prestamo	40%	13.50%	5.40%
Recurso Propio	60%	17.0%	10.20%
			15.60%

**Figura 23. Cálculo del costo ponderado de capital.**

A partir de estos datos se procedió al cálculo de los intereses y cuotas de capital a pagar de acuerdo al monto del préstamo propuesto.

<b>Proporción de la deuda (%)</b>	40%
<b>Monto del préstamo</b>	L. 4211,712.00
<b>Años pago de capital</b>	10
<b>Tasa (%)</b>	13.50%
<b>Cuota de capital</b>	L. 421,171.20
<b>Recurso Propio</b>	L. 6317,568.00

**Figura 24. Datos deuda escenario 2.**

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Saldo de capital</b>	L. 4211,712.00	L. 3790,540.80	L. 3369,369.60	L. 2948,198.40	L. 2527,027.20
<b>Pago de intereses</b>	L. 568,581.12	L. 511,723.01	L. 454,864.90	L. 398,006.78	L. 341,148.67
<b>Cuota de capital</b>	L. 421,171.20				
<b>Saldo final de capital</b>	L. 3790,540.80	L. 3369,369.60	L. 2948,198.40	L. 2527,027.20	L. 2105,856.00

	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Saldo de capital</b>	L. 2105,856.00	L. 1684,684.80	L. 1263,513.60	L. 842,342.40	L. 421,171.20
<b>Pago de intereses</b>	L. 284,290.56	L. 227,432.45	L. 170,574.34	L. 113,716.22	L. 56,858.11
<b>Cuota de capital</b>	L. 421,171.20	L. 421,171.20	L. 421,171.20	L. 421,171.20	L. 421,171.20
<b>Saldo final de capital</b>	L. 1684,684.80	L. 1263,513.60	L. 842,342.40	L. 421,171.20	L. -0.00

**Figura 25. Cálculo de intereses y cuotas de capital para préstamo escenario 2.**

Como siguiente paso se procedió a calcular los flujos de efectivo del proyecto. Para estos cálculos se utilizó el gasto por mantenimiento del 6% de la energía producida anualmente como se muestra en la figura 14, se consideró un cambio de equipo de inversores cada 10 años de acuerdo con su vida útil, el cual en costo es inferior que el escenario 1 debido a la utilización del mejor precio del mercado. Las entradas del proyecto están conformadas por el valor de rescate del equipo al final de los 25 años y el ahorro producido por la planta solar que se deriva de lo mostrado en la figura 14.

Año	1	2	3	4	5	6	7	
<b>Inversión Inicial (L)</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
<b>Monto del préstamo (L)</b>	<b>-10529,280.00</b>							
<b>Ahorro anual (L)</b>	<b>4211,712.00</b>	1533,709.39	1570,242.35	1607,645.52	1645,939.64	1685,145.92	1725,286.09	1766,382.41
<b>Gastos de Mantenimiento (L)</b>		-39,249.60	-39,014.10	-38,780.02	-38,547.34	-38,086.16	-37,857.64	-37,630.49
<b>Cambios de Inversores (L)</b>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Valor residual</b>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Pago de capital</b>		-421,171.20	-421,171.20	-421,171.20	-421,171.20	-421,171.20	-421,171.20	-421,171.20
<b>Pago de intereses</b>		-568,581.12	-511,723.01	-454,864.90	-398,006.78	-341,148.67	-284,290.56	-227,432.45
	<b>-6317,568.00</b>	<b>504,707.47</b>	<b>598,334.04</b>	<b>692,829.41</b>	<b>788,214.31</b>	<b>884,739.89</b>	<b>981,966.69</b>	<b>1080,148.27</b>

Año	8	9	10	11	12	13	14
<b>Inversión Inicial (L)</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>
<b>Monto del préstamo (L)</b>							
<b>Ahorro anual (L)</b>	1808,457.64	1851,535.10	1895,638.66	1940,792.78	1987,022.46	2034,353.34	2082,811.63
<b>Gastos de Mantenimiento (L)</b>	-37,404.71	-37,180.28	-36,957.20	-36,735.46	-36,515.05	-36,295.96	-36,078.18
<b>Cambios de Inversores (L)</b>	0.00	0.00	-9,140.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Valor residual</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Pago de capital</b>	-421,171.20	-421,171.20	-421,171.20	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Pago de intereses</b>	-170,574.34	-113,716.22	-56,858.11	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>1179,307.39</b>	<b>1279,467.39</b>	<b>1371,512.15</b>	<b>1904,057.32</b>	<b>1950,507.42</b>	<b>1998,057.38</b>	<b>2046,733.45</b>

Año	15	16	17	18	19	20	21
<b>Inversión Inicial (L)</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>	<b>2036</b>	<b>2037</b>
<b>Monto del préstamo (L)</b>							
<b>Ahorro anual (L)</b>	2132,424.21	2183,218.55	2235,222.82	2288,465.82	2342,977.08	2398,786.79	2455,925.89
<b>Gastos de Mantenimiento (L)</b>	-35,861.71	-35,646.54	-35,432.66	-35,220.07	-35,008.74	-34,798.69	-34,589.90
<b>Cambios de Inversores (L)</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Valor residual</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Pago de capital</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Pago de intereses</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>2096,562.49</b>	<b>2147,572.01</b>	<b>2199,790.15</b>	<b>2253,245.76</b>	<b>2307,968.33</b>	<b>2363,988.10</b>	<b>2421,335.99</b>

Año	22	23	24	25
<b>Inversión Inicial (L)</b>	<b>2038</b>	<b>2039</b>	<b>2040</b>	<b>2041</b>
<b>Monto del préstamo (L)</b>				
<b>Ahorro anual (L)</b>	2514,426.05	2574,319.68	2635,639.97	2698,420.92
<b>Gastos de Mantenimiento (L)</b>	-34,382.36	-34,176.07	-33,971.01	-33,767.18
<b>Cambios de Inversores (L)</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Valor residual</b>	0.00	0.00	0.00	8949,888.00
<b>Pago de capital</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Pago de intereses</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>2480,043.69</b>	<b>2540,143.61</b>	<b>2601,668.96</b>	<b>11614,541.73</b>

Figura 26. Flujos de efectivo segundo escenario.

Al calcular la TIR y el VAN se obtienen resultados positivos, ya que la TIR es mayor que el costo ponderado de capital y se obtiene un Valor Actual Neto de L. 5,890,513.79.

<b>TIR</b>	17%
<b>VAN</b>	L. 5890,513.79

**Figura 27. TIR y VAN segundo escenario.**

El proyecto es factible y la recuperación de la inversión se ve reflejada a partir del octavo año, lo que convierte este escenario en un proyecto más atractivo para su inversión.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

1. Para la realización del proyecto es necesario utilizar la mejor tasa de préstamo y el mejor precio disponible de Kw en el mercado, con los cuales, se pueda ver el regreso de la inversión en el menor tiempo posible.
2. La utilización de celdas solares para proveer parcialmente energía a UNITEC es factible y se refleja que el ahorro generado los primeros 10 años, los cuales son superiores al pago del préstamo crediticio que se requiere para la implementación del proyecto, son favorables para el inversionista considerando que después de 8 años el proyecto estará pagado completamente gracias al ahorro generado.
3. La universidad actualmente se mantiene dentro de un acuerdo con la ENEE que ha permitido mantener su tarifa eléctrica desde el 2012 en 2.34 lempiras, utilizando el área de techo de los edificios 1, 2, 3, 4 y 5 de UNITEC se determinó que al instalarse una planta solar que cuente con 1,480 paneles, basada en celdas solares de un tamaño de 1.64 m de largo y 0.99 m de ancho, que producen 255kw se puede producir hasta **702.26 kw/h** de energía.
4. La implementación de proyectos basados en la generación de energía por medios de recursos renovables ha demostrado ser la mejor alternativa a la problemática energética que se vive actualmente a nivel mundial. La opción de utilización de energía solar en los últimos años ha tenido un auge atrayente que ha permitido que cada vez sean más los inversionistas que estén dispuestos a apostar por el beneficio que ofrece este sistema.
5. Hay una falta de normativa nacional que profundice la implementación de sistemas de energía solar en el país, ya que las leyes hacen referencia principalmente a la utilización del recurso hidráulico que había sido el más explotado hasta hace unas décadas.

## 5.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la implementación del sistema bajo los datos utilizados para la formulación del escenario dos, en donde se verá un ahorro palpable en efectivo.
2. Se recomienda la separación de la medición eléctrica de los edificios del campus, de forma que se pueda obtener el consumo individual y poder determinar dónde se encuentra el mayor consumo y así atenderlo de forma que se puedan proponer soluciones para el ahorro.
3. Basados en el estudio hecho por Alvarenga Padilla (2012), se recomienda la implementación de un plan de ahorro energético en las instalaciones de UNITEC. Esto se recomienda para cualquiera de los escenarios estudiados de forma que contribuya a generar un ahorro y a involucrar a la población estudiantil en un proyecto de mejora.
4. Realizar el presente análisis utilizando una tarifa basada en un contrato de compra/renta de energía solar a un proveedor local, en vez de compra de un sistema solar, de forma que al comprar el fluido eléctrico se evite una inversión inicial tan alta al inicio del periodo y también los gastos generados por su implementación, ya que bajo este formato correrían por cuenta del arrendatario y se podría ver si hay un ahorro superior bajo este formato.
5. Considerar la opción de la implementación del proyecto sino es por el ahorro que significaría para la Universidad, considerarlo para que sea un factor de reconocimiento ante el público en general, que le permita mantenerse como una universidad innovadora y emprendedora; en donde el compromiso de su personal como el del alumnado, se pueda ver incentivado mediante este hecho para el mejoramiento ambiental y el compromiso colectivo ante el planeta.

## BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial. Recuperado el 16 de mayo del 2016, desde <http://www.bancomundial.org/es/country/honduras/overview#1>
- Castellanos, J. (2001). La violencia en cifras. CEDOH
- CEPAL. (2011). Estudio sectorial regional sobre energía y cambio climático en Centroamérica.
- BCIE - Banco Centroamericano de Integración Económica: Inicio. (n.d.). Retrieved June 2, 2016, from <http://www.bcie.org/index.php?id=19>
- CEPAL. (2011). Estudio sectorial regional sobre energía y cambio climático en centroamerica.
- De Juana Sardon, J. M., Santos, F., Crespo, A., Herrero, M. Á., De Francisco, A., & Fernandez, J. (2013). *Energías renovables para el desarrollo* (1 ed.). Madrid: Thomson Ediciones Spain Paraninfo S.A.
- Dolezal, A., Majano, A. M., Ochs, A., & Palencia, R. (2013). La Ruta hacia el Futuro para la Energía Renovable en Centroamérica. Worldwatch Institute.
- ENEE. (n.d.). GENERACIÓN. Retrieved June 9, 2016, from <http://www.enee.hn/index.php/electrificacion-nacional/generacion>
- González, J. A. C., Pérez, R. C., & Santos, A. C. (2009). *Centrales de energías Renovables Generación eléctrica con energías renovables* (1 ed.). Madrid: Pearson Educación, S.A.
- González, J. A. C., Pérez, R. C., Santos, A. C., Castro Gil, M. A., & Collado Fernandez, E. (2013). *Centrales de energías Renovables Generación eléctrica con energías renovables* (2 ed.). Madrid: Pearson Educación, S.A.
- International Energy Statistics - EIA. (n.d.). Retrieved June 8, 2016, from <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=1&pid=7&aid=6>

- Jordan, R. W. (2010). *Fundamentos de Finanzas Corporativas* (9 ed.). Mexico D. F.: Mc Graw Hill.
- La Prensa HN. (2015). Inauguran el proyecto de energía solar más grande de AL - Diario La Prensa. Retrieved June 9, 2016, from <http://www.laprensa.hn/honduras/824343-410/inauguran-el-proyecto-de-energ%C3%ADa-solar-m%C3%A1s-grande-de-al>
- Zelaya, M. R. (2015). Manual para la Preparación de Auditorías Energéticas y Evaluación Financiera de Proyectos de Eficiencia Energética Volumen I Electricidad. Iniciativa MIPYMES Verdes y Programa 4E.
- Menéndez Pérez, E. (1997). *Las energías renovables: un enfoque político –ecológico* (1 ed.). Madrid: Los libros de la Catarata.
- Pareja Aparicio, M. (2010). *Energía Solar Fotovoltaica Cálculo de una instalación aislada* (Segunda). Barcelona: Marcombo S. A.
- Proyecto ARECA. (2010). Análisis de Mercado hondureño de Energía Renovable. BCIE.
- Republica de Honduras. (2007). Ley para la producción y consumo de biocombustibles.
- Sampieri, R. H., Fernandez-Collado, C., & Lucio, P. B. (2006). *Metodología de la investigación* (4 ed.). Mexico D. F.: Mc Graw Hill.
- UNITEC | Licenciatura, Ejecutivas, Maestrias, En Línea. (n.d.). Retrieved June 2, 2016, from <http://www.unitec.mx/>
- Van Horne, J. C. (1993). *Administracion Financiera* (9 ed.). Naucalpan de Juarez: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### YGE 60 CELL SERIES 2

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

##### Parámetros eléctricos en condiciones de prueba estándar (STC)

Tipos de celdas	100mm <sup>2</sup> 70% (area P <sub>max</sub> )					
Potencia de celdas	P <sub>max</sub>	W	290	303	300	290
Tolerancia de potencia de celdas	P <sub>max</sub>	W	0/+3			
Eficiencia del módulo	$\eta_c$	%	16.6	16.9	16.6	16.4
Tensión en P <sub>max</sub>	V <sub>mp</sub>	V	30.7	30.5	30.3	30.0
Intensidad en P <sub>max</sub>	I <sub>mp</sub>	A	9.80	9.79	9.59	9.69
Tensión en circuito abierto	V <sub>oc</sub>	V	37.9	37.8	37.7	37.6
Intensidad en cortocircuito	I <sub>sc</sub>	A	9.77	9.80	9.68	9.67

V.T. 1000 W/m<sup>2</sup> de irradiancia, 25°C de temperatura de celdas, espectro AM (1.5) conforme con EN 60904-1.  
Tolerancia media de los valores estándar de 0.7% a 200 W/m<sup>2</sup> según EN 60904-1.

##### Parámetros eléctricos a temperatura operativa nominal de la celda (TONC)

Tipos de celdas	100mm <sup>2</sup> 70% (area P <sub>max</sub> )					
Potencia de celdas	P <sub>max</sub>	W	282.9	293.3	289.7	282.4
Tensión en P <sub>max</sub>	V <sub>mp</sub>	V	29.0	27.8	27.6	27.2
Intensidad en P <sub>max</sub>	I <sub>mp</sub>	A	9.74	10.56	10.50	10.39
Tensión en circuito abierto	V <sub>oc</sub>	V	36.0	34.9	34.8	34.7
Intensidad en cortocircuito	I <sub>sc</sub>	A	9.68	9.67	9.50	9.50

TONC: temperatura operativa nominal de módulo en circuito abierto a 1000 W/m<sup>2</sup> de irradiancia, 30°C de temperatura ambiente y bajo de radiación del módulo.

#### CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

Temperatura operativa nominal de la celda	TONC	°C	46 +/- 2
Temperatura coeficiente de P <sub>max</sub>	$\alpha$	W/°C	-0.47
Temperatura coeficiente de V <sub>mp</sub>	$\beta_{Vmp}$	W/°C	-0.32
Temperatura coeficiente de I <sub>mp</sub>	$\alpha_{Imp}$	W/°C	0.00
Temperatura coeficiente de V <sub>oc</sub>	$\beta_{Voc}$	W/°C	-0.47

#### CONDICIONES OPERATIVAS

Tensión máxima del sistema	1000V <sub>DC</sub>
Valor máximo del flujo de corriente en celda	10A
Limitación de corriente inversa	10A
Rango de temperatura de funcionamiento	-40°C to 85°C
Máxima carga máxima frontal (q <sub>f</sub> viento)	2400Pa
Máxima carga máxima posterior (q <sub>r</sub> viento)	2400Pa
WIND. Impacto por granizo (diámetro/energía)	25mm/23m/s

#### MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Cubierta frontal (material / espesor)	Vidrio templado de bajo contenido en hierro / 3,2 mm
Cubierta trasera (material / tipo / dimensiones / número de hojas)	60% aluminio recubierto / 1.52 mm x 1.52 mm / 2 x 2
Aluminio (material / color / color de acabado / celdas de hoque)	Aluminio anodizado / plateado / blanco / negro
Caja de conexiones (grado de protección)	IP65
Cable (longitud / conductividad)	800mm / 4mm <sup>2</sup>
Conector (tipo / grado de protección)	MC4 / IP20 o TT20-L / IP20 o Amphterm HX / IP20

- Debido a la continua evolución, mejorando y mejorando productos, las especificaciones operativas citadas en el libro de características estándar y cables se reservan. Las especificaciones pueden variar ligeramente en el desarrollo.
- Los datos de resistencia a los vientos están basados en parte de los datos, como solo para comparación entre diferentes tipos de módulos.

#### CUALIFICACIONES Y CERTIFICADOS

ISO 9121S, ISO 91730, IEC61215, IEC61713, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, ISO 14062:2002, PV CYCLE, UL 61010



© Yingli Green Energy Holding Co., Ltd.

ES\_VGE00026-206\_25mm\_11.12N\_200905\_V04\_YES

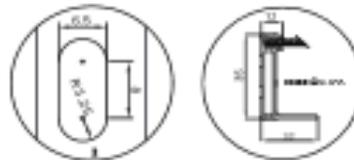
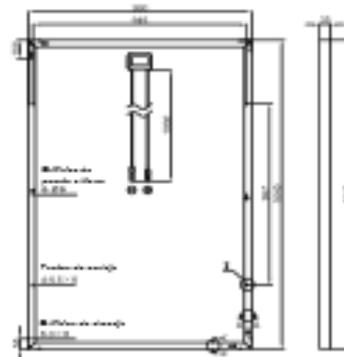
#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Dimensiones (Longitud/Ancho/Alto)	1600mm/990mm/25mm
Peso	18.5kg

#### ESPECIFICACIONES DE EMBALAJE

Número de módulos por pallet	20
Número de pallet por contenedor de 40'	20
Dimensiones de la caja de embalaje (Longitud/Ancho/Alto)	1100mm/1020mm/800mm
Peso de la caja	50kg

Unidad: mm



**Advertencia:** Lea el Manual de Instalación y Uso con la totalidad antes de manejar, instalar o operar módulos de Yingli Solar.



Yingli Green Energy Americas  
LetAm-info@yingliamericas.com

YINGLISOLAR.COM



ANEXO 2

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN**

Tequisgalpa Francisco Morazan 1 Junio 2016  
(Ciudad), (Departamento) (Día, mes y año)

Jorge Daniel Mejia  
(Nombre y apellidos del Director o Gerente)

Director de Seguridad Integral y Servicios Integrales  
(Puesto Laboral)

UNITEC  
(Empresa o Institución)

Ciudad de Sagakapa, Tequisgalpa  
(Dirección principal de la empresa o institución)

Estimado Señor(a): Jorge Mejia

Reciba un cordial y atento saludo. Por medio de la presente decíamos solicitar su apoyo, dado que somos alumnos de UNITEC y nos encontramos desarrollando el Trabajo Final de Investigación previo a obtener nuestro título de maestría en Dirección Empresarial y Finanzas

Hemos seleccionado como tema Análisis de Factibilidad: Implementación de un proyecto de generación de energía fotovoltaica Unites, por lo que estaríamos muy agradecidos de contar con el apoyo de la empresa que usted representa para poder desarrollar nuestra investigación. En particular, dicha solicitud se circunscribe a petitionar que se nos autorice a realizar: una investigación en cuanto a las tarifas energéticas pagadas y el consumo de energía de la Universidad.  
(encuestas, sondeos, etc).

A la espera de su aprobación, me suscribo de Usted.

Atentamente,

Arturo Brizuela  
Firma, nombre y apellidos

No. de cuenta: 10853067

Arturo Brizuela  
Firma, nombre y apellidos

No. de cuenta: 11423138

Por este medio, UNITEC  
(empresa / institución).

Autoriza la realización dentro de sus instalaciones el proyecto de investigación de Postgrado antes mencionado.

Jorge Daniel Mejia

(Nombre y sello del Director / Gerente)



Vo.Bo.