



unitec®
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES®

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DE INVESTIGACION

**AUGE DE LA ENERGIA SOLAR EN EL SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL
E INDUSTRIAL EN SAN PEDRO SULA Y SU IMPACTO EN EL MERCADO
HONDUREÑO**

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO

INGENIERO EN ENERGIA

PRESENTADO POR:

21521074

ANDREA GISSELL MEJIA FLORES

ASESOR: VIELKA SOFIA BARAHONA

CAMPUS SAN PEDRO SULA

JUNIO, 2019

Dedicatoria y Agradecimientos

Dedico este informe primeramente a Dios por brindarme la sabiduría y el conocimiento, a mis padres por todo el apoyo y esfuerzo que me han brindado para poder culminar esta parte de mi vida, a mis amigos por estar presentes, a los catedráticos que me brindaron sus conocimientos y en general todas aquellas personas que me ayudaron.

Resúmenes Ejecutivo

El mercado fotovoltaico ha tenido un auge en los últimos 4 años en San Pedro Sula en los sectores residencial, comercial e industrial, siguiendo la tendencia observada a nivel regional y mundial.

Según investigaciones del mercado fotovoltaico internacional China es el país que actualmente se encuentra liderando la instalación de plantas solares para generación de energía, considerándose como un ejemplo para países como Alemania, Grecia, Italia, Japón y Honduras siendo este el mayor contribuyente a nivel de Centroamérica.

El presente informe da a conocer el resultado de la investigación sobre la tasa de crecimiento del mercado fotovoltaico. A través de la realización de utilización de métodos como ser la aplicación de encuestas en las empresas: ENEE (Empresa Nacional de Energía Eléctrica), EEH (Empresa Energía Honduras, ENERTIVA, Smart Solar, Solar Power, ICCE y Solaris en donde se recopiló información sobre el costo de Wp instalado, tiempo de recuperación, proceso de instalación, principal mercado de instalación, plantas instaladas, y capacidad total instalada.

Obteniendo como resultado la tasa de crecimiento de San Pedro Sula es de 23.54%, con una capacidad instalada de 14.5 MWp generando al año 18,707.22 MWh. Y según proyecciones que para el 2030 la capacidad instalada sea de 55.6 MWp.

Índice de Contenido

I.	Introducción	1
II.	Planteamiento del Problema	2
2.1	Precedentes del Problema	2
2.2	Definición del Problema	2
2.3	Justificación	3
2.4	Preguntas de Investigación	3
2.5	Objetivos	3
2.5.1	Objetivo General	3
2.5.2	Objetivos Específicos	4
III.	Marco Teórico.....	5
3.1	Historia de la energía solar fotovoltaica en el mundo	5
3.2	Acuerdo de Paris.....	6
3.3	Crecimiento energía solar fotovoltaica en el mundo	7
3.4	Mercado solar fotovoltaico en América Latina	8
3.5	Mercado Solar Fotovoltaico en Centro América	9
3.6	Mercado Solar Fotovoltaico en Honduras	9
3.7	Clasificación Sistemas Fotovoltaicos	10
3.8	Sistemas fotovoltaicos conectados a la red.....	10
3.8.1.3	Contadores.....	11
3.9	Requisitos para la interconexión de clientes con fuentes de energía renovables hasta 30 kW establecidos por la ENEE.....	12
3.9.1	Alcance.....	12
3.9.2	Requisitos y especificaciones técnicas para la interconexión	15
3.9.3	Requisitos generales	15
3.9.4	Condiciones Anormales de Operación	17
3.9.5	Tensión	17
3.9.6	Re conexión al PI	18
3.9.7	Operación en Isla	18

3.10	Ley de promoción a la generación de energía eléctrica con recursos renovables.	19
3.11	Tarifa de energía eléctrica en Honduras	19
IV.	Metodología	21
4.1	Enfoque	21
4.2	Variables de Investigación.....	21
4.3	Técnicas e Instrumentos Aplicados.....	22
4.3.1	La Entrevista.....	22
4.3.2	Análisis de Documento	23
4.4	Metodología de Estudio.....	23
4.4.1	Metodología Cuantitativa	23
4.5	Cronograma	25
V.	Resultados y Análisis	26
VI.	Conclusiones	34
VII.	Limitaciones.....	35
VIII.	Recomendaciones	36
IX.	Anexos.....	37
X.	Bibliografía	58

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Potencia solar fotovoltaica instalada anualmente en todo el mundo entre los años 2000 y 2017 en GW	7
Ilustración 2: Evolución del año 2000 al 2017 de las instalaciones fotovoltaicas.....	8
Ilustración 3: Contribución de los países de energía fotovoltaica	9
Ilustración 4: Elementos de un sistema fotovoltaico conectado a la red	12
Ilustración 5: Esquema de Interconexión	16
Ilustración 6: Imagen de pliego tarifario octubre-diciembre 2018	20
Ilustración 7: Rendimientos específicos de Honduras.....	20
Ilustración 8 Variables dependiente e independientes de la investigación	22

Índice de Tablas

Tabla 1: Tensiones anormales en el PI	17
Tabla 2: Frecuencia anormales en el PI	18
Tabla 3: Tabla de entrevistados con descripción de empresa y puesto que desempeñan.....	21
Tabla 4: Potencia total instalada de San Pedro Sula, Cortes	27
Tabla 5: Proyectos Fotovoltaicos registrados en ENEE y EHH	27
Tabla 6: Potencia total instalada en San Pedro Sula y descripción de entrevistados	28
Tabla 7: Tabla de Energía Producida anualmente por plantas solares fotovoltaicas en San Pedro Sula, Cortes	29
Tabla 8: Tasa de crecimiento anual de San Pedro Sula	29
Tabla 9: Tasa de Crecimiento Promedio del 2016 al 2019	30
Tabla 10: Pronostico del año 2019 al 2030 de potencia fotovoltaica en San Pedro Sula, Cortes .	31
Tabla 11: Costo promedio Wp Instalado en San Pedro Sula, Cortes	32
Tabla 12: Periodo de recuperación sector comercial	32
Tabla 13: Periodo de recuperación sector industrial	33

Índice de Gráficos

Grafico 2: Potencia instalada por año según registros de ENEE	26
Grafico 3: Potencia Fotovoltaica Instalada por empre en San Pedro Sula, Cortes	28
Grafico 4: Línea de tendencia para pronóstico de instalaciones futuras fotovoltaicas	30

I. Introducción

A finales de 2018, la energía fotovoltaica instalada en el mundo alcanzaba por primera vez los 500 GW y se convertía en la primera fuente de energía eléctrica en capacidad desplegada a nivel global. La contribución de la energía solar supone ya cerca del 2.6% de la demanda de electricidad en el mundo. (Mosquera, 2019)

Según la Agencia Internacional de Energía Honduras destaca en uno de sus rankings al aporte de las plantas solares a la matriz energética del país. Honduras no es el país con la mayor capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en el mundo, pero si el que más aporta en relación con su matriz energética. (Rodríguez, 2018)

Esta investigación se llevó acabo con la finalidad de encontrar la tasa de crecimiento de las plantas solares fotovoltaicas en la ciudad de San Pedro Sula, Cortes recopilando datos de la empresa nacional de energía y otras empresas en el rubro de la energía fotovoltaica utilizando métodos estadísticos.

Es importante conocer esta cifra porque así se puede planear lo que se necesita o se va a necesitar en cuanto a la planificación energética del país.

La investigación se llevó acabo en el año 2019 y los datos que se recopilaron fueron del año 2016 a junio del 2019.

II. Planteamiento del Problema

2.1 Precedentes del Problema

Durante el año 2016 hubo un auge importante del 80% en la capacidad de energía solar, pasando de 2.2 GW a 4 GW en tan solo un año. Esto ha sido debido a que, en los últimos dos años, Latinoamérica ha aumentado su inversión en energía solar a ritmos acelerados. Este crecimiento es impulsado en su mayor parte por Chile y México, ya que, en materia de energía solar, son los mercados más desarrollados de la región. (Deloitte Consulting Group S.C., 2019)

Honduras es el país líder en solar en toda Centroamérica y el tercero en América Latina. (XXI, 2017)

En el pasado la energía consumida por la población provenía de las grandes generadoras que obtienen sus fuentes del agua, sol, viento, fósil, desechos y calor de la tierra.

El incremento de la energía ha ocasionado la necesidad en la población de buscar alternativas que les ofrezca un ahorro económico. Como resultado ha surgido un incremento de proyectos solares fotovoltaicos en el sector residencial, comercial, e industrial.

Este crecimiento no ha sido tomado en cuenta por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) y aunque su generación es pequeña estas han ido creciendo en volumen y ahora la potencia instalada en estos sectores es considerable.

2.2 Definición del Problema

Actualmente en Honduras se tiene identificado el crecimiento que ha tenido el desarrollo de energía solar a nivel de grandes plantas solares fotovoltaicas, sin embargo, no se tiene actualmente identificado el auge que ha tenido la energía solar en el sector residencial, comercial e industrial en la zona norte del país, específicamente en el departamento de Cortes, la mayor zona industrial y comercial del país y su impacto en el mercado eléctrico hondureño. En San Pedro Sula ha habido varias instalaciones de plantas solares en el sector residencial, comercial e industrial, pero se desconoce la tasa de crecimiento de estas y tampoco se toman en cuenta al momento de hacer el análisis de la demanda máxima que necesitara el país y el total de potencia

instalada de las plantas en estos sectores es considerable y esto sí debería de tomarse en cuenta al momento de hacer el análisis.

¿Cuál es el crecimiento que ha tenido la energía solar fotovoltaica en Honduras?

2.3 Justificación

Es necesario conocer la tasa de crecimiento de la instalación de plantas solares fotovoltaicas en los sectores residencial, comercial, e industrial de San Pedro Sula para cuantificar el impacto que se tiene en el mercado eléctrico Nacional y el impacto económico en el sector.

2.4 Preguntas de Investigación

1. ¿Cuántas plantas solares hay actualmente registradas en la ENEE Y EEH?
2. ¿Cuál es la potencia total instalada de las plantas solares fotovoltaicas en el sector residencial, comercial e industrial de San Pedro Sula?
3. ¿Cuál es el costo promedio de un kW instalado de solar fotovoltaico en San Pedro Sula?
4. ¿Cuál es el periodo de recuperación de un proyecto solar fotovoltaico en San Pedro Sula?
5. ¿Cuál es el total de energía que se produce al año en total con las plantas solares fotovoltaicas instaladas en el sector residencial, comercial, e industrial de San Pedro Sula?
6. ¿Cuál es el pronóstico de la potencia fotovoltaica instalada en San Pedro Sula al año 2030?

2.5 Objetivos

2.5.1 Objetivo General

Identificar el auge que ha tenido las instalaciones solares fotovoltaicas en el sector residencial, comercial e industrial de San Pedro Sula, Cortes, Honduras.

2.5.2 Objetivos Específicos

1. Conocer cuántas plantas solares hay instaladas en los sectores residencial, comercial, e industrial en San Pedro Sula.
2. Cuantificar la potencia total instalada en plantas solares fotovoltaicas de los sectores residencial, comercial, e industrial en San Pedro Sula.
3. Conocer el costo promedio de un kW instalado de una planta solar fotovoltaica.
4. Conocer cuánto es el periodo de recuperación de una planta solar fotovoltaica en San Pedro Sula.
5. Cuantificar cuanta energía se produce al año proveniente de los proyectos solares fotovoltaicos de los sectores residencial, comercial, e industrial en San Pedro Sula.
6. Pronosticar la potencia fotovoltaica en San Pedro Sula al año 2030.

III. Marco Teórico

3.1 Historia de la energía solar fotovoltaica en el mundo

La historia de la energía solar fotovoltaica como celdas solares data desde el año 1876. William Grylls Adams con un estudiante de él, Richard Day, descubrieron que cuando el selenio se expone a la luz, produce energía. Las celdas de selenio no eran eficientes, pero si demostraban que la luz, con calor o movimiento, podían ser convertidas en electricidad.

En 1953, Calvin Fuller, Gerald Pearson, y Dary Chapin, descubrieron la celda solar de silicio. Esta celda producía suficiente energía y era eficiente para poder hacer funcionar pequeños dispositivos eléctricos.

En el año 1956 las primeras celdas solares estas disponibles comercialmente. Pero el costo no era accesible para mucha gente. A \$300 USD por un watt de celda solar, el gasto estaba muy alto para que cualquier persona lo pudiera pagar. En 1956 las celdas solares se empezaron a usar en juguetes y radios.

A finales de la década de 1950 y principios de la década de 1960, los satélites en el programa espacial de los Estados Unidos de América y la Unión Soviética eran alimentados por celdas solares, y a finales de la década de 1960 la energía solar era el estándar para alimentar los satélites espaciales.

A principios de la década de 1970 se descubrió una manera para reducir el costo de las celdas solares. Esto redujo el precio de \$100 USD por watt a alrededor de \$20 USD por watt. Esta investigación fue financiada por Exxon. La mayoría de las plataformas petrolíferas marinas empezaron a usar celdas solares.

En el periodo de 1970 a 1990 se vio el cambio en el uso de celdas solares. Empezaron a aparecer en cruces de ferrocarril, lugares remotos para alimentar hogares. Australia uso celdas solares en torres de microondas. Las regiones desérticas vieron que la energía solar proveía agua del suelo donde las líneas de transmisión no eran una opción.

A mediados de la década de 1990 las actividades en el campo Fotovoltaico crecieron, esto fue por la presión de los ecologistas en la sociedad. Recientemente, se han reducido los costos de las celdas solares y los sistemas solares en su conjunto, esto ha dado lugar a que en varios países se haya alcanzado un costo de generación con energía solar fotovoltaica comparable al costo de generación con fuentes convencionales. (C., 2017)

3.2 Acuerdo de Paris

El cambio climático exige respuestas globales y acciones inmediatas por parte de todos los actores de la sociedad. Así como es una amenaza, también es una oportunidad para mejorar la competitividad de las empresas, demostrando practicas sostenibles y convirtiéndose así en un gran diferenciador del mercado. (Wang, 2016)

En diciembre de 2017 se celebró en Paris la XXI Conferencia sobre Cambio Climático (COP21), dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en ingles). La conferencia culmino con la negociación y adopción por consenso de las partes del "Acuerdo de Paris". (Wang, 2016)

Puntos más importantes del Acuerdo

El Acuerdo supone la culminación de más de 21 años de negociaciones y esfuerzos diplomáticos intensos. A la vez, implica el inicio de una nueva era en la que casi la totalidad de las partes aceptan la amenaza real del cambio climático y las responsabilidades comunes, pero diferenciada, de las naciones. Como principales puntos de este texto se pueden citar los siguiente:

Como metas obligatorias, el aumento de la temperatura media mundial para finales del siglo XXI no puede superar los 2°C con respecto a los registros preindustriales. Además, se acordó realizar esfuerzos adicionales para aspirar a un aumento máximo de 1,5°C. (Wang, 2016)

Se señala que cada nación debe alcanzar su pico máximo de emisiones lo antes posible, sin establecer fechas especificadas. Con esto, se admite que algunos países desarrollados alcanzaran este pico antes, mientras otras naciones (sobre todo aquellas en desarrollo) tardaran más tiempo. (Wang, 2016)

3.3 Crecimiento energía solar fotovoltaica en el mundo

En el año 2017, el mercado de energía solar fotovoltaica rompió varios records y continuo su expansión global, el crecimiento mundial se mantiene a un ritmo constante respecto al año 2017 donde se alcanzaron los 100 GW de nueva potencia. (International Energy Agency, 2018)

En 2014 el crecimiento de la energía solar se vio limitado, y hubo un crecimiento lento del 25% en el 2015, el mercado continuo su crecimiento en el 2016 y 2017. Esto se debe a la contribución de China que se lleva alrededor del 54% de toda la capacidad instalada en el 2017. (International Energy Agency, 2018)

El mercado de generación fotovoltaica ha ido creciendo 15.2 GW en 2015, a 34.4 GW en 2016 y 53 GW en 2017. El mercado de Estados Unidos se redujo en 2017, instalando alrededor de 10.6 GW. En el tercer puesto esta India instalando 9.1 GW. (International Energy Agency, 2018)

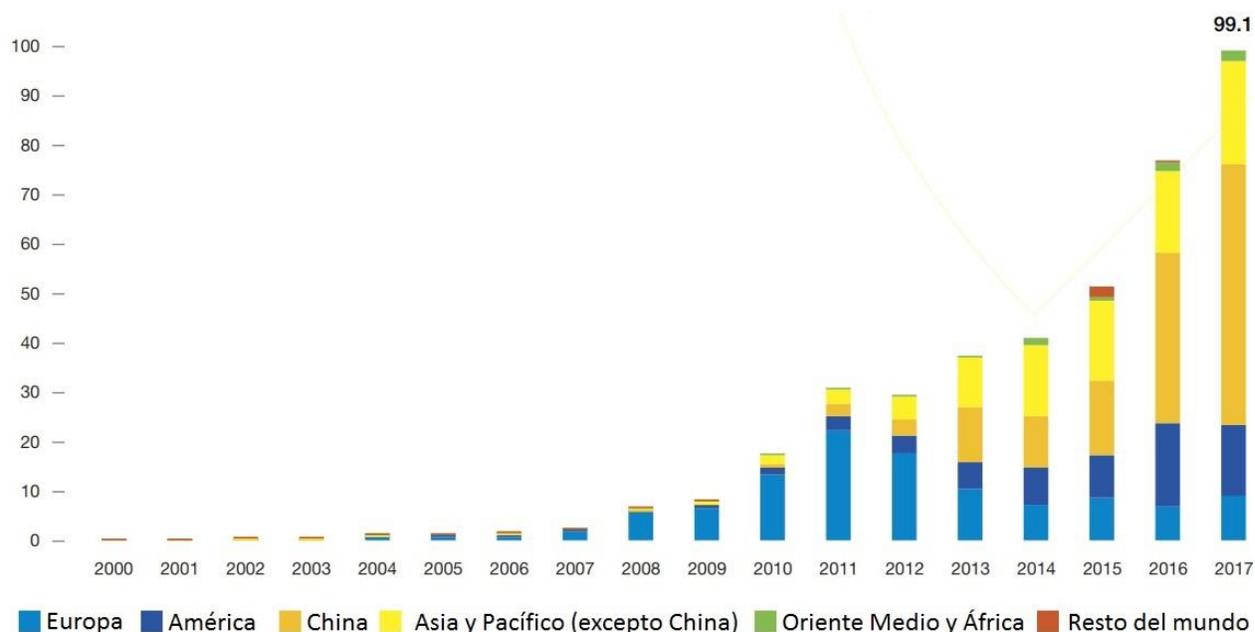


Ilustración 1: Potencia solar fotovoltaica instalada anualmente en todo el mundo entre los años 2000 y 2017 en GW

Fuente: (International Energy Agency, 2018)

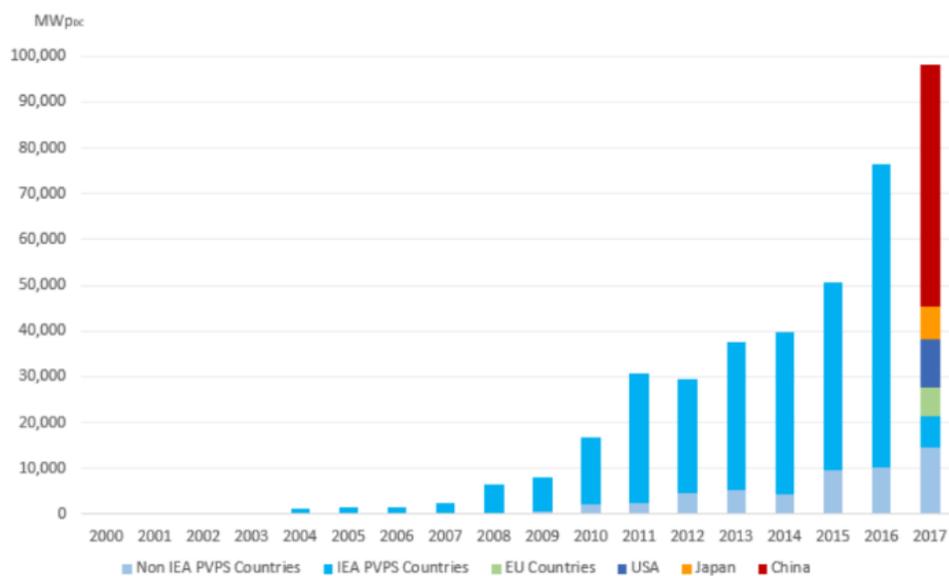


Ilustración 2: Evolución del año 2000 al 2017 de las instalaciones fotovoltaicas

Fuente: (International Energy Agency, 2018)

En el año 2017, 29 países pasaron la marca de los GW con respecto a la capacidad de las instalaciones solares fotovoltaicas. 7 países tienen más de 10 GW de capacidad total instalada, 4 países más de 40 GW y solo China representa 131 GW. Alemania, solía liderar los rankings por años, perdió su posición en 2015 y ahora está en cuarta posición con 42 GW, Japón en tercero con 49 GW y Estados Unidos con 51 GW. Con más de 11 GW de capacidad total instalada, Europa se encuentra atrás de Asia quien lidera con 219 GW, y más capacidad con los años que vienen. (International Energy Agency, 2018)

3.4 Mercado solar fotovoltaico en América Latina

La potencia actualmente instalada en América Latina al año 2018 ha superado los 10 GW.

La mayoría de esta potencia, aproximadamente 5.469 MW, están ubicados en América del Sur, donde Brasil (2.2 GW) y Chile (2.1 GW) son los mayores mercados de capacidad conectada a la red. El tercer mercado es Perú con 345 MW, seguido por Uruguay (245 MW), Argentina (191

MW), Colombia (87 MW), Bolivia (71 MW), Guyana Francesa (47 MW) y Ecuador (26 MW). (IRENA, 2019)

3.5 Mercado Solar Fotovoltaico en Centro América

En la región de América Central y el Caribe la potencia fotovoltaica instalada llegó a unos 1,737 MW a finales de diciembre del 2018. El mayor mercado solar de la región sigue siendo Honduras con un total de 516 MW, seguido por El Salvador con 284 MW, Panamá con 147 MW, Guatemala con 114 MW. (IRENA, 2019)

3.6 Mercado Solar Fotovoltaico en Honduras

En la siguiente imagen nos muestra el gráfico del posicionamiento de Honduras en cuanto a la contribución de la energía fotovoltaica teniendo el puesto del primer lugar con un 13.26%.

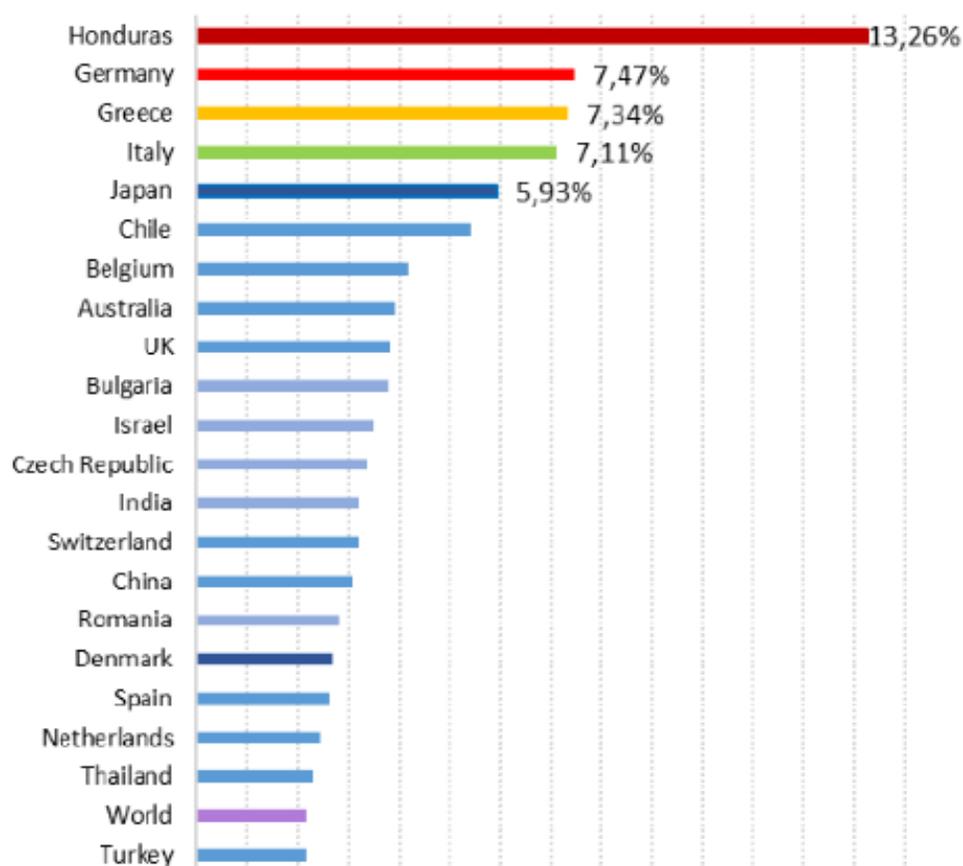


Ilustración 3: Contribución de los países de energía fotovoltaica

Fuente: (International Energy Agency, 2018)

En varios países, la contribución de la energía fotovoltaica a la demanda de electricidad superó la marca del 1% con Honduras en primer lugar con el 13%, Alemania en el segundo lugar con cerca del 7,5%, Grecia tercera con un 7,3% estimado e Italia Cuarto a un nivel similar.

3.7 Clasificación Sistemas Fotovoltaicos

Los sistemas fotovoltaicos se pueden clasificar en dos categorías:

1. Sistemas aislados: estos normalmente se instalan en áreas rurales sin acceso al servicio eléctrico de red.
2. Sistemas conectados a la red eléctrica: estos se pueden instalar sobre techo o en suelo.

En este informe se toman en cuenta solamente los sistemas conectados a la red eléctrica ya que si se lleva un control de estos.

3.8 Sistemas fotovoltaicos conectados a la red

La corriente eléctrica generada por una instalación de energía solar fotovoltaica puede ser vertida a la red eléctrica como si fuera una central de producción de electricidad. El consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles fotovoltaicos. En estos casos, el usuario sigue comprando la energía eléctrica que consume a la compañía distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora de energía eléctrica.

Las potencias más usuales medidas en vatios son de 2,5 y 5 kilovatios (kW) o múltiplos de 5 hasta 100 kilovatios (kW). Existen instalaciones solares mayores, pero sólo las realizan empresas o centros de investigación, ya que se amortizan en periodos más largos.

Algunas de las aplicaciones de estos sistemas de energía solar fotoeléctrica son las siguientes:

Instalaciones en tejados, terrazas, etc. de viviendas que dispongan de conexión a la red de distribución eléctrica: Se aprovecha la superficie del tejado para colocar sistemas modulares de fácil instalación.

Plantas de producción: Son aplicaciones de energía solar fotovoltaica de carácter industrial que pueden instalarse en zonas rurales no aprovechadas para otros usos ("huertas solares",

“cooperativas energéticas”) o sobrepuestas en grandes cubiertas de zonas urbanas (aparcamientos, zonas comerciales, etc.)

Integración en edificios: Consiste en la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos elementos arquitectónicos que incluyen elementos fotovoltaicos (normalmente paneles solares fotovoltaicos), y que por tanto son generadores de energía (recubrimientos de fachadas, muros cortina, parasoles, pérgolas, etc.)

3.8.1 Elementos de una instalación solar fotovoltaica conectada a la red

3.8.1.1 Generador Fotovoltaico

Las células fotovoltaicas, por lo general de color negro o azul oscuro, se asocian en grupos y se protegen de la intemperie, formando módulos fotovoltaicos. Varios módulos fotovoltaicos junto con los cables eléctricos que los unen y con los elementos de soporte y fijación, constituyen lo que se conoce como generador fotovoltaico.

El generador fotovoltaico es el elemento encargado de transformar la radiación solar en energía eléctrica. Esta electricidad se produce en corriente continua, y sus características dependen de la intensidad energética de la radiación solar y de la temperatura ambiente.

3.8.1.2 Inversor

El inversor de corriente es el elemento que transforma la energía eléctrica (corriente continua) producida por los paneles en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica. Existen diferentes tipos de inversores, pero se considera recomendable escogerlo en función del tamaño de la instalación a realizar.

3.8.1.3 Contadores

El generador fotovoltaico necesita dos contadores ubicados entre el inversor y la red, uno para cuantificar la energía que se genera e inyecta a la red para su facturación, y otro para cuantificar el pequeño consumo (<2 kWh/año) del inversor fotovoltaico en ausencia de radiación solar, así como garantía para la compañía eléctrica de posibles consumos que el titular de la instalación pudiera hacer.

El consumo de electricidad del edificio se realizará desde la red, con su propio contador, siendo ésta una instalación independiente del sistema fotovoltaico. (Anonimo, 2017)

La siguiente imagen nos ilustra los elementos de un sistema fotovoltaico conectado a la red.

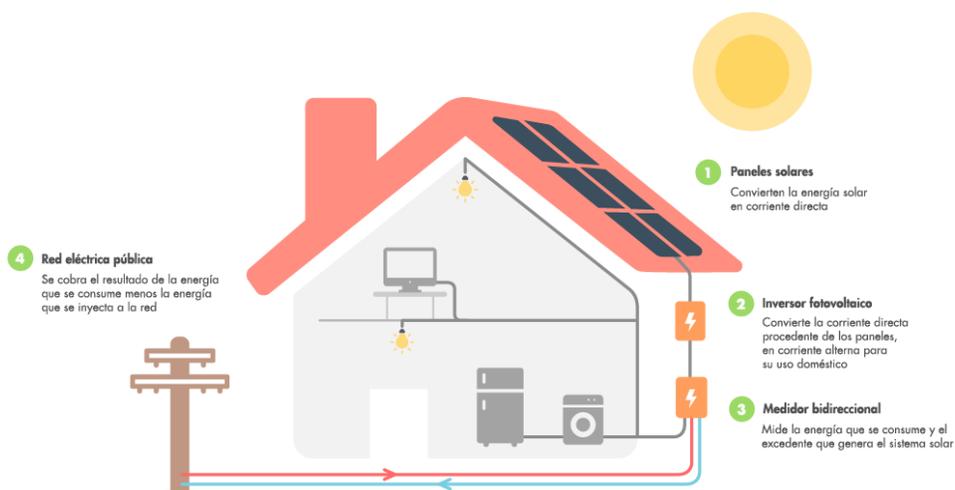


Ilustración 4: Elementos de un sistema fotovoltaico conectado a la red

Fuente: (EVAMexico)

3.9 Requisitos para la interconexión de clientes con fuentes de energía renovables hasta 30 kW establecidos por la ENEE

3.9.1 Alcance

Este documento establece los requisitos y especificaciones técnicas para la interconexión entre un cliente con fuentes de energía renovable y el Sistema Interconectado Nacional.

El sistema de generación con Fuente de Energía Renovable debe ser instalado y supervisado por un ingeniero electricista colegiado en el CIMEQH y cumplir con las recomendaciones de interconexión de ENEE en conformidad con:

1. Norma IEEE 929, 1547 y 1547.1.
2. Estándar UL 1741 de Underwriters Laboratories (UL). El estándar para uso de los inversores, convertidores y controladores en sistemas independientes de producción de energía.

3. Artículo 690, 694 y todos los artículos referentes a la instalación y operación de los sistemas de generación de energía con recursos renovables del Código Eléctrico Nacional (National Electrical Code, NEC) de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) de Estados Unidos de América.

La responsabilidad del cumplimiento del código, normas y estándares recae en el propietario y su contratista. ENEE inspeccionará las instalaciones del sistema para verificar el cumplimiento de las mismas estableciéndose su responsabilidad hasta el punto de interconexión con el sistema de distribución.

A continuación, se describen las normas y códigos requeridos por ENEE:

- A. Estándar UL 1741: El estándar requerido para uso de los inversores, convertidores y controladores en sistemas independientes de producción de energía.

El inversor debe estar registrado y en cumplimiento con la Norma de Underwriters Laboratories (UL) 1741.

Los inversores que pasan las pruebas de la nueva estándar UL 1741 serán, por definición, inversores "non-islanding" y cumplen con todos los elementos de la norma de interconexión IEEE 929-2000.

- B. NORMA IEEE 929-2000: La práctica recomendada para la interfaz de los sistemas fotovoltaicos (FV) con las empresas de energía eléctrica.

La norma IEEE 929-2000 establece requisitos para la interfaz del dispositivo de interconexión con la empresa de energía eléctrica. Es decir, la fuente de energía y la matriz de FV, no son factores de la norma. El único dispositivo que afecta a la norma es aquel dispositivo donde las funciones de protección de la interfaz con la empresa de energía eléctrica se cumplen en el inversor. Por lo tanto, el único requisito para cumplir con la norma IEEE 929-2000 es utilizar un inversor compatible con la norma IEEE 929-2000. Puesto que la norma UL 1741 evalúa el cumplimiento de los inversores con la norma IEEE 929-2000, utilizar un inversor listado en el catálogo de UL 1741 es el único requisito para asegurar la

conformidad con la norma IEEE 929-2000. Como la norma IEEE 929-2000 no afecta la matriz FV, la fuente de energía puede ser cualquier dispositivo: baterías o pilas de combustible, y seguir cumpliendo con los requerimientos de IEEE 929-2000. Por lo tanto, IEEE 929-2000 puede utilizarse como un modelo para la interconexión de las empresas de energía eléctrica con otras fuentes de energía además de la de FV.

- C. NORMA IEEE 1547-2003: El estándar para la interconexión de Recursos Distribuidos (RD) con sistemas de energía eléctrica. Cubre los requisitos técnicos y de pruebas.

La Sección 4.1.7 de la IEEE 1547.3 declara: "cuando sea requerido por las prácticas operativas de la empresa de energía eléctrica del área, un dispositivo de interrupción para aislamiento que sea visible y accesible deberá ubicarse entre la zona de la empresa de energía eléctrica y la unidad RD.

- D. Norma IEEE 1547.1: El estándar para procedimientos de prueba de conformidad para la interconexión de recursos distribuidos (RD) con sistemas de energía eléctrica. Esta norma tiene los procedimientos de prueba detallados para cumplir los requisitos en IEEE 1547.

- E. Código Eléctrico Nacional (NEC): Se aplica a "instalaciones de consumo de energía" (casas, negocios, comercio e industria). El NEC es también conocido como el código NFPA 70.

Los requisitos del Código NEC para dispositivos de desconexión para sistemas fotovoltaicos están cubiertos principalmente en el artículo 690, en la sección III-690. Generalmente, NEC requiere una desconexión (que puede ser un interruptor) para cada fuente de potencia o dispositivo de almacenamiento de energía en el sistema. La ubicación debe ser fácilmente accesible, fuera del edificio o en el punto más cercano de entrada.

Nota: Estos interruptores incluyen algunos que no son aceptados en la norma NESC.

- F. Código de Seguridad Eléctrica Nacional (NESC): Es parte de la IEEE.

El NESC se aplica para instalaciones que "proveen servicios" (líneas de transmisión, subestaciones y energía).

3.9.2 Requisitos y especificaciones técnicas para la interconexión

Los requisitos establecidos en el presente documento deben cumplirse en el punto de interconexión, aunque los dispositivos usados para cumplirlos no estén localizados en el punto de interconexión. Los requisitos aplican tanto para la interconexión ya sea de una sola Fuente de Energía Renovable o bien para varias, contenidas en un sólo Sistema Eléctrico Local.

3.9.3 Requisitos generales

- Solicitud escrita de parte del propietario del sistema solar, para conectar sistema fotovoltaico.
- Último recibo pagado del servicio de energía eléctrica.
- Croquis con la ubicación Geográfica y coordenadas.
- Copias del plano eléctrico original del sistema fotovoltaico debidamente firmado, timbrado y sellado por un ingeniero electricista colegiado al CIMEQH.
- Copia de los manuales del fabricante de los paneles solares, de los dispositivos de conversión de corriente directa a corriente alterna y sus protecciones.
- Los solicitantes deben ser clientes de ENEE.
- Regulación de Tensión, La FER no deberá regular la tensión en el punto de interconexión. Asimismo, no debe causar que la tensión de suministro del SIN salga de lo requerido por la ENEE.
- Sincronía Para la interconexión de la FER con el SIN, se requerirá contar con los dispositivos necesarios para sincronizar ambos sistemas. Se permitirá la conexión de generadores asíncronos si incluyen la compensación de potencia reactiva necesaria.
- Energización del Sistema Interconectado Nacional.
- La FER no debe energizar el SIN cuando el SIN esté desenergizado.

- Dispositivo de Desconexión Se deberá contar con un dispositivo de desconexión accesible con dispositivos de bloqueo. (Ubicado a un lado de donde está el medidor de energía instalado).
- Medición Bidireccional (Sistemas Trifásicos o Monofásicos).
- Los medidores serán electrónicos y serán programados por la distribuidora de energía para registrar el consumo de energía del cliente y registrar la energía que el cliente entregue al SIN, el medidor se programara para que en pantallas separadas se pueda visualizar la energía eléctrica consumida, la energía eléctrica entregada a la red de ENEE (SIN) y la diferencia de ambas energías (energía neta consumida o generada).
- En caso que el cliente ya tenga instalado en su servicio de energía un medidor electrónico y si este tiene la capacidad de ser programado, la empresa Distribuidora procederá una vez finalizado todos los tramites descritos a reprogramar el medidor de energía para el registro bidireccional de la energía, en caso de no contar con un medidor electrónico programable se le pedirá al cliente adquiera un medidor electrónico de acuerdo a especificaciones dadas por la empresa Distribuidora.

La siguiente figura muestra el esquema de interconexión de Fuente de energía renovable menor a 30 kWp de capacidad instalada.

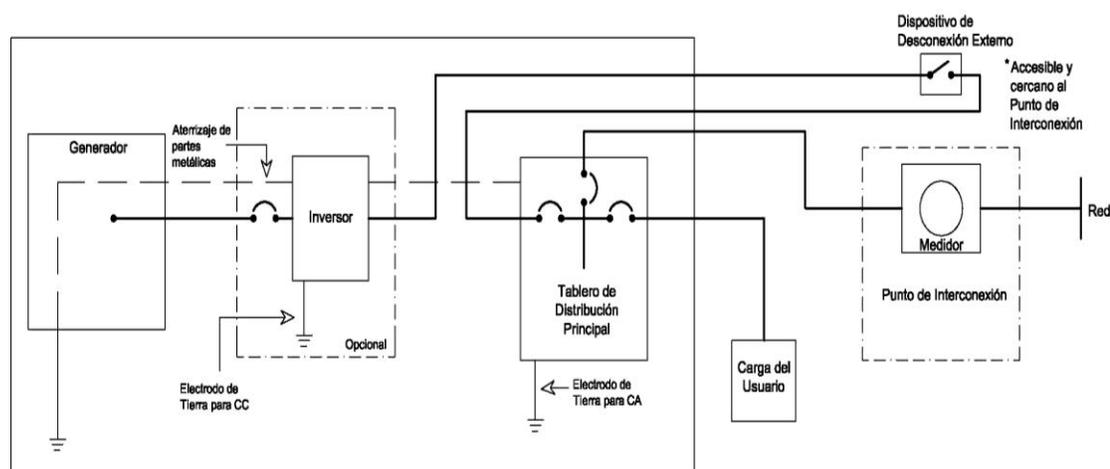


Ilustración 5: Esquema de Interconexión

Fuente: (Base de datos ENEE)

3.9.4 Condiciones Anormales de Operación

El FER deberá contar con los dispositivos de protección adecuados para desconectarse del SIN en caso de fallas en el propio SIN, en el cual se encuentra conectado, como se detalla a continuación:

- a. Protección para baja tensión
- b. Protección para sobre tensión
- c. Protección para baja frecuencia
- d. Protección para sobre frecuencia
- e. Protección para sobre corriente
- f. Protección anti-isla

3.9.5 Tensión

Las protecciones deberán detectar el valor rms o la frecuencia fundamental del voltaje (tensión) de alimentación del suministrador de cada fase a neutro. Los tiempos totales de desconexión dependiendo del nivel de voltaje se indican en la Tabla No. 1. Los dispositivos de voltaje podrán ser fijos o ajustables en campo. El voltaje deberá ser detectado en el PI o punto de conexión del FER.

En la siguiente tabla podemos ver respuesta a tensiones anormales en el PI.

Rango de tensión (% de la tensión nominal)	Tiempo de disparo ⁽¹⁾ (s)
$V < 50\%$	0.16
$50\% \leq V < 88\%$	2.00
$110\% < V < 120\%$	1.00
$V \geq 120\%$	0.16

Tabla 1: Tensiones anormales en el PI

Fuente: (Base de datos ENEE)

Cuando la frecuencia del sistema se encuentre en los rangos dados en la Tabla No.2, las protecciones deberán operar con los tiempos totales indicados en la misma. Los dispositivos de frecuencia podrán ser fijos o ajustables en campo. Los ajustes de baja frecuencia deberán ser coordinados con los dispositivos del SIN.

En la siguiente tabla podemos ver la respuesta de frecuencia anormales en el PI.

Tamaño de la planta (kW)	Rango de frecuencia (Hz)	Tiempo de disparo ⁽¹⁾ (s)
≤ 30	> 60.5	0.16
	< 59.3	0.16

Tabla 2: Frecuencia anormales en el PI

Fuente: (Base de datos ENEE)

3.9.6 Re conexión al PI

Después de un disturbio, el FER no deberá reconectarse hasta que el voltaje en el PI esté dentro de los límites pre-establecidos por la ENEE y la frecuencia esté entre 59.3 Hz y 60.5 Hz.

Para los casos en que el FER cuente con equipo de reconexión automática deberá ser ajustado de tal manera que la re-conexión se de 5 minutos después de que el voltaje y la frecuencia se hayan restablecido dentro de los límites indicados anteriormente.

3.9.7 Operación en Isla

Para una operación en isla no-intencional en la que la FER alimenta una parte del SIN en el PI, la FER deberá detectar esta condición y desconectarse del SIN en un tiempo no mayor a 0.5 segundos.

Debido a la magnitud de la capacidad de generación, este tipo de proyectos no requiere de dispositivos especiales de protección en el SIN.

El cliente debe asegurarse que sus instalaciones cuenten con dispositivos de control y protección, diseñados para prevenir la formación de una isla eléctrica no intencional al ocurrir cualquier disturbio eléctrico. No se aceptará el uso de fusibles para proveer esta función.

El cliente será responsable de operar, mantener y reparar sus instalaciones a fin de que éstas cumplan en todo momento con los requisitos de seguridad y confiabilidad de la operación en paralelo con el sistema. ((ENEE), 2019)

3.10 Ley de promoción a la generación de energía eléctrica con recursos renovables

Esta Ley tiene como finalidad principal promover la inversión pública o privada en proyecto de generación de energía eléctrica con recursos renovables nacionales, en agosto de 2013 esta ley sufrió una reforma que es el Decreto 138-2013 para incentivar la diversificación de la matriz energética incorporando la energía solar al sistema eléctrico nacional.

Esta ley abrió paso a que iniciaría la inversión solar en el país.

3.11 Tarifa de energía eléctrica en Honduras

Para septiembre del 2018 se estaban aplicando tarifas de 3.7041 lempiras por los primeros 50 kilovatios y de 51 kWh en adelante 4.8199. Estas cantidades representan un 120% de aumento en el primer tramo y un 16.3% en el siguiente tramo esto es para el sector residencial.

Para los clientes de baja tensión aumento de 4.3140 a 4.7928, que significa un 11.1%.

La tarifa para media tensión incremento un 15.8% y alta tensión un 15.5%

En promedio el incremento fue de 18%. (Carranza, 2018)

Estos incrementos que se dieron en las tarifas abrieron paso a la inversión en los sectores residencial, comercial, e industrial. A diferencia del decreto 138-2013 que incentivo la inversión para las grandes generadoras.

En la siguiente imagen podemos ver el pliego tarifario de octubre-diciembre 2018 y el porcentaje de incremento de cada uno de los sectores.

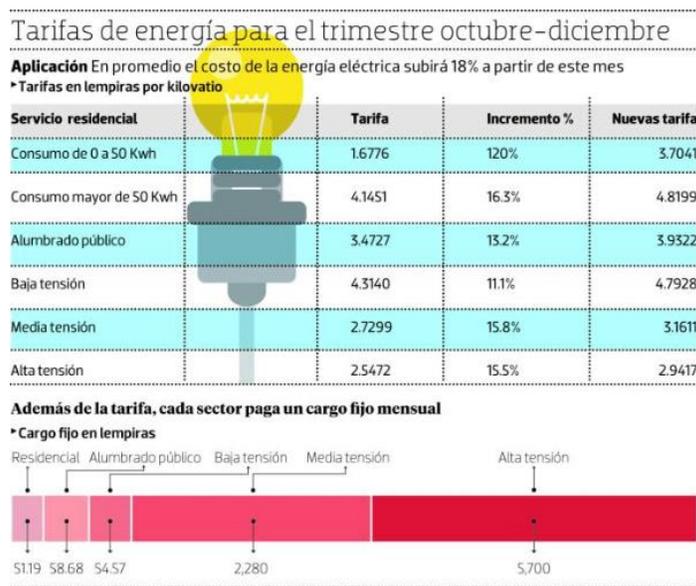


Ilustración 6: Imagen de pliego tarifario octubre-diciembre 2018

Fuente: (ENEE)

En la siguiente imagen podemos observar los rendimientos específicos de algunos departamentos de Honduras, para San Pedro Sula es de 1290 (kWh/kWp) con este dato calculare la producción de energía con la potencia total instalada en San Pedro Sula.

Ubicación	Departamento	Rendimiento anual (kWh/kWp)
Catacamas	Olancho	1316
Choluteca	Choluteca	1601
Goloson (Aeropuerto de La Ceiba)	Atlántida	1389
La Mesa (Aeropuerto San Pedro Sula)	Cortés	1290
Tegucigalpa	Francisco Morazán	1479

Ilustración 7: Rendimientos específicos de Honduras

Fuente: (Análisis Financieros para Proyectos de eficiencia energética y energía renovables)

IV. Metodología

4.1 Enfoque

El enfoque de esta investigación es mixto ya que está basada en datos cuantitativos que son registros históricos de la Empresa Nacional de Energía (ENEE) y Empresa Energía Honduras (EEH) y también datos cualitativos de entrevistas realizadas a expertos de empresas dedicadas al rubro de instalaciones solares fotovoltaicas.

Expertos a quienes se les realizó entrevista:

ITEM	EMPRESA	CONTACTO	PUESTO
1	ICCE	Ing. Hector Villatoro	Ing. de Investigación y Proyecto
2	ENERTIVA	Ing. Roberto Posas	Jefe de Ejecución de Proyectos
3	Smart Solar	Ing. Jairo Betancourth	Director de Operaciones
4	Solar Power	Ing. Franklin Reyes	Gerente General
5	Solaris	Ing. Orlando Alvarenga	Ingeniero de Proyectos
6	ENEE	Ing. Grevil Caballero	Encargado Distribución y Proyectos Solares
7	EEH	Ing. Dennis Ledezma	Programación de Medidores

Tabla 3: Tabla de entrevistados con descripción de empresa y puesto que desempeñan

Fuente: Propia

4.2 Variables de Investigación

La variable dependiente e independiente son las dos variables principales de una investigación. La independiente es la que se encuentra en el eje horizontal y es la que cambia para estudiar sus efectos en la variable dependiente.

La variable dependiente es aquella que se investiga y se mide esta depende de cómo se modifica la variable independiente.

La variable dependiente de esta investigación es la tasa de crecimiento que calcularemos con la fórmula de tasa de crecimiento.

Y sus variables independientes:

- El precio del Mercado fotovoltaico.
- Demanda de la energía en San Pedro Sula
- Aumento de la tarifa de energía eléctrica
- Reformas a la ley de generación de energía

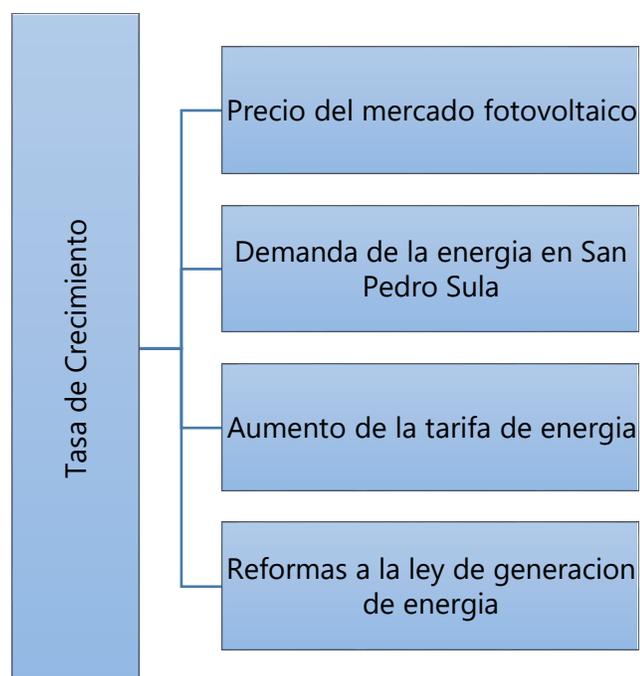


Ilustración 8 Variables dependiente e independientes de la investigación

4.3 Técnicas e Instrumentos Aplicados

Para la recolección de datos e información existen diferentes formas de hacerlas, los datos e información recopilada son el medio por el cual se responden las preguntas de investigación y se cumplen los objetivos propuestos del estudio. Para esto los datos deben ser confiables, por eso es necesario que definir las fuentes y técnicas para la recolección de estos.

Las técnicas e instrumentos aplicados son los siguientes:

4.3.1 La Entrevista

La entrevista es una técnica de recolección de información bastante utilizada, pero se tiene que tener cuidado ya que se tiene que escoger a las personas a entrevistar para que los datos sean confiables.

Para esto escogí personas que tuvieran puestos con acceso a información privilegiada en temas de instalaciones de plantas fotovoltaicas.

4.3.2 Análisis de Documento

Este análisis tiene como propósito analizar material impreso. Se recopiló información de la EHH y ENEE, con esta información se analizó cuantas plantas fotovoltaicas hay en San Pedro Sula Cortes y cuanta es la energía que generan con la potencia instalada que hay registrada

4.4 Metodología de Estudio

La metodología de estudio les da validez a los resultados obtenidos en el proceso de estudio y análisis. Para esta investigación he utilizada la metodología cuantitativa y cualitativa.

4.4.1 Metodología Cuantitativa

Este tipo de metodología de vale de datos cuantificables, de los cuales se accede por medio de observaciones y mediciones. Se mide mediante calculo estadísticos, identificaciones de variables, y se elaboran resultados y conclusiones a partir de estas.

En esta Investigación use indicadores de cálculos estadísticos y la tendencia lineal en Excel.

- Tasa de Crecimiento Anual

Esta fórmula la utilice para sacar el porcentaje al que crece cada año la potencia instalada fotovoltaica. Esta tasa de crecimientos es un indicador para conocer la evolución de las instalaciones fotovoltaicas, medir el aumento o disminución en un tiempo determinado que en este caso es un año.

Este crecimiento debe de considerarse al momento de hacer la planificación energética del país.

La fórmula para la tasa de crecimiento es la siguiente (Energy Economics,2011):
$$a = (Et + 1 - Et)/Et \quad (1)$$

Donde:

a = *crecimiento de la demanda*

$Et + 1$ = *potencia instalada en el año $t + 1$*

Et = *potencia instalada en el año t .*

$$a = \frac{(\text{Valor final} - \text{valor Inicial})}{\text{Valor inicial}}$$

- Tasa de crecimiento medio anual

La tasa de crecimiento promedio anual nos permite calcular el crecimiento a lo largo de varios años, esta nos permite conocer en esta investigación cómo se comportará el mercado fotovoltaico en las zonas residencial, comercial, e industrial.

La fórmula es la siguiente (Bhattacharyya, Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance, 2011)

$$a = \left(\frac{E_{T1}}{E_{T0}} \right)^{\frac{1}{T1-T0}} - 1 \quad (2)$$

Donde:

a = tasa de crecimiento medio anual

E_{T1} = Potencia instalada en el periodo T1

E_{T0} = Potencia instalada en el periodo T0

- Producción anual de Fotovoltaica

Para calcular la producción anual de las plantas solares fotovoltaicas en San Pedro Sula, se necesita el rendimiento específico y la capacidad instalada de San Pedro Sula y realiza con la siguiente fórmula (EVAMexico):

$$\text{Produccion anual: Rendimiento específico} \left[\frac{kWh}{kWp} \right] * \text{Capacidad instalada} [kWp] \quad (3)$$

Y esta fórmula nos da la energía generada anualmente.

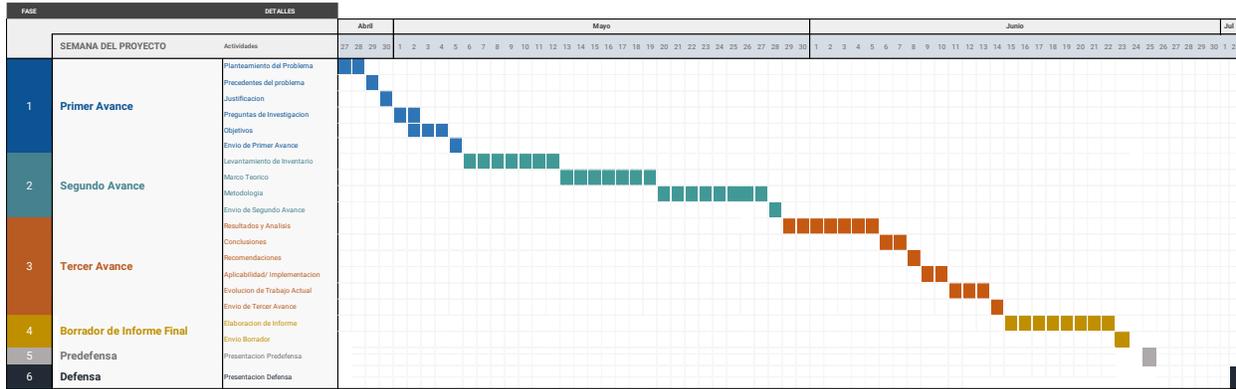
- Línea de Tendencia Excel

La línea de tendencia es una herramienta de análisis que nos permite visualizar puntos en una gráfica y representa posibles valores futuros de acuerdo a su tendencia. Una línea de tendencia confiables es cuando su valor R_2 está establecido en 1 o cercano a 1. Con la ecuación de la línea de tendencia se puede calcular el pronóstico de la potencia fotovoltaica que se instalara en San Pedro Sula en los próximos años.

4.5 Cronograma



TÍTULO DEL PROYECTO: Proyecto Fase 1 UNITEC
 RESPONSABLE DEL PROYECTO: Andrea Mejía



Fuente: Propia

V. Resultados y Análisis

Para poder obtener resultados se recopiló información con la Empresa Nacional de Energía Eléctrica y con la Empresa Energía Honduras. También se recopiló información con empresas fuertes que instalan proyectos fotovoltaicos en San Pedro Sula para corroborar los datos que se recopilaron con ENEE y EEH.

En la siguiente gráfica podemos ver la potencia instalada por año y la potencia total instalada desde el año 2016 hasta el mes de junio 2019 registradas en la Empresa Nacional de Energía Eléctrica.

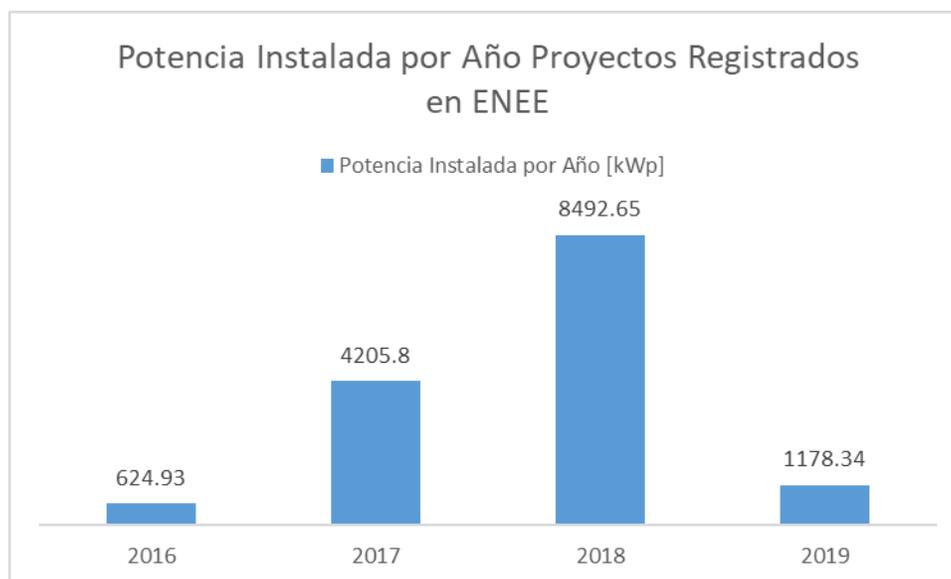


Grafico 1: Potencia instalada por año según registros de ENEE

Fuente: (Base de datos ENEE)

En el año 2016 fueron registradas las primeras plantas fotovoltaicas conectadas a la red en San Pedro Sula Honduras, los altos costos de la energía eléctrica han dado paso para que los diferentes sectores inviertan en este tipo de proyectos. En el año 2019 se ve una reducción ya que solo están las plantas registradas en ENEE hasta junio 2019.

En la siguiente tabla podemos ver la potencia instalada por año y la potencia total instalada en plantas solares fotovoltaicas en San Pedro Sula, Cortes registrada en ENEE.

Proyectos Registrado en ENEE San Pedro Sula, Cortes, Honduras	
Año	Potencia Instalada por Año [kWp]
2016	624.93
2017	4,205.8
2018	8,492.65
2019	1,178.34
Potencia Total Instalada	14,501.72

Tabla 4: Potencia total instalada de San Pedro Sula, Cortes

Fuente: (Base de datos ENEE)

La potencia total instalada de planta fotovoltaicas en San Pedro Sula es de 14,501.72 kWp hasta junio 2019.

En la siguiente tabla podemos observar el número de plantas registrada en la Empresa Nacional de Energía Eléctrica y Empresa Energía Honduras.

Plantas Fotovoltaicas Registradas en ENEE y EEH	
ENEE	EEH
71	27

Tabla 5: Proyectos Fotovoltaicos registrados en ENEE y EHH

Fuente: (Base de datos ENEE y EEH)

La cantidad de plantas registradas en ENEE y EEH deberían de ser las mismas. Ya que la información proporcionada por parte de ENEE es que ellos reciben todos los proyectos, pero EEH también lleva un registro de ellos y que esta información es enviada a la EEH.

Según los datos de las entrevistas realizadas a 5 empresas diferentes que realizan instalaciones fotovoltaicas en San Pedro Sula, la potencia total instalada en San Pedro Sula no concuerda con las plantas registradas que tiene ENEE. Lo podemos ver en la siguiente gráfica. Esta es la potencia total instalada por empresa hasta el mes de mayo de 2019.

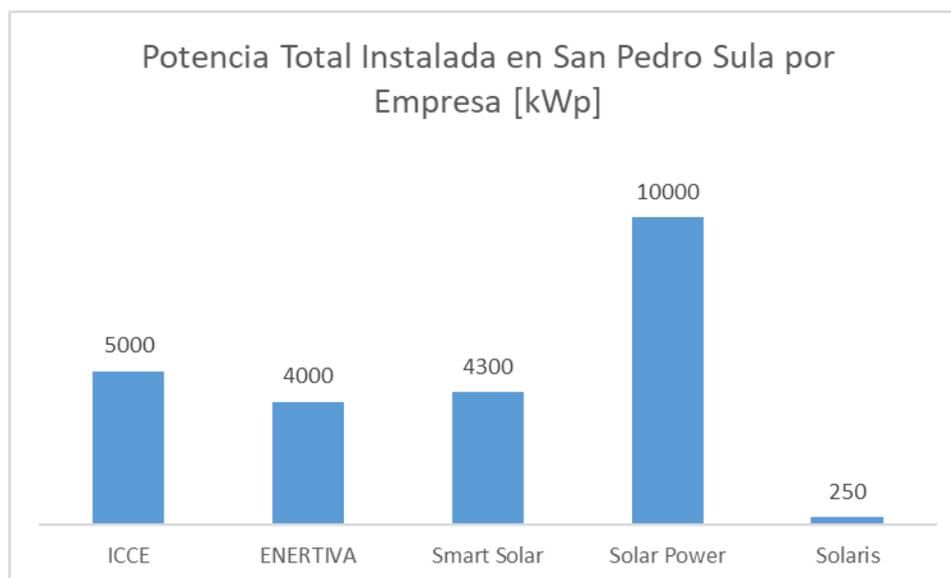


Grafico 2: Potencia Fotovoltaica Instalada por empre en San Pedro Sula, Cortes

Fuente: (Entrevista varias)

En la siguiente tabla podemos ver la potencia total instalada según las entrevistas hechas a las diferentes empresas, a quien fue llevada a cabo la entrevista, el puesto que desempeña la persona y la potencia total instalada en San Pedro Sula con los datos recopilados en las entrevistas.

ITEM	EMPRESA	POTENCIA TOTAL INSTALADA ZONA NORTE (kWp)	CONTACTO	CARGO
1	ICCE	5,000	Ing. Hector Villatoro	Ing. de Investigación y Proyecto
2	ENERTIVA	4,000	Ing. Roberto Posas	Jefe de Ejecución de Proyectos
3	Smart Solar	4,300	Ing. Jairo Betancourth	Director de Operaciones
4	Solar Power	10,000	Ing. Franklin Reyes	Gerente de Proyectos
5	Solaris	250	Ing. Orlando Alvarenga	Ingeniero de Proyectos
Potencia Total Instalada Zona Norte San Pedro Sula (kWp)			23,550	

Tabla 6: Potencia total instalada en San Pedro Sula y descripción de entrevistados

Fuente: (Entrevista varias)

Para el cálculo de la energía generada utilice los datos registrados en la Empresa Nacional de Energía Eléctrica. Ya que estos datos son los utilizados al momento de hacer estadísticas, estudios, etc.

En la siguiente tabla calcule la energía producida al año por las plantas solares fotovoltaicas en San Pedro Sula, Honduras.

Energía Producida Anualmente por Plantas Fotovoltaicas en San Pedro Sula	
Potencia Fotovoltaica Total Instalada [kWp]	14,501.72
Rendimiento Especifico [kWh/kWp]	1,290.00
Energía Producida al año en San Pedro Sula [kWh]	18,707,219.00
Energía Producida al año en San Pedro Sula [MWh]	18,707.219

Tabla 7: Tabla de Energía Producida anualmente por plantas solares fotovoltaicas en San Pedro Sula, Cortes

Fuente: Propia

En la siguiente tabla podemos observar la tasa de crecimiento anual de los proyectos solares fotovoltaicos en San Pedro Sula, en base a los datos registrados en la Empresa Nacional de Energía Eléctrica. La tasa de crecimiento del año 2019 es negativa ya que el año no ha terminado y hay plantas por registrar todavía.

Potencia Instalada Solar Anual en San Pedro Sula		
Año	Potencia kWp	Tasa de Crecimiento Anual
2016	624.93	
2017	4,205.8	5.73
2018	8,492.65	1.02
2019	1,178.35	-0.861

Tabla 8: Tasa de crecimiento anual de San Pedro Sula

Fuente: Propia

La tasa de crecimiento del año 2017 es de 5.73 esta es bastante alta, los altos costos de la tarifa y la disminución del costo del watt instalado dieron paso a que hubiera más inversión en solar en los sectores. El crecimiento del 2019 se midió negativo ya que el año 2019 no ha terminado aún y hay proyectos por registrarse.

Para calcular la tasa de crecimiento promedio del año 2016 al 2019 utilice la fórmula de tasa de crecimiento medio anual, este dato también sirve para pronosticar la potencia que se instalara en años futuros.

Tasa de Crecimiento Promedio del 2016 al 2019	0.2354
--	---------------

Tabla 9: Tasa de Crecimiento Promedio del 2016 al 2019

Fuente: Propia

La tasa de crecimiento del 2016 al 2019 es del 0.2354, este crecimiento se ve altamente vinculado los altos precios de la energía eléctrica y a la disminución de precio de la tecnología solar.

Para la calcular el pronóstico de las futuras instalaciones de plantas solares fotovoltaicas se ha utilizado la línea de tendencia de Excel.

En el siguiente grafico podemos ver la gráfica, su línea de tendencia y la fórmula para calcular los valores futuros siendo x la variable que es el año que se quiere pronosticar.

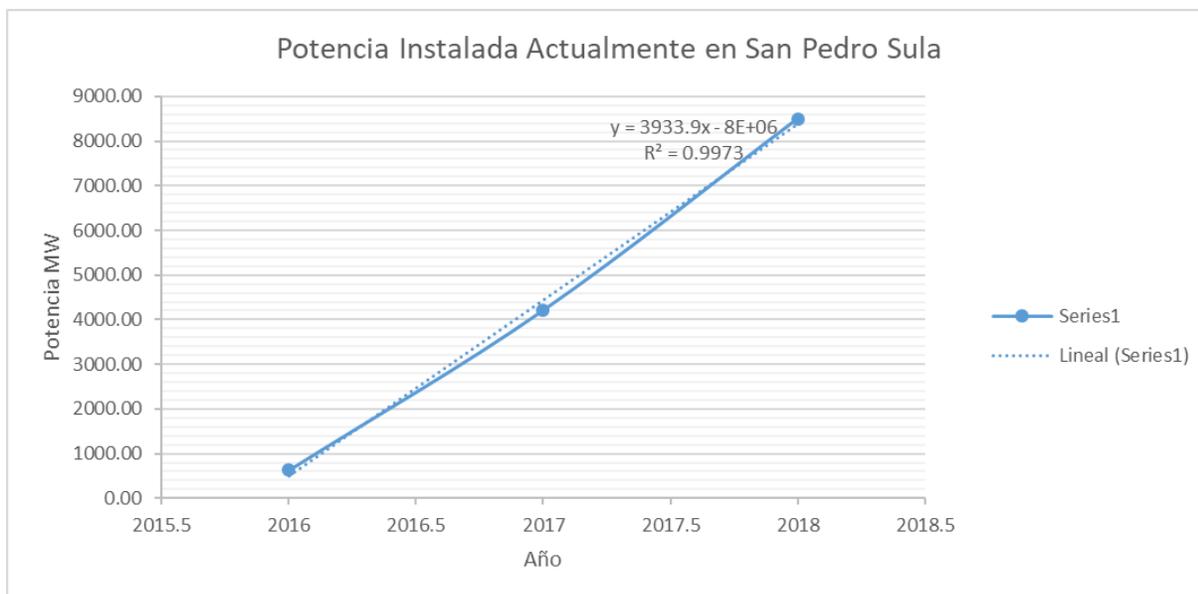


Gráfico 3: Línea de tendencia para pronóstico de instalaciones futuras fotovoltaicas

Fuente: Propia

En la siguiente tabla podemos observar el pronóstico de la potencia instalada del año 2019 al año 2030 a partir de la línea de tendencia. Se pronosticó el año 2019 ya que no ha finalizado.

Pronostico de Potencia Instalada	
Año	Potencia kWp
2016	624.93
2017	4205.8
2018	8492.65
2019	12344.1
2020	16278
2021	20211.9
2022	24145.8
2023	28079.7
2024	32013.6
2025	35947.5
2026	39881.4
2027	43815.3
2028	47749.2
2029	51683.1
2030	55617

Tabla 10: Pronostico del año 2019 al 2030 de potencia fotovoltaica en San Pedro Sula, Cortes

Fuente: Propia

Hay dos métodos para pronosticar escogí la línea de tendencia en Excel ya que con la fórmula es más exacta. Entre más cercano a 1 es el coeficiente de correlación más exacto son nuestros datos. En este caso R^2 es 0.9973 bastante cercano a uno así que el pronóstico es bastante preciso.

De acuerdo a las entrevistas realizadas a las diferentes empresas se les pregunto el costo promedio del kWp instalado, este dato no fue proporcionada por algunas empresas, pero 3 de ellas dieron un precio de mercado ya que es un dato confidencial. Con los diferentes datos recopilados saque el promedio en Excel.

Costo Promedio del Wp Instalado	
\$	1.28

Tabla 11: Costo promedio Wp Instalado en San Pedro Sula, Cortes

Fuente: (Entrevistas Varias)

El costo del Wp que maneja cada una de las empresas es confidencial ya que no pueden dar este dato a la competencia. Una leve diferencia les da ventaja sobre la competencia al momento de ofertar. El costo promedio del watt instalado en Honduras anda en \$1.28 dólares.

En las siguientes tablas veremos el tiempo de recuperación promedio para los sectores comercial e industrial, este promedio fue calculado según los datos recopilados en las diferentes entrevistas hechas a las empresas.

Periodo de Recuperación Sector Comercial	
Años	5
Años	3.5
Años	5
Años	5
Años	6
Años	4
Años	6
Promedio Años	4.93

Tabla 12: Periodo de recuperación sector comercial

Fuente: (Entrevista Varias)

Periodo de Recuperación Sector Industrial	
Años	7
Años	7
Años	5
Años	6
Años	5
Años	6
Años	6
Promedio	6

Tabla 13: Periodo de recuperación sector industrial

Fuente: (Entrevista Varias)

El tiempo de recuperación para el sector comercial es mejor que el sector industrial ya que la tarifa de energía es más alta para este sector.

VI. Conclusiones

1. El crecimiento de las plantas solares fotovoltaicas en San Pedro Sula es del 23.54% del año 2016 al 2019.
2. Datos registrados en la Empresa Nacional de Energía Eléctrica hay 71 plantas fotovoltaicas instaladas y datos registrados en la Empresa Energía Honduras hay 27 plantas solares fotovoltaicas instaladas en San Pedro Sula Honduras.
3. El costo promedio del kWp instalado es de \$1280.00.
4. El tiempo de recuperación promedio para el sector comercial anda en los 4.93 años y en el sector industrial en los 6 años.
5. Según datos de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica se producen 18707.219 MWh con la potencia instalada hasta la fecha en San Pedro Sula.
6. A la fecha hay 14.5 MWp instalada se pronostica que para el año 2030 haya 55.617 MWp instalados de energía solar fotovoltaica.

VII. Limitaciones

1. No se pudo verificar todos los datos con EEH de la potencia instalada que se tenía registrada.
2. Mucha de la información era confidencial.
3. Para el sector residencial las empresas entrevistadas no tenían información ya que sus proyectos estaban en el sector comercial e industrial.

VIII. Recomendaciones

1. La energía generada por las plantas solares fotovoltaicas en San Pedro Sula, no está siendo tomada en cuenta al momento de hacer la planificación energética, de acuerdo a la investigación realizada esta generación de energía por parte de las plantas fotovoltaicas aumentara así que debería de llevarse un buen registro de las plantas solares fotovoltaicas.
2. La ENEE y EEH no llevan el mismo registro de plantas solares fotovoltaicas algunas plantas fotovoltaicas entran por ENEE y otras por EEH se recomienda que haya un solo punto para la interconexión así se lleva un mejor control.
3. Se debe tomar en cuenta la tasa de crecimiento de las instalaciones solares fotovoltaicas en la planificación energética.

IX. Anexos

Entrevista Solaris

Modelo de Entrevista para Proyecto de Investigación "AUGE DE LA ENERGIA SOLAR EN EL SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL EN EL DEPARTAMENTO DE CORTES Y SU IMPACTO EN EL MERCADO HONDUREÑO"

Nombre: Orlando Alvarenga

Fecha: 12/06/2019

Empresa: Solaris

Lugar: Tegucigalpa

1. ¿Cuánto es el periodo de recuperación en cada uno de los sectores? (Residencial, Comercial, e Industrial).
Los datos del precio del KWh/mes son variables dependiendo de la zona del país, por lo que un residencial, comercial como industrial varían entre las ciudades y los pueblos o aldeas por ejemplo.
La recuperación de la inversión varía en los residenciales aislados por ejemplo en 2 años si fuera en las montañas.
Comerciales conectado a red de 4 a 6 años.
Industriales conectados a red: 5 - 6 años.
2. ¿Desde qué año hubo más auge en la instalación de plantas solares fotovoltaicas en San Pedro Sula?
Partir de la aprobación del decreto 138 – 2013.
R// año 2013.
3. ¿En qué sector es el que hacen más instalaciones en residen
R// En cuanto a la cantidad de instalaciones en Residencial tenemos más instalaciones.
En cuanto al volumen de potencia instalada donde más instalaciones tenemos en una sola instalación sería en comercial.
4. ¿Cuántas plantas solares han instalado hasta la fecha en San Pedro Sula y alrededores?
Hasta el 2018, Solaris ha instalado alrededor de unas 80,000 instalaciones en Todo Honduras.
5. ¿Desde qué año empezaron como empresa a hacer instalaciones?
Año 1994 cuando comenzó Solaris a trabajar en el mercado hondureño.
6. ¿Cuánta es la potencia total que han instalado como empresa hasta la fecha en SPS?

No se cuenta con un dato exacto sobre la potencia total instalada, pero debe estar un poco arriba de 250KWp

7. ¿Cuál es el rango de precio aproximado del kW instalado (precio de mercado)? ¿Y cómo ha ido este evolucionando desde que empezaron?

Varia de competidor a competidor y tipo de propuesta (este precio no puede ser proporcionado).

8. ¿Del porcentaje de las plantas que se cotiza cuantas si se lleva a cabo el proyecto?

Aproximadamente 1 de cada 10, aunque eso varía de proyecto a proyecto.

Firma

Entrevista Solar Power

Modelo de Entrevista para Proyecto de Investigación "AUGE DE LA ENERGIA SOLAR EN EL SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL EN EL DEPARTAMENTO DE CORTES Y SU IMPACTO EN EL MERCADO HONDUREÑO"

Nombre: Franklin Reyes

Fecha:

Empresa: Solar Power

Lugar: SPS

1. ¿Cuánto es el periodo de recuperación en cada uno de los sectores? (Residencial, Comercial, e Industrial)

En el sector comercial e industrial debido a la experiencia para este proyecto oscila entre los 5- 6 años de recuperación de la inversión.

2. ¿Desde qué año hubo más auge en la instalación de plantas solares fotovoltaicas en San Pedro Sula?

En proyectos de gran generación inicio en el 2013 con la modificación a ley de incentivos a la generación de energías renovables, específicamente al uso de la tecnología solar, en el sector comercial e industrial el auge inicia en el año 2016 a la fecha empujados por el incremento de las tarifas de energía eléctrica en el país y los incentivos de exoneraciones de impuestos a este tipo de proyectos y el entusiasmo de ser empresas amigables con el medio ambiente es otro de los factores por lo cual las empresas invierten en este tipo de tecnología.

3. ¿En qué sector es el que hacen más instalaciones?

En el sector comercial e industrial.

4. ¿Cuántas plantas solares han instalado hasta la fecha en San Pedro Sula y alrededores?

Ítem	Proyecto	Potencia	Ubicación	Fecha
1	Comercial Larach	391.68 kWp	San Pedro Sula	2016
2	Deicom	5.12 kWp	San Pedro Sula	2016
3	Hotel Copantl	471 kWp	San Pedro Sula	2017
4	Paper Depot	196 kWp	San Pedro Sula	2017

5	Sermaco	90 kWp	San Pedro Sula	2018
6	Edificio Maple	150 kWp	San Pedro Sula	2018
7	Gran Central Metropolitana	2,001 kWp	San Pedro Sula	2018
8	Texaco Metropolitana	33.15 kWp	San Pedro Sula	2018
9	Zip San José	4,135 kWp	San Pedro Sula	2018
10	Brooms And Moops	249.48 kWp	Choloma	2019
11	Puma Terminal	27.72 kWp	San Pedro Sula	2019
12	Texaco Hércules	33.80 kWp	Puerto Cortés	2019
13	Texaco Estrella del Este	33.80 kWp	San Pedro Sula	2019
14	Gasolinera Victoria	27.72 kWp	Choloma	2019
15	Gasolinera Olímpica	27.72 kWp	San Pedro Sula	2019
16	Formas Térmicas	105 kWp	Naco	2019

5. ¿Desde qué año empezaron como empresa a hacer instalaciones?

En el 2016.

6. ¿Cuánta es la potencia total que han instalado como empresa hasta la fecha en SPS?

La suma de lo anterior y otros fuera de la zona norte en total: 10 MW.

7. ¿Cuál es el rango de precio aproximado del kW instalado (precio de mercado)? ¿Y cómo ha ido este evolucionando desde que empezaron?

Todo depende del tipo de tecnología, actualmente el precio del mercado bajo comparado en el 2013, que 1 W te costaba 2.5\$, en la actualidad han bajado los precios del mercado.

8. ¿Del porcentaje de las plantas que se cotiza cuantas si se lleva a cabo el proyecto?
Quizás el 40% de lo que se cotiza.

Firma

Entrevista EnerTiva

Modelo de Entrevista para Proyecto de Investigación "AUGE DE LA ENERGIA SOLAR EN EL SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL EN EL DEPARTAMENTO DE CORTES Y SU IMPACTO EN EL MERCADO HONDUREÑO"

Nombre: Ing. Roberto Posas

Fecha: 30 de Mayo, 2019

Empresa: EnerTiva

Lugar: San Pedro Sula

- ¿Cuánto es el periodo de recuperación en cada uno de los sectores?
 Comercial - 4.5 años depende del nivel de carga, la ley impide que hayan excedentes.
 Industrial - básicamente el mismo para todos
- ¿Desde qué año hubo más auge en la instalación de plantas solares fotovoltaicas?
 EnerTiva desde 4 años, en la parte norte desde 10 años
 Comercial e Industrial → desde el 2010
 Año 2017 - Proyecto Mall Coatan.
- ¿En qué sector es el que hacen más instalaciones?
 Comercial Trabajar 200 kW → hasta
 Industrial
 Residencial → se dejó de trabajar a partir del 2010.
- ¿Cuántas plantas solares han instalado hasta la fecha?
 3 plantas
- ¿Cuánta es la potencia total que han instalado como empresa hasta la fecha?
 4 Megas.



6. ¿Cuál es el rango de precio aproximado del Kw instalado?

0.9 \$ KW instalado.

7. ¿Del porcentaje de las plantas que se cotiza cuantas si se lleva a cabo el proyecto?

EPC → 10.1.

PPA → 05

Firma



Entrevista ICCE

Modelo de Entrevista para Proyecto de Investigación "AUGE DE LA ENERGIA SOLAR EN EL SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL EN EL DEPARTAMENTO DE CORTES Y SU IMPACTO EN EL MERCADO HONDUREÑO"

Nombre: Ing. Hector Villalero
 Empresa: ICCE

Fecha: San Pedro Sula
 Lugar: Mayo 29, 2019

1. ¿Cuánto es el periodo de recuperación en cada uno de los sectores?
 Residencial → no se puede definir un periodo de retorno por que el perfil de carga.
 Comercial / Industrial → 3.5 - 5 años
 Industrial → 5 - 7 años.
2. ¿Desde qué año hubo más auge en la instalación de plantas solares fotovoltaicas?
 Comercial →
 Industrial → 2019
3. ¿En qué sector es el que hacen más instalaciones?
 Industrial
4. ¿Cuántas plantas solares han instalado hasta la fecha?
 5 plantas
5. ¿Cuánta es la potencia total que han instalado como empresa hasta la fecha?
 5 megas



6. ¿Cuál es el rango de precio aproximado del Kw instalado?

2016 → 1.9 M Kw instalado

2019 → 5 megas pueden andar en 1.10 M Kw instalado.

7. ¿Del porcentaje de las plantas que se cotiza cuantas si se lleva a cabo el proyecto?

Un 15% de los proyectos que se cotizar.


Firma



Entrevista Smart Solar

Modelo de Entrevista para Proyecto de Investigación "AUGE DE LA ENERGIA SOLAR
EN EL SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL EN EL
DEPARTAMENTO DE CORTES Y SU IMPACTO EN EL MERCADO HONDUREÑO"

Nombre: Ing. Jairo Betancourt
Empresa: Smart Solar
Director de Operaciones

Fecha: San Pedro Sula
Lugar: Mayo 30, 2019

- 2013
- ¿Cuánto es el periodo de recuperación en cada uno de los sectores?
Comercial - menos de 5 años
Industrial - 7 años
 - ¿Desde qué año hubo más auge en la instalación de plantas solares fotovoltaicas?
La empresa fue fundada desde el 2013.
Cada año va creciendo mas la demanda,
Desde el 2015 y el 2016.
 - ¿En qué sector es el que hacen más instalaciones?
Comercial e Industrial
 - ¿Cuántas plantas solares han instalado hasta la fecha?
30 en todo el país.
33
 - ¿Cuánta es la potencia total que han instalado como empresa hasta la fecha?
4.3 Megas

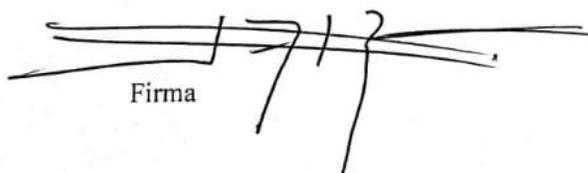


6. ¿Cuál es el rango de precio aproximado del Kw instalado?

Depende del tamaño del proyecto.
Es bastante variado.
\$1000 - \$1500

7. ¿Del porcentaje de las plantas que se cotiza cuantas si se lleva a cabo el proyecto?

''

Firma 



Base de Datos ENEE

Proyectos Registrado en ENEE San Pedro Sula, Cortes, Honduras					
ITEM	PROYECTO	POTENCIA (kWp)	UBICACION	FECHA	POTENCIA INSTALADA POR AÑO (kWp)
1	FICOHSA LOS ALAMOS	30.68	SAN PEDRO SULA	2016	624.93
2	PIZZA HUT CHOLOMA	38.48	CHOLOMA	2016	
3	DENNY'S #03	31.2	SAN PEDRO SULA	2016	
4	TEXACO LAS COLINAS	18.2		2016	
5	RESIDENCIA YAMAL YACAMAN YIBRIN	10	SAN PEDRO SULA	2016	
6	COMERCIAL LARACH, BODEGA#7	391.68	SAN PEDRO SULA	2016	
7	PROYECTO FOTOVOLTAICO RESIDENCIA SR. ROBERTO CACERES	2	SAN PEDRO SULA	2016	
8	PROYECTO FOTOVOLTAICO RESIDENCIA SR. CARLOS A. REYES R.	3.6	SAN PEDRO SULA	2016	

9	RESIDENCIA CHINTHIA METZGEN	8	SAN PEDRO SULA	2016	
10	SISTEMA FOTOVOLTAICO RESIDENCIA SR. HERNAN ACOSTA	2.97	SAN PEDRO SULA	2016	
11	SISTEMA FOTOVOLTAICO RESIDENCIA SRA. WENDY MARADIAGA	4	SAN PEDRO SULA	2016	
12	SISTEMA FOTOVOLTAICO RESIDENCIA SR. DENNIS SABILLON	3	SAN PEDRO SULA	2016	
13	SISTEMA FOTOVOLTAICO INSTALACIONES ICCE	36	SAN PEDRO SULA	2016	
14	SISTEMA FOTOVOLTAICO RESTAURANTE DENNY'S	20	SAN PEDRO SULA	2016	
15	SISTEMA FOTOVOLTAICO RESTAURANTE PIZZA HUT	20	SAN PEDRO SULA	2016	
16	DEICOM	5.12	SAN PEDRO SULA	2016	

17	SISTEMA FOTOVOLTAICO POSTES DE HONDURAS, S.A. DE C.V.	90	SAN PEDRO SULA	2017	4205.8
18	INVERSIONES MAPLE S.A. DE C.V	150	SAN PEDRO SULA	2017	
19	RESIDENCIA MASSU LARACH	24	SAN PEDRO SULA	2017	
20	IGLESIA MENONITA EL ARCA	56	SAN PEDRO SULA	2017	
21	AGENCIA FICOHSA- JARDINES DEL VALLE	13	SA	2017	
22	AGENCIA FICOHSA-LA SATELITE	34	SAN PEDRO SULA	2017	
23	SISTEMA FOTOVOLTAICO RES. SR. JORGE P. CALDERON	6.8	SAN PEDRO SULA	2017	
24	EMBOTELLADORA DE HONDURAS S.A.	3000	SAN PEDRO SULA	2017	
25	LA MUNDIAL EL PEDREGAL	150	SAN PEDRO SULA	2017	
26	RESIDENCIAL SR. ALEX A. HANDAL	15	SAN PEDRO SULA	2017	

27	HOTEL COPANTL SULA	471	SAN PEDRO SULA	2017	8492.65
28	PAPER DEPOT	196	SAN PEDRO SULA	2017	
29	TABACALERA HONDUREÑA	240	SAN PEDRO SULA	2018	
30	RESIDENCIA MOISES ISAC OLIVA	3	SAN PEDRO SULA	2018	
31	FIDES	15	SAN PEDRO SULA	2018	
32	USAP	330	SAN PEDRO SULA	2018	
33	INVERSIONES MODERNAS S.A. DE C.V.	150	SAN PEDRO SULA	2018	
34	CUBIERTA INVERSIONES MODERNAS ETAPA II	150	SAN PEDRO SULA	2018	
35	CASA HABITACION SR. ROBERTO DOMINGUEZ	1.5	SAN PEDRO SULA	2018	
36	SISTEMA SOLAR DE NIÑOS EMANUEL	30	SAN PEDRO SULA	2018	

37	JOSE MANUEL PALOMO	1	SAN PEDRO SULA	2018	
38	BOMOHA TALLER #1	15	SAN PEDRO SULA	2018	
39	BOMOHA OFICINA#2	60	SAN PEDRO SULA	2018	
40	PIZZA HUT#10	32	SAN PEDRO SULA	2018	
41	ELECTRIFICACION PROPIA GLENDA CHACON	5	SAN PEDRO SULA	2018	
42	RESIDENCIA MARCO ANTONIO FAJARDO BAIDE	70	SAN PEDRO SULA	2018	
43	RESIDENCIA JOANNE PELLMAN CALIS	8	SAN PEDRO SULA	2018	
44	DISTRIBUIDORA ANDY	16	SAN PEDRO SULA	2018	
45	SUPERMERCADO EL ÉXITO#2	240	SAN PEDRO SULA	2018	
46	SISTEMA FOTOVOLTAICO PROP. SR. JUAN J. IRIAS	7	SAN PEDRO SULA	2018	

47	CENTRO COMERCIAL LOS CASTAÑOS	210	SAN PEDRO SULA	2018	
48	LA MUNDIAL PRADO ALTO	180	SAN PEDRO SULA	2018	
49	COPEMSA SISTEMA	30	SAN PEDRO SULA	2018	
50	AUTOCONSUMO FOMPAC FV	440	SAN PEDRO SULA	2018	
51	SERMACO	90	SAN PEDRO SULA	2018	
52	GRAN CENTRAL METROPOLITANA	2001	SAN PEDRO SULA	2018	
53	TEXACO METROPOLITANA	33.15	SAN PEDRO SULA	2018	
54	ZIP SAN JOSE	4135	SAN PEDRO SULA	2018	
55	AGENCIA LA MUNDIAL 7 CALLE	100	SAN PEDRO SULA	2019	1178.34
56	AGENCIA LA MUNDIAL EL PALENQUE	210	SAN PEDRO SULA	2019	
57	HECTOR HERNANDEZ ORTIZ	1.5	SAN PEDRO SULA	2019	

58	BANCO DE OCCIDENTE AUTOBANCO SUYAPA	9	SAN PEDRO SULA	2019	
59	ELECTRIFICACION FOTOVOLTAICA CASA MARITZA LAITANO	2.4	SAN PEDRO SULA	2019	
60	RESIDECIAL ARGEÑAL COLINDRES	5	SAN PEDRO SULA	2019	
61	MUNDIAL DEL ESTE	120	SAN PEDRO SULA	2019	
62	SUPERMERCADO LA ROCA#2	250	SAN PEDRO SULA	2019	
63	GASOLINERA TEXACO ESTRELLA DEL ESTE	33.8	SAN PEDRO SULA	2019	
64	SISTEMA FOTOVOLTAICO RES. JOSE DANILO ESPINAL	3	SAN PEDRO SULA	2019	
65	RESIDENCIA SRA. YESENIA LIZZETH GALO V.	3	SAN PEDRO SULA	2019	
66	SISTEMA FOTOVOLTAICO RES. ELDER ANTONIO GUEVARA	3	SAN PEDRO SULA	2019	

67	BROOMS AND MOOPS	249.48	CHOLOMA	2019	
68	PUMA TERMINAL	27.72	SAN PEDRO SULA	2019	
69	GASOLINERA VICTORIA	27.72	CHOLOMA	2019	
70	GASOLINERA OLIMPICA	27.72	SAN PEDRO SULA	2019	
71	FORMAS TERMICAS	105	NACO	2019	
		Potencia Total Instalada (kWp)		14501.72	
		Potencia Total Instalada (MW)		14.50172	

Datos Proporcionados EEH

Proyectos Registrados en EEH San Pedro Sula, Cortes, Honduras		
Ítem	Proyecto	Ubicacion
1	Corporacion La Cumbre SA de CV	Contiguo arrocera Centroamericana
2	Le Sage Julio	1 Calle NO Ave. Circunvalacion
3	Agropec SA de CV	Col. Bogran 7 calle frente subestacion ENEE Bermejo
4	Lazarus y Lazarus	Entrada principal a Chamelecon 1 abajo de Hondutel
5	Iglesia C. Reunion del Señor	Col. Visula 18-18CLL 7 Ave. Local ABC
6	Supermercados La Colonia SA CV	Costado norte cuerpo de bomberos boulevard sur SPS
7	Inversiones Yehuda SA de CV	El Zapotal, N.O. 400 mts adentro
8	Comercial S.A.	Bvd. Del sur frente Monumento a la Madre
9	Zip San Jose	2do anillo SE CLLL 20Y27 P-37 C-109
10	Fajardo Baide Marco Antonio	Col. Trejo C106-A 21Ave-A-C 9CLL SOL
11	Supermercado El Exito SA de CV	Bo. La Victoria contiguo a gasolinera Puma
12	Pellman Callis Joanne	Res. El Potosi 3 cuadras de Escuela Internacional
13	Agencia la Mundial	Bo. La Guardia 27 CLL 7-10 Ave New Orleans SO

14	FOMPAC Disponables SRL de CV	Choloma 100 mts norte Aceros Alfa km 10
15	Agencia la Mundial	Bo. Lempira 7CLL 8Ave Frente Plaza Lempiras
16	Agencia la Mundial	Sector Palenque Frente Hospital del Valle
17	Agencia la Mundial SA de CV	Interseccion 1era Calle 2do Anillo Circunvalacion
18	Agencia la Mundial SA de CV	Bo. El centro frente hospital del Valle
19	Handal Alex Antonio	Col. Jardines del Valle Blvd. De las Torres
20	Dominguez Rios Roberto Ivan	Res. Villas Mackey 1-2 Ave 11CLL B"N"C15 P-31
21	Sabillon Herrera Denis Edgardo	Villas del Bosque P-47 B-G CA-04 N.E.
22	Soluz Honduras SA de CV	Bo. Lempira 3 Ave. 10 CLL Edif. Plaza Libertad S.O.
23	Giron Jimenez Humberto	Carretera al Zapotal, N.O. Contiguo Invema "Bodegas"
24	Castro Lopez Gerardo Ramon	Col. La Universidad 21 CLL 9 Ave.
25	Banco de Occidente SA	Bo. Suyapa 13 Ave 9CLL, 1 cuadra al sur de Supermercado Junior
26	Diaz Macedo Roger Adolfo	Lomas de San Juan B-09 C-12 N.E.
27	Metzgen Carcamos Cinthia Caroli	Res. El Barrial, PTE46 3 Calle Villa San Angel

X. Bibliografía

- (ENEE), E. N. (2019). *Requisitos técnicos para la interconexión de clientes con fuentes de energía renovable de hasta 30 kW*. San Pedro Sula: Empresa Nacional de Energía Eléctrica.
- Anónimo. (21 de Marzo de 2017). *solar-energia.net*. Obtenido de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/instalacion-conectada-red>
- Bhattacharyya, S. C. (2011). *Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance*. Mexico City: Springer.
- Bhattacharyya, S. C. (2011). *Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance*. Springer.
- C., V. (2017). The History of Solar Power. *Experience*, 1.
- Carranza, S. (26 de Octubre de 2018). Las tarifas oficiales 2018 para los clientes de energía eléctrica en Honduras. *El Heraldo*, pág. 1.
- Deloitte Consulting Group S.C. (2019). *El auge de la energía solar y su impacto en el mercado mexicano*. Mexico.
- International Energy Agency. (2018). *Snapshot of Global Photovoltaic Markets 2018 IEA PVPS*. Paris: Mary Brunisholz, IEA PVPS.
- IRENA. (2019). *Renewable capacity statistics 2019*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
- Mosquera, P. (17 de Abril de 2019). En el mundo ya hay medio teravatio de energía solar fotovoltaica instalada. *Energías Renovables*.
- Rodríguez, L. (12 de Julio de 2018). Honduras lidera ranking mundial de energía solar. *El Heraldo*, pág. 1.
- Wang, J. P. (2016). Acuerdo de París y sus implicaciones en la gestión empresarial del cambio climático. *Exito Empresarial*, pág. 3.
- XXI, E. L. (21 de Noviembre de 2017). *Energía Limpia XXI*. Obtenido de <https://energialimpiaparatodos.com/2017/11/21/naciones-al-frente-renovable/>