

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA



**“VIABILIDAD FINANCIERA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A LA RED
COMERCIAL EN EL SALVADOR”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

ANA ESMERALDA ORELLANA GUARDADO

SANDRA PATRICIA RIVAS HERNANDEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE

MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

JULIO DE 2015

CIUDAD UNIVERSITARIA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR : ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO
SECRETARIA GENERAL : DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

DECANO : LIC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO, MSc
VICEDECANO : LIC. ALVARO EDGARDO CALERO RODAS
SECRETARIO : ING. JOSÉ CIRIACO GUTIÉRREZ CONTRERAS, MAE
ADMINISTRADOR ACADÉMICO : LIC. EDGAR ANTONIO MEDRANO MELENDEZ
TRIBUNAL EXAMINADOR : LIC. CARLOS ALVARENGA BARRERA, MAF

MARIO HERNÁN CORNEJO PÉREZ, MAECE

JONNY FRANCISCO MERCADO CARRILLO

JULIO DE 2015

SAN SALVADOR

EL SALVADOR

CENTRO AMÉRICA

Dedicatoria y Agradecimientos

Agradezco y dedico esta tesis primeramente a Dios quién ha guiado mi camino y me ha permitido lograr una meta más en mi vida, por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante y no renunciar ante las dificultades que se presentaron.

A mis padres por todo el apoyo, esfuerzo, consejos, comprensión y amor que me han brindado toda mi vida; por brindarme todo lo necesario para ser la persona que soy, por los valores y principios inculcados, por formar mi carácter, por enseñarme a luchar por mis metas con empeño, constancia y dedicación.

A mis hermanos por su apoyo, por estar siempre presentes en mi vida.

A todas las personas que aceptaron con gusto a brindar su valioso aporte profesional para la elaboración de este documento.

A nuestro asesor de tesis, maestros, compañeros y amigos de la MAF, quienes han sido una influencia muy positiva en mi vida y han dejado huella en mi corazón.

A todos ellos deseo muchas bendiciones de nuestro Dios en sus vidas.

F. Ana Esmeralda Orellana Guardado

Te agradezco Padre Celestial por haberme otorgado este tiempo para seguir estudiando, quiero expresarte que sin tu ayuda jamás lo hubiera logrado, por ello también te reitero el agradecimiento porque no solo me permitiste iniciar sino que te encargaste de poner las cosas a mi favor para que pudiera finalizar con éxito. Quiero decirte que éste logro es más tuyo que mío y por eso te lo dedico. Te amo Señor mi Dios y mi todo.

Quiero agradecer también a mi familia por el apoyo incondicional, sobre todo a mi mamá por ser tan especial y ayudarme con su ejemplo de mujer trabajadora y valiente.

A mis compañeras de la maestría con quienes hice grupos de trabajo, la experiencia de cada una fue útil y me permitió crecer en muchos sentidos.

Agradezco a Esmeralda Orellana por permitirme realizar el trabajo grupal, Dios bendiga tu vida siempre.

También quiero dar las gracias al asesor por su orientación en cuanto al desarrollo del tema.

Al grupo de profesionales expertos, quienes dispusieron su tiempo para atender la entrevista y nos regalaron su conocimiento.

Finalmente quiero agradecer al equipo de catedráticos profesionales que estuvieron con la promoción XV de la MAF y al equipo que vela por todas las funciones administrativas. A todos Dios bendiga sus vidas.

F. Sandra Patricia Rivas Hernández

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo de investigación tiene por finalidad contribuir al conocimiento sobre la viabilidad financiera de proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica, específicamente los conectados a la red comercial.

El desarrollo considera la opinión de expertos relacionados con el tema, aunque el universo de estudio realmente es reducido, se logró obtener el apoyo de un representante de la Corporación Alemana GTZ, dos representantes de una empresa distribuidora de energía y un Director de empresa consultora El Salvador Sostenible.

Para dar a conocer al lector un esbozo general sobre la evolución del presente estudio, la parte que se refiere a los antecedentes incluyen datos históricos que revela la situación de las inversiones en sistemas fotovoltaicos desde los años 2005 a la fecha, como puede apreciarse no solo ésta nación está interesada en la búsqueda por sustituir el uso del combustible por fuentes renovables (específicamente solar), para la generación de energía eléctrica. A nivel regional e internacional el sector energético avanza a la implementación del uso de tecnologías que arrojan energía limpia proveniente de un recurso que está disponible en forma gratuita como lo es el Sol.

Se mencionó al principio se pretende dar a conocer la viabilidad financiera de proyectos FV, y como se verá más adelante este factor depende de muchos otros recursos que no solo podrían encarecer o favorecer el desarrollo de este tipo de proyectos en el país, por ello el aporte que se pretende entregar con éste análisis es de carácter informativo para tomar decisiones de inversión.

Índice

Título	Página
Dedicatoria y Agradecimientos	i
Resumen Ejecutivo	iii
Índice	iv
Acrónimos	vi
Índice de Tablas y Figuras	viii
Introducción	ix
Capítulo 1: Planteamiento del Problema	11
1.1 Antecedentes	11
1.2 Definición del Problema	15
1.3 Objetivo General y Específicos	17
1.4 Justificación	17
1.5 Beneficios Esperados	21
1.6 Delimitación y Limitaciones de la Investigación	22
Capítulo 2: Marco Teórico	24
2.1 Concepto de Energía Solar Fotovoltaica	24
2.2 Aplicaciones y clasificaciones	25
2.3 Evolución de los sistemas fotovoltaicos	27
2.4 Matriz energética El Salvador	31
2.5 Evaluación de los proyectos fotovoltaicos	33
2.6 Determinación de costos de los sistemas solares fotovoltaicos	38
2.7 Normativa legal relacionada	40
2.8 Apoyos Gubernamentales	42
2.9 Desarrollo de Recurso Humano	49
Capítulo 3: Metodología	51
3.1 Tipo de Investigación	51
3.2 Técnica e Instrumento de Investigación	52
3.3 Población	54
Capítulo 4: Presentación de resultados	55

4.1 Análisis de las Respuestas Obtenidas en el Instrumento	55
Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones	69
5.1 Conclusiones	69
5.2 Recomendaciones	71
Referencias Bibliográficas	73
Apéndice	78

Acrónimos

4E: Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica

Bandesal: Banco de Desarrollo de El Salvador

BUN-CA: *Biomass Users Network* Centro America

CEL: La Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa

CNE: Consejo Nacional de Energía

EPIA: *Global Market Outlook for Photovoltaics*

FIE: Fecha inicio de Entrega

FV: Fotovoltaico

GDR: Generación Distribuida Renovable

GEF: Fondo para el Medio Ambiente Mundial

GIZ: Agencia Alemana para la Cooperación Internacional

IEA: *International Energy Agency*

IRENA: International Renewable Energy Agency

JICA: Agencia de Cooperación Internacional del Japón

kW: (1000 vatios) - unidad de potencia

kW/m²: Kilovatios por metro cuadrado

kWh/m²: Kilovatio hora por metro cuadrado

LGE: Ley General de Electricidad

MDL: Mecanismo para un Desarrollo Limpio

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PPA: *Power Purchase Agreement*

RCE: Reducciones Certificadas de Emisiones

REN21: *Renewable Energy Policy Network for 21st Century*

SIGET: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones

SWERA: *Solar and Wind Energy Resource Assessment*

TIR: Tasa Interna de Retorno

USTDA: Agencia de los Estados Unidos para el Comercio y Desarrollo

VAN: Valor Actual Neto

Índice de Tablas y Figuras

Tabla

	Página
Tabla 1. Sistemas fotovoltaicos en El Salvador.	13
Tabla 2: Proyectos de generación solares fotovoltaicos en funcionamiento en El Salvador.	30
Tabla 3: Proyectos de generación solares fotovoltaicos en construcción en El Salvador.	31
Tabla 4: Desglose detallado de los costos que componen un sistema solar fotovoltaico.	39
Tabla 5: Costos de capital estimados por instituciones internacionales para proyectos de generación FV.	39

Figura

	Página
Figura 1: Demanda Nacional Neta de Energía comparada con el precio promedio al consumidor final 1998-2013.	12
Figura 2: Datos históricos y proyección de Potencia Fotovoltaica instalada en el mundo.	28
Figura 3: Presentación de la capacidad eléctrica instalada en el año 2013 versus la matriz energética proyectada para el año 2018.	32
Figura 4: Mapa de radiación promedio anual en KWh/m ² /día para El Salvador.	66

Introducción

La presente tesis contiene el desarrollo de la viabilidad financiera de proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica, con conexión a la red comercial, el objetivo primordial es informar sobre la evolución que estas inversiones han experimentado en el País, también dar a conocer si como nación se está apoyando a los inversionistas del sector energético pero específicamente aquellos que procuran la obtención de la energía eléctrica a partir de fuentes renovables como la solar. Para ello se definen cinco capítulos donde se amplía el desarrollo del tema de investigación

El capítulo uno comprende una breve introducción a la energía renovable específicamente la solar; considera temas como la constante fluctuación que experimentan los precios de la energía, hechos que han influido para que proyectos de ésta naturaleza evolucionen, proyectos relacionados así como también instituciones y organismos internacionales que junto con el Estado están trabajando para impulsar éstas inversiones. Adicionalmente la inclinación para el investigador de formular este estudio, los objetivos del trabajo, justificación, utilidad social, factibilidad, beneficios esperados, limitaciones y delimitaciones.

El capítulo dos es una descripción sobre el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos, conceptos, elementos que conforman los sistemas, evolución a nivel internacional, regional y local, aplicaciones, composición de la matriz energética, estudios de factibilidad, viabilidad financiera, VAN y TIR.

El capítulo tres hace referencia a la metodología utilizada y el tipo de investigación definido para desarrollar el tema, la técnica y el instrumento considerado, definición de la población.

En el capítulo cuatro se ha plasmado el análisis obtenido a través de la entrevista, combinando toda la bibliografía con la se cuenta sobre el tema en estudio y las posturas de los entrevistados. Se analizaron un total de dieciséis preguntas las cuales están enfocadas a definir la viabilidad financiera de proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica.

En el capítulo cinco se plasman las conclusiones que se obtuvieron después de haber analizado el entorno y haber unido las opiniones de los expertos objeto de consulta.

Capítulo 1: Planteamiento del Problema

1.1 Antecedentes

La generación de energía renovable ha cobrado gran relevancia económica en El Salvador dado el alto costo de esta en el mercado y el crecimiento constante de la demanda energética nacional tal como se puede observar en la Figura 1; la volatilidad de los precios de los combustibles fósiles y la crecimiento del consumo energética en El Salvador incentivan la búsqueda de nuevas fuentes de generación que no dependan de la combustión y con mínimos impactos ambientales, a este tipo de generación se denomina comúnmente energía limpia ya que proceden de fuentes renovables disponibles ilimitadamente en la naturaleza, tal es el caso de la generación a partir de la radiación solar; en este sentido El Salvador tiene gran potencial energético ya que posee una alta irradiación solar, por ejemplo en el área metropolitana ésta asciende a 5.3 kWh/m²/día esto es muy por encima de otros países como Alemania o Tokio (3.3 kWh/m²/día).

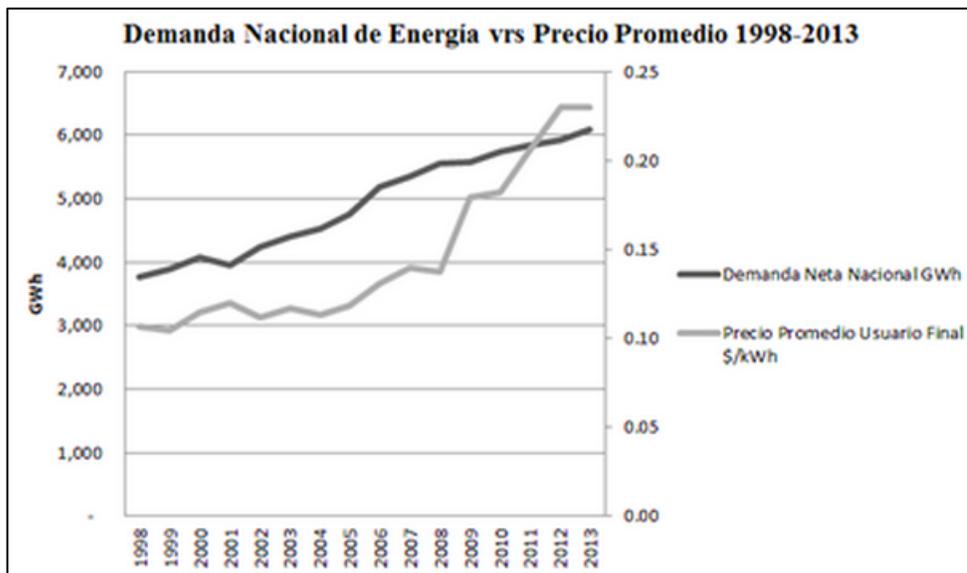


Figura 1: Demanda Nacional Neta de Energía comparada con el precio promedio al consumidor final 1998-2013. Fuente: SIGET 2013, P.99, 113.

La tendencia por la generación de energía solar fotovoltaica ha sido motivada por diversos factores como las proyecciones a largo plazo sobre el agotamiento de las reservas naturales de fósiles, los conflictos entre países petroleros, el terremoto y posterior tsunami de Japón en 2011 que dañó una de sus centrales nucleares, etc. todos estos hechos hacen pensar que la época donde la generación eléctrica a partir de fósiles está llegando a momento de desaceleración y es este el punto de partida para una generación eléctrica más responsable con el medio ambiente. (Flamenco de Baños, 2011, P.8).

Actualmente existen instituciones y organismos internacionales que trabajan de la mano con el Consejo Nacional de Energía y La Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) para fortalecer el marco regulatorio que propicie la

inversión en proyectos fotovoltaicos. La Agencia Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ) es uno de los organismos que está involucrado con este tema, con su Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica denominado (4E), este programa dio inicio en su primera fase en mayo de 2010 y ha apoyado en temas como: capacitación de especialistas en instalaciones solares fotovoltaicos, apoyo en el desarrollo de proyectos FV locales como El Teatro Alejandro Cotto en Suchitoto y Grupo Calleja, otorgamiento de préstamo para créditos a pequeñas y medianas empresas de energía renovable a través del Banco Alemán de Desarrollo y Banco de Desarrollo de El Salvador (Bandesal), entre otros. (GIZ 2013).

A la fecha se encuentran funcionando gran cantidad de sistemas fotovoltaicos a pequeña escala (Ver Tabla 1), lo cual evidencia el interés creciente por la opción de estos sistemas y la viabilidad en el territorio nacional.

Aplicación	Número de sistemas	Capacidad instalada (Wp)
Bombas fotovoltaicas	21	9,695
Sistema Solar Doméstico (SHS)	2,950	287,956
Sistema Fotovoltaico conectado a la red eléctrica	12	163,940
Alumbrado público	246	15,090
Agua potable	2	280
Comunicación por radiofrecuencia	15	n. a.
Telecomunicaciones	6	n. a.
Total	3,252	476,961

Tabla 1. Sistemas fotovoltaicos en El Salvador.

Fuente: JICA, 2011. P. 4-43.

El País está iniciando el camino para la atracción de inversión en proyectos FV de gran envergadura mayores a 5 MW de generación y a pesar de que no se cuentan con estudios que analicen el impacto de grandes proyectos FV en el sector energético nacional el desarrollo de proyectos de pequeña escala evidencia el interés creciente tanto del sector público como privado de apostarle a la generación renovable solar.

Otros estudios realizados en el país hacen énfasis en que los sistemas fotovoltaicos deberían ser impulsados a través de planes gubernamentales orientados al desarrollo social, por lo que convendría ejecutar proyectos sociales que permitan a comunidades de escasos recursos económicos y de difícil acceso a la electricidad contar con un sistema que les permita satisfacer su demanda básica de energía eléctrica. (Lopez-Magaña-Vázquez, 2009, P.51).

El Salvador ha realizado grandes esfuerzos para poder diversificar la matriz energética a través de fuentes renovables, prueba de ello son todos los sistemas que se encuentran en ejecución en materia fotovoltaica; sin embargo, aunque ya las bases para éste cambio están determinadas, aún hace falta información que revele si es viable financieramente la ejecución de grandes proyectos en éste país. Si bien es cierto se han realizado proyectos con energía fotovoltaica para llevar energía eléctrica a zonas rurales, así como también otros para implementarlos en la ciudad, la mayoría son de autoconsumo o conexión a la red, pero no se cuenta con un estudio cualitativo que demuestre la viabilidad financiera de éstos planes que han evolucionado desde el año 2009.

Por otra parte, es de considerar si los recursos disponibles son suficientes para desarrollar proyectos de gran envergadura, que logren un impacto significativo en la matriz energética a partir de la generación eléctrica FV. Entre algunos de los medios con que cuenta el país para apoyo a éstos proyectos se tienen:

1. Marco jurídico que regula algunos incentivos fiscales para éste tipo de inversiones
2. Evolución tecnológica de los paneles solares que ha permitido alumbrar lugares donde la generación tradicional no habría podido llegar. (Representa un alto costo que requiere de financiamiento).
3. El *Know How* y recurso humano preparado para realizar instalaciones fotovoltaicas (Se cuenta con personal capacitado; sin embargo, con tecnología reciente siempre es necesario recurrir a expertos en el manejo de estos)
4. Espacio territorial limitado.

Después de considerar los elementos anteriores es necesario evaluar si el país está listo para desarrollar grandes inversiones, las cuales buscan un retorno para el inversionista en un horizonte de análisis de 25 años aproximadamente, considerando que ésta es la vida útil aproximada de los paneles solares.

1.2 Definición del Problema

Algunos estudios en El Salvador sobre los sistemas solares fotovoltaicos mencionan que la importancia de estos crece debido a la constante disminución en sus precios, ahorro de

energía, aportes sociales y desarrollo rural etc.; sin embargo, estos análisis también hacen énfasis que hace falta más información que permita conocer el potencial y limitaciones de estos sistemas fotovoltaicos. (Méndez Ramírez, 2010, P. 3).

Otras investigaciones aseguran que el país tiene oportunidades para desarrollar proyectos fotovoltaicos, ya que cuenta con apoyo por parte de organismos locales y del exterior; sin embargo, es de considerar que siempre hay limitantes entre las cuales está el espacio territorial que influye directamente en lograr cubrir una mayor demanda que se pretenda instalar según el área que se dispone.

Las acciones que actualmente se encaminan a reducir la dependencia del petróleo auguran una disminución en los costos operativos en la industria y el comercio. CNE “El camino del cambio de la matriz energética en El Salvador” Pág. 14, también se proyecta que la participación de la energía solar en la matriz energética para el año 2018 será del 2%, considerando las bases que ya están definidas a la fecha.

En base a lo anterior, surge la iniciativa de llevar a cabo un estudio cualitativo acerca de la viabilidad financiera de proyectos en sistemas fotovoltaicos en el país, para ello se determinan las siguientes preguntas de investigación:

- 1 ¿Es viable financieramente invertir en El Salvador en sistemas fotovoltaicos con conexión a la red comercial?
- 2 ¿Se conocen las ventajas y desventajas de invertir en generación eléctrica FV en el país?

1.3 Objetivo General y Específicos

Objetivo General

1. Elaborar una investigación cualitativa sobre la viabilidad financiera de proyectos de inversión en sistemas fotovoltaicos, como fuentes alternativas de generación eléctrica

Objetivos Específicos

1. Desarrollar una investigación de campo sobre la viabilidad financiera de proyectos fotovoltaicos en el país.

Conocer si el país posee las condiciones necesarias para fomentar el desarrollo de proyectos fotovoltaicos.

2. Desarrollar un marco teórico y conceptual relacionado con los sistemas fotovoltaicos y la viabilidad financiera.

3. Establecer las preguntas de la investigación para determinar la viabilidad financiera de los sistemas fotovoltaicos.

1.4 Justificación

1.4.1 Novedoso

El desarrollo del presente trabajo de investigación es novedoso porque podrá ser útil para investigadores e inversionistas que deseen conocer sobre la viabilidad financiera de proyectos en energías solar fotovoltaica. Debido a que no hay muchos estudios relacionados con el tema de investigación, este documento también puede ser utilizado como fuente bibliográfica para complementar o ampliar conocimientos relacionados.

Esta investigación posee importancia trascendental porque los resultados pueden llevar a explicar un fenómeno, mito o creencia que se considere cierta, y el aporte demuestre lo contrario, por lo cual podría incidir en la toma de decisiones del lector.

De los estudios consultados sobre generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables, específicamente la solar, no se ha encontrado suficiente información que demuestre la viabilidad financiera de proyectos de gran envergadura que provoquen un cambio en la matriz energética, hay muchos factores que obstaculizan el logro de ese objetivo, por lo que el presente trabajo cobra importancia al pretender identificar las razones por las cuales se podría o no lograr modificar la matriz energética.

1.4.2 Factibilidad

La realización del tema de investigación es factible porque se cuenta con el apoyo del universo de estudio, el cual está formado por la opinión de algunos expertos que cuentan con el *know how* en el desarrollo de proyectos en energía solar fotovoltaica.

Previo al desarrollo del presente estudio se realizó contacto con Coordinadores y representantes de compañías que actualmente están involucrados con proyectos FV, quienes mostraron disposición en atender las consultas y entrevistas relacionadas con el tema.

En cuanto al acceso a bibliografía existe gran variedad de fuentes especializadas que permiten determinar la viabilidad financiera de un proyecto en general; además, los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la MAF hacen factible elaborar un

modelo financiero que considere los parámetros fundamentales para la evaluación de proyectos FV.

1.4.3 Utilidad Social

Identificar el impacto social de la presente investigación significa considerar la influencia directa e indirecta que podría generarse en las familias salvadoreñas, tanto a corto como largo plazo. Para continuar se describen algunos de los impactos sociales más relevantes:

1.4.3.1 Entorno Económico

Con este trabajo se persigue colaborar con los inversionistas del país, para que obtengan una fuente de información útil en sus proyectos de inversión en sistemas FV, a partir de las opiniones obtenidas por algunos expertos en el tema.

Por otro lado este análisis de viabilidad financiera sobre modelos de generación FV, pretende aportar conocimiento sobre la magnitud de la inversión si realmente se quiere lograr impactar la participación en la matriz energética actual; se describirán tres escenarios acerca del retorno para los inversores y proporcionar una idea del impacto en su capital invertido.

También es de considerar el aporte social y económico a la población en general relacionado con el tema de una posible reducción en las tarifas de la energía eléctrica,

que de encontrarse como cierta esta postura, vendría a favorecer la economía de las familias salvadoreñas.

1.4.3.2 Entorno Laboral

Cabe mencionar que la decisión del inversionista en participar en la industria de generación eléctrica a partir de fuentes renovables vendría a generar otras fuentes de empleos a las ya existentes con la utilización de los métodos convencionales de generación eléctrica, por lo que informar a la sociedad acerca de las oportunidades que se crean a partir de éstos proyectos crea una expectativa positiva y promueve en el largo plazo la productividad del país.

1.4.3.3 Entorno Académico

Se espera que la utilidad del presente estudio amplíe el conocimiento académico para apoyar otras investigaciones relacionadas.

A nivel de consulta bibliográfica se pretende contribuir con otros estudios que en la medida que el tiempo transcurre y se levanten nuevas investigaciones, la información contenida aquí pueda servir para emitir juicios más acertados en cuanto a los proyectos FV.

1.4.3.4 Entorno Medioambiente

Sobre el impacto al medio ambiente, los proyectos FV no producen contaminación en los lugares donde se instalen, ya que como se ha mencionado en la parte de los antecedentes los paneles solares arrojan energía limpia, silenciosa y sin contaminantes.

Bajo esta postura se pueden considerar que se reduce la contaminación auditiva porque la tecnología utilizada propicia la disminución del ruido en los lugares donde se instale, en comparación con un generador derivado del combustible cuya maquinaria produce altos niveles de contaminación auditiva.

Durante la vida útil de los paneles solares la contaminación al medio ambiente se supone nula debido a que la energía proviene de una fuente natural como lo es el sol, tal como se ha mencionado anteriormente; sin embargo, al finalizar la vida útil de este equipo se debe tener conocimiento sobre cómo proceder con los desechos, pues estos pueden ser utilizados para fabricar nuevos paneles solares. En cambio los sistemas de generación eléctrica derivados del combustible emiten vapores dañinos al medio ambiente.

(Guzmán Paredes, 2011, P. 26).

1.5 Beneficios Esperados

Con la elaboración de este documento se pretende dar un aporte significativo en cuanto a determinación de la viabilidad financiera de un proyecto de generación eléctrica solar fotovoltaica a través de la recopilación de estudios previos en el área e indagaciones con personal involucrado en esta.

Dada la relevancia que ha cobrado este tema en los últimos años en El Salvador es fundamental para el desarrollo del sector que hayan estudios que respalden y documenten las decisiones de inversión en cuanto a generación eléctrica renovable con recursos solares, con el desarrollo de estos proyectos en el país se espera obtener

beneficios económicos y ambientales; los primeros permitirán atraer la inversión nacional e internacional y los segundos son parte de las externalidades positivas a beneficio de la sociedad.

1.6 Delimitación y Limitaciones de la Investigación

1.6.1 Delimitación Teórica

El desarrollo de la investigación comprende obtener el conocimiento sobre la viabilidad financiera de proyectos de generación de energías eléctrica a partir de la radiación solar fotovoltaica, como fuentes alternativas de generación eléctrica; la evolución de la demanda energética y tendencia de los precios de la energía en El Salvador.

Para el desarrollo se considera como base técnica otros estudios relacionados, Normativa vigente emitida por el Estado Salvadoreño como incentivos a los proyectos de inversión, información publicada por SIGET, CNE y Corporaciones que contribuyen con datos relevantes para tomar decisiones sobre inversiones en proyectos FV.

1.6.2 Delimitación Temporal

Se utilizará información relacionada con el tema a partir del año 2005 hasta 2015, esto debido a que El Salvador muestra iniciativas importantes en proyectos de energía solar partir del 2005 y en los siguientes períodos inicia el cambio en la matriz energética e incluso surgen las proyecciones en materia solar, por lo que es conveniente avocarse a los documentos que están relacionados durante estos tiempos. También se relacionarán tablas o gráficos de años anteriores al 2005 siempre que hagan alusión a la generación de

energía solar. El desarrollo de la investigación se efectuará desde enero a junio del año 2015.

1.6.3 Delimitación Espacial

El límite espacial se centrará en la opinión de expertos en el tema de la viabilidad financiera de proyectos en energía solar fotovoltaica, estas personas radican en la ciudad de San Salvador, y se ha considerado a personas naturales y jurídicas, que poseen experiencia en implementación de inversiones relacionadas.

1.6.4 Limitaciones

Entre las limitantes que pueden generarse y que representan una parte importante en el desarrollo del tema son el acceso a la información, ya que se pretende consultar a expertos de Corporaciones y profesionales que hayan desarrollado proyectos de viabilidad financiera en inversión FV, éste tipo de datos son completamente confidenciales razón por la cual se guarda celo a la información que se pudiera compartir con la investigación.

La investigación no comprende un análisis de viabilidad técnica, antecedentes económicos, técnicos y legales, gastos relacionados con el proceso de instalación de los sistemas fotovoltaicos, gastos relacionados con estudios de suelo, extensión territorial, tampoco incluye los costos derivados de la importación, logística y otros relacionados con el aprovisionamiento de materiales específicos para la implementación de los sistemas de energía renovable.

Capítulo 2: Marco Teórico

2.1 Concepto de Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica o energía FV como se conoce comúnmente es aquella que se obtiene por medio de la transformación directa de la energía del sol en energía eléctrica. Esta transformación utiliza una parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad; La transformación se realiza por medio de módulos o paneles solares fotovoltaicos. (BUN-CA, 2002, P.6).

Para la generación eléctrica se utilizan dispositivos electrónicos que convierten la luz solar directamente en electricidad. La forma moderna de la célula solar fue inventada en 1954 en *Bell Telephone Laboratorios*. El término "fotovoltaica" se deriva del proceso físico mediante el cual la conversión de la luz (fotones) a la electricidad (tensión) se produce el llamado "efecto fotovoltaico". (IRENA, 2015, P.76).

La generación eléctrica a partir de la energía solar requiere un sistema fotovoltaico para que pueda transformar, almacenar, proveer y utilizar la energía producida; para lograr lo anterior el sistema requiere de ciertos componentes para realizar esas funciones los cuales se detallan a continuación:

1. Panel Solar (Semiconductor, Celda y Módulo)
2. Inversor

3. Instalación

4. Batería

2.2 Aplicaciones y clasificaciones

Los sistemas solares fotovoltaicos tienen las mismas aplicaciones que cualquier otro sistema de generación eléctrica, la diferencia radica principalmente en la cantidad de potencia y energía que se puede obtener con los módulos fotovoltaicos ya que estas están limitadas a la capacidad de generación y almacenamiento de los equipos instalados aunque todo depende de la capacidad instalada del sistema (BUN-CA, 2002, P. 13).

A continuación se enumeran algunas de las aplicaciones más comunes en la sociedad de la energía solar fotovoltaica:

1. Huerta solar
2. Potabilización de agua
3. Cocina solar
4. Destilación solar
5. Evaporación
6. Secado
7. Acondicionamiento y ahorro de energía en edificaciones (calentamiento de agua, iluminación, aire acondicionado, refrigeración, energía para electrodomésticos, etc.).

Los sistemas fotovoltaicos se pueden clasificar también dependiendo de la cantidad de energía producida los cuales son los aislados de la red comercial y los conectados a la red comercial.

Los sistemas aislados de la red comercial son sistemas independientes que no se conectan a la red y la energía generada es utilizada para el autoconsumo; estos generalmente se utilizan en comunidades de difícil acceso que están alejados de la red comercial por lo cual se hace muy costoso el acceso a la energía eléctrica a través de la red convencional. Una variación a esta clasificación son los sistemas centralizados los cuales generan y almacenan energía en un sistema fotovoltaico central que luego se distribuye a través de cables eléctricos a los usuarios finales que pueden ser las viviendas de los miembros de una comunidad.

Los sistemas conectados a la red comercial son aquellos en los cuales la energía generada es enviada directamente a la red eléctrica comercial por lo que no utiliza un banco de baterías para su almacenamiento sino que se conecta directamente a la red y se vende a la empresa distribuidora eléctrico quien es finalmente quien la distribuye al consumidor final. Este tipo de sistemas son a los que más les apuestan los inversionistas.

2.3 Evolución de los sistemas fotovoltaicos

2.3.1 A nivel internacional

Desde el inicio del boom de la instalación de energía solar fotovoltaica en el mundo, Estados Unidos de América lideró este campo, pero hacia el año 2005 fue alcanzado por Japón y posteriormente rebasado por Alemania. Para el año 2014 los países que han experimentado un acelerado crecimiento en este campo han sido Alemania, Japón, China y Estados Unidos de América.

La generación eléctrica a partir de energía solar no es un tema nuevo a nivel mundial, de hecho las principales potencias del mundo han experimentado un crecimiento vertiginoso en dicha generación lo cual se ve claramente que va de la mano con el desarrollo de estos países, principalmente: Alemania, Japón, China y Estados Unidos.

Las proyecciones de generación de energía solar fotovoltaica a nivel mundial presentan cifras récord de hasta 430 GW hacia el año 2018, tal como se muestra en la Figura 2; buena parte de esta generación proviene de países potencias del mundo como Alemania que ha logrado varios récords de generación en los últimos años, Alemania es uno de los países con mayor generación eléctrica de este tipo desde 1991 dado el financiamiento del gobierno alemán, quienes para el año 2000 iniciaron la fase de instalación de 100,000 tejados solares, lo anterior se ha logrado gracias a incentivos crediticios con bajas tasas de intereses. (EPIA, 2014. P. 41).

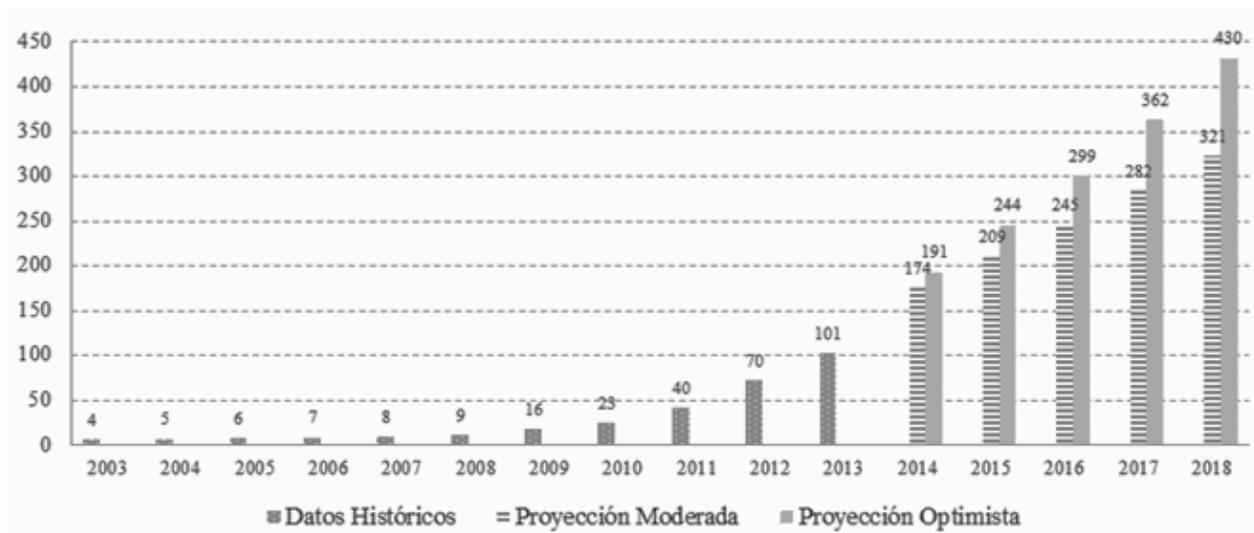


Figura 2: Datos históricos y proyección de Potencia Fotovoltaica instalada en el mundo.

Fuente: EPIA Global Market Outlook for Photovoltaics 2014-2018, P.42.

A nivel regional, en Centroamérica los países han desarrollado iniciativas encaminadas a la diversificación de la matriz energética a fin de ir reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles.

2.3.2 A nivel nacional

En El Salvador se vienen haciendo esfuerzos notables en este campo desde el 2009 con proyectos de estudio como el de la instalación de un generador fotovoltaicos en las oficinas de CEL, proyectos de pequeña escala y de autoconsumo tal como lo podemos ver en el apartado siguiente de proyectos en ejecución, además el CNE elaboró el Plan

Maestro para el Desarrollo de Energía Renovable en El Salvador que pretende impulsar en el país la generación de energía a través de fuentes renovables que permita diversificar la matriz energética y reducir la dependencia del petróleo y por supuesto que dentro de estas fuentes renovables tenemos la energía solar FV.

En febrero de 2014 el CNE presentó el documento Plan Indicativo de la Expansión de la Generación Eléctrica de El Salvador 2014-2014 con el propósito de planificar a un corto, mediano y largo plazo en materia energética, evaluando el desempeño del mercado de generación, determinar las necesidades de expansión y prever las tecnologías más competitivas a ser desarrolladas. (CNE, 2014, P.3).

2.4 Proyectos en ejecución

Dados los esfuerzos liderados por diferentes instituciones tanto públicas como privadas se han puesto en marcha diversos proyectos de generación eléctrica FV en su mayoría de pequeña escala, los cuales se listan en la Tabla 2 y 3, cabe destacar que se incorporan también tres proyectos de gran escala en construcción con una potencia de 94MW que fueron adjudicados en julio de 2014, la licitación estuvo a cargo de la Distribuidora de Electricidad del Sur, S.A de C.V. (DELSUR, S.A. de C.V.), la lista de proyectos en construcción se presentan en la Tabla 3.

Nº	Proyecto	Capacidad Instalada (kWp)	Características		
		Funcionando	Auto Consumo	Auto Cons. + Inv. a Red	Inyección a Red
1	ESCUELA MÓNICA HERRERA	80		X	
2	TEATRO ALEJANDRO COTO	12		X	
3	BASE COMANDO SUR EEUU-Aeropuerto	99		X	
4	QUANTUM	5		X	
5	DISZASA 1	88.2		X	
6	SUPER MERCADO SANTIAGO de Maria	18.96		X	
7	EDIFICIO CEL	24.57		X	
8	ASAMBLEA LEGISLATIVA	7.5	X		
9	EMPRESA UNI TAPE	90		X	
10	MINISTERIO DE HACIENDA	24.44		X	
11	DEFENSORÍA DEL CONSUMIDOR	6.11		X	
12	GRANJA ECOLÓGICA STO. DOMINGO	2.48	X		
13	OFICINAS ADMINISTRATIVAS SEESA	2.17	X		
14	CASA RECREACIONAL LAGO COATEP	1.63	X		
15	FUNDE	2.02	X		
16	LA HACIENDA, SAN JOSÉ VILLANUE	2.02	X		
17	UES	2.8		X	
18	SUPERMERCADO SN. RF. CEDROS	6	X		
19	RESIDENCIA EN LA LIBERTAD	5	X		
20	RESIDENCIA EN ZARAGOZA	1.2	X		
21	CIDEP EN SAN CARLOS LEMPA	1.29	X		
22	RESIDENCIAL EN SANTA TECLA	3	X		
23	HIELERÍA EN ZACATECOLUCA	6	X		
24	ESCUELA ALEMANA	20		X	
25	DURALITA-ECTROPA	98		X	
26	ITCA	2.94		X	
27	UCA	4	X		
28	SUPER SELECTOS	100	X		
	TOTALES (kWp)	716.33			

Tabla 2: Proyectos de generación solares fotovoltaicos en funcionamiento en El Salvador.

Fuente: SIGET, 2013, P.51.

No.	Proyecto	Capacidad Instalada (kWp)	Características		
		En Construcción	Auto Consumo	Auto Cons. + Inv. a Red	Inyección a Red
1	RESIDENCIA ANTIGUO CUSCAT	2	X		
2	RESIDENCIA EN ACAJUTLA	2	X		
3	RESIDENCIAL EN OLOCUILTA	1.58	X		
4	HOTEL DE PLAYA	2	X		
5	HACIENDA AYUTICA	2	X		
6	RESIDENCIA EN SANTA ANA	2	X		
7	RESIDENCIA EN CIUDAD MERLI	2	X		
8	UDP NEOEN-ALMAVAL	60000			X
9	SOLAR RESERVE DEVELOPMENT CO.II.LLC	20000			X
10	UDP PROYECTO LA TRINIDAD	14000			X
	SUB TOTALES (KwP)	94,013.58			

Tabla 3: Proyectos de generación solares fotovoltaicos en construcción en El Salvador.

Fuente: SIGET, 2013, P.52.

2.4 Matriz energética El Salvador

El Consejo Nacional de Energía (CNE) diseñó la Política Energética Nacional con el objetivo de ordenar el mercado eléctrico, uno de los lineamientos estratégicos definidos en la política corresponde a la diversificación de la matriz energética y fomento de las fuentes renovables.

La importancia de la diversificación de la matriz energética radica en la disminución de la dependencia de una sola fuente de generación eléctrica, por ejemplo un país con alta dependencia del combustible se verá altamente vulnerable ante los constantes cambios

de precio de este; otro país pudiera ser altamente dependiente a fuentes hídricas lo cual en época seca se verá limitada la generación eléctrica y deberá optar por la racionalización; lo anterior son simples ejemplos de lo que ocurre cuando no se trabaja para diversificar la matriz energética.

En El Salvador se están realizando importantes esfuerzos a fin de diversificar las fuentes de generación eléctrica tal como se puede observar en la Figura 4 donde se muestra cómo estaba conformada la matriz energética del país en el 2013 y como se proyecta que será en el año 2018 cuando ya se tengan funcionando los nuevos proyectos de generación eléctrica; podemos observar que la participación de la energía solar era nula prácticamente y para el 2018 con la incorporación de los nuevos proyectos de generación FV se estima una participación de 2% en la matriz, si bien este porcentaje parece aún bajo pero es un logro significativo en el campo de energías renovables y abre paso a proyectos de gran escala.

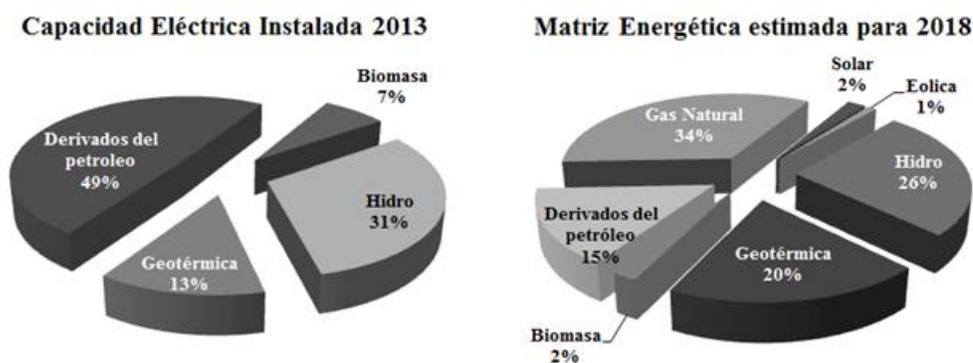


Figura 3: Presentación de la capacidad eléctrica instalada en el año 2013 versus la matriz energética proyectada para el año 2018. Fuente: CNE, 2013, P. 14.

2.5 Evaluación de los proyectos fotovoltaicos

2.6.1 Estudio de prefactibilidad

El estudio de prefactibilidad profundiza en la idea o perfil del proyecto que se quiere evaluar, en términos generales esto implica realizar una estimación de la inversión que incluye costos de operación, ingresos que demandará y generará el proyecto; esta información se obtiene de fuentes secundarias y pretende lograr una proximidad a las variables principales en el mercado. (Alzamora Muñoz, E. 2012. P.20).

2.6.2 Estudio de factibilidad

Este estudio es más completo que el de pre-factibilidad y en el se profundizan las alternativas que no fueron rechazadas ni postergadas por el estudio previo. Este estudio se elabora sobre la base de antecedentes precisos obtenidos mayoritariamente a través de fuentes primarias de información. Las variables cualitativas son mínimas, comparadas con los estudios previos. El cálculo de las variables financieras y económicas deben ser lo suficientemente demostrativos para justificar la valoración de los distintos ítems. Se puede profundizar el estudio de la "mejor alternativa". (Alzamora Muñoz, E. 2012. P.21).

2.6.3 Estudio de viabilidad técnica

El estudio de viabilidad financiera de un proyecto debe incluir un estudio técnico el cual provea la información necesaria para determinar el monto total de la inversión y los costos operativos relacionados, la viabilidad técnica implica estudiar las posibilidades materiales, físicas y químicas, así como las condiciones necesarias y alternativas existentes para desarrollar el proyecto. (Alzamora Muñoz, E. 2012. P.22).

2.6.4 Estudio de viabilidad financiera

Uno de los problemas fundamentales en torno a la evaluación de inversiones es determinar los rendimientos de los proyectos de inversión. Con una medida de rendimiento se puede dilucidar cuáles proyectos conviene aceptar y cuales rechazar. (Méndez Ramírez, E.A., 2010, P.65).

En finanzas los métodos utilizados por excelencia para la determinación de la viabilidad financiera de un proyecto son el VAN y la TIR; estos métodos se imparten de rigor en los cursos de finanzas en diversas universidades locales e internacionales, en resumen el VAN representa el incremento de la riqueza si se implementa el proyecto, después de recuperar la inversión y la TIR es la recompensa mínima que un inversionista exige para aportar sus recursos de capital para un proyecto. (Quiteño. H. 2013. P. 3-4).

La valuación financiera de los proyectos solares fotovoltaicos se determina de la misma forma como se valúa cualquier otro proyecto de inversión y los métodos más utilizados son la VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno).

El CNE elaboró un documento resumen del Plan Maestro para el Desarrollo de Energía Renovable en El Salvador donde se establecieron ciertos criterios de evaluación los cuales son los comúnmente utilizados en la industria de energía y las compañías eléctricas en El Salvador Los índices de rentabilidad en el desarrollo de proyectos se determinan por el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno. (Resumen de Documento Plan Maestro para el Desarrollo de Energía Renovable en El Salvador, 2012, P. 83).

2.6.4.1 VAN

El valor actual neto de un proyecto de inversión es la suma algebraica del valor actualizado de todos los flujos de fondos (cobros y pagos, o ingresos y egresos) que se hayan realizado, o se han de realizar en el futuro en relación con él, durante un período determinado de tiempo.

De acuerdo con el modelo del valor actual neto (VAN), si se trata de evaluar un solo proyecto de inversión, una empresa puede razonablemente emprender todo aquel cuyo

valor actual neto sea positivo, o al menos igual a cero. Si se trata de elegir entre varios proyectos excluyentes entre sí, debería emprender aquellos cuyo valor actual neto sea superior al de los demás. (Alzamora Muñoz, E. 2012. P.23).

El cálculo del VAN muestra la riqueza obtenida del proyecto luego de recuperar la inversión. Las decisiones de invertir o no se toman generalmente bajo las siguientes reglas:

$VAN > 0$: Se generan ganancias por encima del rendimiento exigido; entonces el proyecto puede aceptarse.

$VAN < 0$: Se generan ganancias por debajo del rendimiento exigido; entonces el proyecto se recomienda rechazarse.

$VAN = 0$: El proyecto no genera valor, la decisión de inversión se debe realizar en base a criterios diferentes al financiero, esto podría ser por un plan estratégico de expansión del negocio donde lo que importa es el posicionamiento en el mercado.

2.6.4.2 TIR

La TIR de un proyecto de inversión es la tasa de descuento que hace que el valor actual de los flujos de beneficio (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión (negativos). En una forma alterna se puede decir que la TIR es la tasa que descuenta

todos los flujos asociados con un proyecto a un valor de exactamente cero. (Méndez Ramírez, E.A., 2010, P.73).

Los métodos de evaluación que utilizan la actualización o descuento de los flujos futuros de efectivo proporcionan bases más objetivas para la selección y jerarquización de proyecto de inversión. Estos métodos toman en cuenta tanto el monto como el tiempo en que se produce cada uno de los flujos relacionados con el proyecto, ya sea que representen inversiones o resultados de operación. El método que se estudiará en esta sección es el de la tasa interna de rendimiento (TIR).

La TIR de un proyecto de inversión es la tasa de descuento (r) que hace que el valor actual de los flujos de beneficio (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión (negativos). En una forma alterna se puede decir que la TIR es la tasa que descuenta todos los flujos asociados con un proyecto a un valor de exactamente cero.

Las decisiones de inversión sobre la TIR se toman generalmente bajo las siguientes reglas:

$TIR >$ Tasa de descuento, entonces el proyecto puede aceptarse.

$TIR <$ Tasa de descuento, entonces el proyecto no debe aceptarse.

2.6 Determinación de costos de los sistemas solares fotovoltaicos

El costo de los sistemas solares FV se ha venido reduciendo significativamente en los últimos años, lo cual está permitiendo que este tipo de generación sea más competitiva frente a las fuentes de generación convencionales; a nivel global la reducción se ha experimentado una reducción en el costo de los paneles solares de aproximadamente del 75%, comparando los precios del año 2009 con respecto a 2014. (IRENA, 2015, P.75), la reducción se ha visto reflejada principalmente en el costo de los paneles solares que son el insumo principal del sistema, a continuación se muestra en la Tabla 4 donde se detallan los componentes que integran un sistema solar FV.

Panel Solar	Inversor	Instalación
<p>Semiconductor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las materias primas • Mantenimiento, mano de obra • Equipo, herramientas, construcción • Margen de Fabricante <p>Celda</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las materias primas (por ejemplo. Metalización, Sinx, dopantes, productos químicos) • Mantenimiento, mano de obra • Equipo, herramientas, construcción • Margen de Fabricante <p>Módulo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las materias primas (por ejemplo. Vidrio, EVA, marco de metal, j-box) • Mantenimiento, mano de obra • Equipo, herramientas, construcción • Gastos de envío • Margen de Fabricante 	<ul style="list-style-type: none"> • Magnetismos • Fabricación • Condensadores • Cabina • Sistema Electrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Cableado • Permisos • El diseño del sistema, gestión y comercialización • Mano de obra • Gastos indirectos de instalacion • Otros

Tabla 4: Desglose detallado de los costos que componen un sistema solar fotovoltaico.

Fuente: IRENA, 2015, P.78.

Los costos unitarios de generación de las tecnologías de energías renovables continuarán disminuyendo durante su auge hasta el 2035; las principales causas de este decrecimiento serán el aumento en la implantación de las tecnologías, que acelera el progreso tecnológico, y el desarrollo de economías de escala en la fabricación de los equipos asociados. En particular, se espera que los costos de la tecnología solar fotovoltaica en grandes centrales y sistemas integrados en edificios disminuyan considerablemente sus costos. (SENER, 2012, P. 19).

Según diversos estudios consultados en cuanto a la estimación de los costos de capital de los proyectos solares FV a nivel global se encontró que estos pueden oscilar entre \$1,200 y \$1,950 por cada Kw generado tal como se muestra en la Tabla 5.

Fuente	Costo de capital (USD/Kw)	Costo de capital Aprox. 10 MW		Costo de capital Aprox. 100 MW	
		Min.	Max.	Min.	Max.
REN21-2014	1,200 - 1,950	\$12 MM	\$19.5 MM	\$120 MM	\$195 MM
JICA - 2012	1,700	\$17 MM	\$17 MM	\$170 MM	\$170 MM
IRENA - 2014	1,300	\$13 MM	\$13 MM	\$130 MM	\$130 MM
IEA - 2014	1,800	\$18 MM	\$18 MM	\$180 MM	\$180 MM

Tabla 5: Costos de capital estimados por instituciones internacionales para proyectos de generación FV.

2.7 Normativa legal relacionada

Es conveniente identificar el marco regulatorio relacionado con los proyectos de generación fotovoltaica, ya que al desarrollar la viabilidad financiera estas regulaciones pueden proporcionar una visión más amplia acerca de la ejecución de este tipo de planes, permitiendo elaborar un diseño de evaluación que contemple las políticas y lineamientos propios de cada país, que a su vez esto permite ajustar el modelo de análisis a la realidad de cada nación.

En tal sentido el marco regulatorio podría favorecer o no el proyecto lo cual también es determinado a través del VAN y TIR, herramientas que deben combinarse con toda la regulación pertinente para poder establecer la viabilidad financiera.

Para el caso de El Salvador al iniciar un proyecto de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables como parte integral del análisis se debe considerar también:

Ley General de Electricidad (LGE) y su Reglamento

Se considera que este documento regulatorio debe ser uno de los primeros a tomar en cuenta en los proyectos de generación eléctrica fotovoltaica, ya que esta Ley regula las actividades privadas o públicas relacionadas a la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica Manual Fotovoltaico CNE, Pág. 8. Ley General de Electricidad, Capítulo I, Disposiciones Generales, Art. 1

Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista Basado en Costos de Producción

Este reglamento es importante ya que regula la capacidad de inyección que deben tener los participantes en el Mercado Mayorista, la cual debe ser mayor o igual a 5 MW por nodo. Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista Basado en Costos de Producción. P. 39

Contratos de Largo Plazo para Generación Distribuida Renovable (GDR)

Acerca de los Contratos de Largo Plazo hay algunas reformas que se realizaron al Reglamento de la LGE contempladas en el Decreto Ejecutivo No. 80 con fecha 17 de abril del 2012, el cual fue publicado en el Diario Oficial No. 76, Tomo 395 de fecha 26 de abril de 2012, éstas reformas consideran lo siguiente:

Para licitaciones cuyo destino sea exclusivamente a fuentes renovables de energía eléctrica, los procedimientos de contratación deberán contemplar expresamente un mecanismo simplificado destinado a generación con base en energía renovable conectada en red del distribuidor, de hasta un máximo de 20 MW de capacidad instalada, la cual no debe de estar en condiciones de aportar capacidad firme ni de participar directamente del Mercado Mayorista Electricidad. (CNE, 2013, P. 8)

Interconexión con Distribuidoras

El artículo 27 de la LGE establece que los distribuidores y transmisores deben permitir la interconexión de sus instalaciones y la utilización de las mismas para el transporte de energía eléctrica, a excepción cuando esta actividad represente un peligro para la operación y seguridad del sistema de instalaciones o de personas. (CNE, 2013, P. 9).

Reglamentación respecto al Medio Ambiente

Se debe tomar en cuenta la Ley del Medio Ambiente, su Reglamento y la normativa que el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales elabora, a fin de dar cumplimiento con ésta normativa. (CNE, 2013, P. 9).

2.8 Apoyos Gubernamentales

2.8.2 A Nivel Regional

Guatemala

Decreto No. 52-2003, Publicado el 10 de noviembre de 2003, el gobierno de Guatemala decretó la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable. En el artículo 5 de ésta Ley se consideran algunos incentivos entre los cuales se pueden mencionar:

a. Exención de derechos arancelarios para las importaciones, incluyendo el Impuesto al Valor Agregado IVA, cargas y derechos consulares sobre la importación de

maquinaria y equipo. Este incentivo tendrá vigencia exclusiva durante el período de preinversión y el período de construcción, el cual no excederá de diez (10) años.

b. Exención del pago del Impuesto Sobre la Renta. Este incentivo tendrá vigencia exclusiva a partir de la FIE, por un período de diez (10) años.

c. Exención de Impuesto a las Empresas Mercantiles y Agropecuarias, el cual tendrá vigencia a partir de la fecha de inicio de operación comercial (FIE) por un período de 10 años.

Honduras

El gobierno Hondureño también apoya los proyectos en energía renovable, en Agosto del año 2013 decretó reformas a la Ley de Promoción a la Generación de Energía con Recursos Renovables, y se pueden mencionar los siguientes incentivos fiscales:

a. Exoneración del pago de impuestos sobre ventas para todos aquéllos equipos, materiales, repuestos, partes, aditamentos, servicios y cualesquier bienes y servicios relacionados directamente con la infraestructura necesaria para la generación de energía eléctrica con recursos renovables. (La Gaceta, Diario Oficial República de Honduras, Art. 2, P.3, numeral 1).

b. Exoneración del pago de todos los impuestos, tasas, contribuciones, aranceles y derechos de importación, para todos aquéllos equipos, materiales, repuestos, partes y cualesquier bienes en general adquiridos localmente o en el exterior relacionados

directamente con la infraestructura necesaria para la generación de energía eléctrica con recursos renovables. (La Gaceta, Diario Oficial República de Honduras, Art. 2, P.3, numeral 2).

c. Exoneración del pago de Impuesto Sobre la Renta, Aportación Solidaria Temporal, Impuesto al Activo Neto, Impuesto de Ganancia de Capital, y todos aquéllos impuestos conexos a la renta por diez años contados a partir de la fecha de Inicio de operación comercial del proyecto de generación de energía con recursos renovables. (La Gaceta, Diario Oficial República de Honduras, Art. 2, P.3, numeral 3).

d. Exoneración del Impuesto Sobre la Renta y sus retenciones sobre los pagos de servicios u honorarios contratados con personas naturales o jurídicas extranjeras, necesarios para los estudios, desarrollo, diseño, ingeniería y monitoreo del proyecto de energía renovable. (La Gaceta, Diario Oficial República de Honduras, Art. 2, P.3, numeral 5).

Nicaragua

También el gobierno de Nicaragua ha elaborado Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables, y sus principales incentivos son:

a. Exoneración del pago de los Derechos Arancelarios de Importación (DAI), de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para las labores de pre inversión y las labores de la construcción de las obras incluyendo la construcción de la línea de sub-transmisión necesaria para transportar la energía desde la central de

generación hasta el Sistema Interconectado Nacional (SIN). (Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables, Art. 4, numeral 1).

b. Exoneración del pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA) sobre la maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para las labores de pre inversión y la construcción de las obras, línea de sub-transmisión necesaria para transportar la energía desde la central de generación hasta el Sistema Interconectado Nacional (SIN). (Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables, Art. 7, numeral 2).

c. Exoneración del pago del Impuesto sobre la Renta (IR) y del pago mínimo por un período máximo de 7 años partir de la entrada de operación comercial o mercantil del Proyecto. (Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables, Art.7, numeral 3).

d. Exoneración de todos los Impuestos Municipales vigentes sobre bienes inmuebles, ventas, matrículas durante la construcción del Proyecto, por un período de 10 años a partir de la entrada en operación comercial y se aplicará de la forma siguiente: exoneración del 75% en los tres primeros años; del 50% en los siguientes cinco años y el 25% en los dos últimos años. (Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables, Art. 7, numeral 4).

e. Exoneración de todos los impuestos que pudieran existir por explotación de riquezas naturales por un período máximo de 5 años después del inicio de operación.

(Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables, Art. 7, numeral 5).

f. Exoneración del Impuesto de Timbres Fiscales (ITF) que pueda causar la construcción u operación del proyecto o ampliación por un período de 10 años. (Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables, Art. 7, numeral 6).

Costa Rica

Costa Rica no tiene una ley definida para promover el desarrollo de proyectos de energía renovable, carece de una regulación integral para el desarrollo eléctrico basado en fuentes naturales, que garantice el servicio y promueva un desarrollo económico sustentable. (Publicación EF El Financiero, Costa Rica, 30 de junio de 2015).

Panamá

Este país establece un régimen de incentivos para el fomento construcción, operación y mantenimiento de instalaciones solares y se promueven los siguientes incentivos:

a. Exoneración del impuesto de importación, aranceles, tasas, contribuciones y gravámenes, así como del impuesto de transferencia de bienes corporales muebles y la prestación de servicios, que pudieran causarse por razón de la importación y/o compras en el mercado nacional de equipos, maquinas, materiales, repuestos y demás que sean necesarios para la construcción, operación y mantenimiento de las centrales y/o

instalaciones solares. (Ley 37 Régimen de Incentivos para el Fomento de la Construcción, Operación, y Mantenimiento de Centrales y/o instalaciones solares, Art. 20, numeral 1).

b. Un crédito fiscal aplicable al impuesto sobre la renta liquidado en la actividad en un período fiscal determinado, por un máximo del 5% del valor total de la inversión directa en concepto de obras para las centrales y/o instalaciones solares construidas o que inicien su construcción después de la entrada en vigencia de la presente Ley. (Ley 37 Régimen de Incentivos para el Fomento de la Construcción, Operación, y Mantenimiento de Centrales y/o instalaciones solares, Art. 20, numeral 2).

c. La utilización del método de depreciación acelerada del equipo destinado al uso de energía solar y/o generación de electricidad, de tal forma que afecte menos la utilidad neta del inversionista. (Ley 37 Régimen de Incentivos para el Fomento de la Construcción, Operación, y Mantenimiento de Centrales y/o instalaciones solares, Art. 20, numeral 3).

2.8.3 A nivel Local

La Ley de incentivos fiscales para el fomento de las energías renovables en la generación de electricidad según el Decreto Legislativo No. 462 del 8 de noviembre de 2007, publicada en el Diario Oficial No. 238, tomo No. 377, del 20 de diciembre de 2007, su Reglamento y la Normativa correspondiente que SIGET desarrolla regulan, según la escala del proyecto, todos los beneficios fiscales que se otorgarán únicamente a

las actividades correspondientes a los proyectos de instalación de centrales para la generación de energía eléctrica.

Entre los beneficios e incentivos fiscales que promueve la Ley de Incentivos fiscales a los inversionistas del sector energético a partir fuentes renovables se pueden mencionar:

a. Proyectos de Inversión con una generación de 20 MW gozarán durante los diez primeros años de exención del pago de los Derechos Arancelarios por importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de preinversión y de inversión en la construcción de las obras de las centrales para la generación de energía eléctrica. (Art. 3, literal a Ley de Incentivos Fiscales).

b. Exención del pago del Impuesto sobre la Renta por un período de cinco (5) años en el caso de los proyectos entre 10 y 20 megavatios (MW) y de diez (10) años en el caso de los proyectos de menos de 10 megavatios MW. (Art. 3, literal b Ley de Incentivos Fiscales).

c. Exención total del pago de todo tipo de impuestos sobre los ingresos provenientes directamente de la venta de las “Reducciones Certificadas de Emisiones” (RCE) en el marco del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) o mercados de carbono similares, obtenidos por los proyectos calificados y beneficiarios conforme a la Ley. (Art. 3, literal c Ley de Incentivos Fiscales).

d. La exención del pago de los Derechos Arancelarios a que se refiere el inciso anterior se aplicará a proyectos de hasta 20 megavatios (MW) y deberá ser solicitada al Ministerio de Hacienda.

2.9 Desarrollo de Recurso Humano

Debido a que la instalación de sistemas fotovoltaicos es un área relativamente nueva en El Salvador, surge la necesidad de contar con personal capacitado en el campo que permita potenciar la inversión en proyectos de esta naturaleza; es por ello que han surgido alianzas estratégicas para la capacitación de capital humano.

La Escuela Especializada de Ingeniería ITCA-FEPADE y El Consejo Nacional de Energía han ofrecido cursos sobre “Instalación de un sistema solar fotovoltaico interconectado a la red eléctrica”, en dicho curso se incluyen planes de diseño de proyectos, planos, especificaciones técnicas, instalación y normas eléctricas vigentes. Dicho curso tiene una duración de dos meses y a la fecha ha graduado a 56 especialistas. El curso está dirigido principalmente a propietarios de empresas de suministros eléctricos, electricistas y directores de proyectos de generación de energía renovable.

El socio público privado entre la Cooperación Alemana y El Grupo Hasgar ha permitido la capacitación de recurso local en sistemas fotovoltaicos a fin de lograr

expandir el uso de dicho sistema tanto en El Salvador como en la región. Con este fin el canal utilizado para la facilitación de conocimientos ha sido la Universidad Don Bosco que a la fecha ha capacitado alrededor de 27 personas del sector público y privado; los principales conceptos impartidos involucran la instalación, mantenimiento, factibilidad técnica, económica y ambiental de los sistemas fotovoltaicos. Además se pretende desarrollar un diplomado teórico práctico donde se pueda sacar mayor provecho al laboratorio fotovoltaico instalado en el campus de dicha universidad. (GIZ 2013).

Capítulo 3: Metodología

A continuación se describe la metodología utilizada en el presente trabajo de investigación sobre la Viabilidad Financiera de Proyectos de Inversión en Energía Solar Fotovoltaica en El Salvador, Delimitados a Proyectos de Conexión a la Red Comercial.

3.1 Tipo de Investigación

El método de investigación científico empleado en este estudio es el experimental, considerado como uno de los métodos empíricos más complejo y eficaz, incluso se ha dicho que por la fuerza que ha cobrado se ha pensado que es otro método científico independiente con su propia lógica, denominada lógica experimental. (es.wikipedia.org Mar 12, 2015)

Las estudios provenientes de la aplicación de éste método formulan un diseño de investigación de acuerdo a una serie de factores, entre éstos algunos más importantes son: viabilidad, tiempo, costo, problemas de medición, etc. (Explorable.com, Oct 9, 2008).

Al desarrollar el método experimental, el investigador trata de establecer una relación causal entre las variable independiente y dependiente, tratando de demostrar que si se produce un evento, tendrá lugar un determinado resultado. (Explorable.com, (Oct 9, 2008).

Por lo anterior se eligió el método experimental ya que al relacionar su aplicación al tema de estudio se determinó que existe una relación causal entre la variables independientes y dependientes como lo son: Viabilidad, Tiempo, Costo, Espacio

Territorial, etc., el resultado está influenciado por la relación entre sí, de tal manera que no se puede tomar una postura sobre viabilidad de un proyecto FV, sino se ha evaluado el impacto que ocasionan los demás factores relacionados.

3.2 Técnica e Instrumento de Investigación

Técnica

Además de establecer el método experimental se definió como técnica de recolección de información la entrevista, dichas entrevistas han sido dirigidas a personal clave de instituciones de cooperación internacional así como personal de compañías relacionadas a la generación de energías a partir de fuentes renovables.

La entrevista es un método de recolección de información cualitativa donde se lleva a cabo un intercambio verbal que permite reunir datos durante un encuentro de carácter privado y cordial donde una persona se dirige a otra y responde interrogantes en base a su experiencia, da una opinión sobre los hechos en cuestión.

La entrevista como técnica estratégica de investigación tiene sus elementos a favor y otros en contra. Las ventajas que favorecen la entrevista son variadas: relación interpersonal, valor de empatía, observar el comportamiento verbal y no verbal, la cantidad de información oral recibida, pensamientos, emociones, perfil biográfico, su perspectiva del objeto de estudio en el presente y en el futuro. En cambio, las limitaciones de la entrevista son: limitaciones para organizar la información, la

preparación de la sesión, los gastos, los desplazamientos y las interferencias de sesgos. (Martinez. J. 2008).

En síntesis, la entrevista es una estrategia útil y necesaria en investigaciones sociales, educativas, culturales, periodísticas y científicas manteniendo una conversación con criterios y un guion de preguntas que respondan a las cuestiones fundamentales de la investigación. Las preguntas estructuradas o enfocadas son necesarias para la obtención de las informaciones subjetivas requeridas. Se entiende que las preguntas tienen colores y sabores que responden a un diseño, por lo tanto se debe saber preguntar y también responder, según la pertinencia de la investigación que se realiza. (Martinez. J. 2008).

Instrumento

El instrumento utilizado para el desarrollo del estudio es el cuestionario, el cual fue diseñado para medir la viabilidad financiera de proyectos FV, conteniendo un total de dieciséis preguntas abiertas, que permitirán obtener el conocimiento necesario para comprobar las preguntas correspondientes a la hipótesis establecida.

La preparación del instrumento para la presente investigación requiere ciertos pasos necesarios para el desarrollo exitoso de estas, los pasos que se llevaron a cabo son los siguientes:

1. Planificación de las preguntas a desarrollar las cuales se han enfocado en las preguntas de investigación.
2. Desarrollo de las entrevistas con las personas seleccionadas para este fin.

3. Análisis e interpretación de resultados.
4. Conclusiones y recomendaciones.

3.3 Población

Debido a la naturaleza del tema abordado en este documento, la población objetivo es relativamente reducida dado que son personas con un alto conocimiento del tema de la generación eléctrica específicamente la de origen solar o fotovoltaica y que se desenvuelven en el sector energético del país; este es un campo que tiene pocos años de haber cobrado relevancia en El Salvador por lo que los especialistas del ramo son reducidos y además lo que se pretende es conocer sus opiniones y puntos de vista respaldados en base a su amplio conocimiento en la materia.

Se contactó al Coordinador para las actividades del programa 4E en El Salvador y Guatemala de la Cooperación Alemana, Director de empresa consultora El Salvador Sostenible, y un Director y un Representante de Asuntos Regulatorios de una empresa Distribuidora de energía. Los entrevistados han estado involucrados o incluso han desarrollado proyectos de generación FV, por lo que la opinión, puntos de vista y conclusiones que proporcionen acerca del tema de estudio serán de vital importancia para el desarrollo del presente trabajo.

Capítulo 4: Presentación de resultados

4.1 Análisis de las Respuestas Obtenidas en el Instrumento

La investigación del presente documento consiste en determinar la Viabilidad Financiera de proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica en El Salvador, Delimitados a proyectos de conexión a la red comercial, la investigación se basó en la información obtenida de entrevistas realizadas a cuatro personas con un alto conocimiento del tema de la generación eléctrica solar fotovoltaica y que se desenvuelven en el sector energético del país.

Además se elaboró una guía de entrevistas con una serie de interrogantes las cuales van orientadas a dar respuestas a las preguntas de investigación planteadas al inicio del documento, dichas preguntas se presentan a continuación:

1. ¿Es viable financieramente invertir en El Salvador en sistemas fotovoltaicos con conexión a la red comercial?
2. ¿Se conocen las ventajas y desventajas de invertir en generación eléctrica FV en el país?

A continuación se presenta el análisis de la información obtenida a través del instrumento utilizado en ésta investigación:

1. ¿Considera que El Salvador se encuentra en buen camino para el desarrollo de proyectos de energía renovable FV?

Todos los entrevistados coinciden en que El Salvador está realizando esfuerzos encaminados a la atracción de inversión en proyectos FV; a la fecha el gobierno y la cooperación internacional han trabajado de la mano para establecer una Política Energética Nacional así como el marco regulatorio de esta, el establecimiento de incentivos fiscales, transferencia e información tecnológica y el acompañamiento en licitaciones de energías renovables.

2. Específicamente en tema de energía solar, ¿Existe suficiente apoyo por parte del gobierno para atraer proyectos de inversión de esta naturaleza?

Definitivamente existe apoyo por parte del gobierno para motivar la inversión en proyectos de generación solar FV, sin embargo éste se considera que no es suficiente al compararlo con el apoyo que los gobiernos de otros países ejercen sobre los inversionistas; este pensamiento se apoya en la idea de que actualmente no existe la figura de que el inversionista reciba una retribución económica que impacte positivamente el flujo de sus operaciones, esto podría realizarse a través de subsidios al sector.

Aunque el apoyo del Estado no es suficiente, el CNE ha contribuido en la coordinación junto con las dos principales distribuidoras de energía, en la licitación y adjudicación de cuatro proyectos de generación FV con una capacidad de 96 MW.

Además cabe mencionar que desde el año 2009 se han dado notables avances para incursionar en la generación eléctrica a partir de la fuente solar y para validar ésta teoría

se puede mencionar un resumen de los hechos más notables en los últimos años en El Salvador:

2009

- Puesta en marcha del proyecto de investigación en la azotea del edificio de las oficinas centrales de CEL.

2010

- Se suscribió un memorándum de entendimiento con *KFW Banking Group* por treinta mil euros como parte de la cooperación para el desarrollo de un estudio de factibilidad para un proyecto FV de unos 5 MW en las centrales Guajoyo y 15 de septiembre.
- Adjudicación a la compañía *ILF Consulting Engineers* para la elaboración de un estudio de factibilidad financiera de una planta FV de 5 MW, esto con financiamiento de la Cooperación Alemana.

2011

- El informe final de la compañía consultora *ILF Consulting Engineers* determinó la factibilidad técnica, financiera y económica para el desarrollo de proyectos FV en las centrales eléctricas 15 de septiembre y Guajoyo con una capacidad de hasta 14.2 MWp y 3.6 MWp respectivamente

2012

- La Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) creó el Departamento de Recursos Energéticos Naturales Renovables con el fin

principal de desarrollar la normativa adecuada que permita impulsar la generación de energía renovable en El Salvador.

- Se ejecutó la instalación de generadores fotovoltaicos en las Centrales Hidroeléctricas Cerrón Grande y 5 de Noviembre.
- Presentan concurso para la elaboración para Centrales Hidroeléctricas 5 de Noviembre y Cerrón Grande en cooperación de la Agencia de los Estados Unidos para el Comercio y Desarrollo (USTDA).

2013

- Se lanzó una licitación para recursos solares fotovoltaicos y eólicos, que permitirá la contratación de 100 MW en mercado mayorista para un plazo de 20 años. Más de 20 empresas internacionales mostraron su interés en participar.

2014

- El 7 de julio se adjudicó la licitación de bloque solar fotovoltaico para el suministro de 100 MW de potencia a efectuarse a un plazo de 20 años a partir del 1 de octubre de 2016, este proceso se llevó a cabo de forma exitosa lográndose precios de energía muy competitivos de hasta 101.90 \$/MWh.

3. ¿Considera que la “Ley de incentivos fiscales para el fomento de las energías renovables en la generación de electricidad” propicia el interés de los inversionistas para el desarrollo de proyectos de energía solar FV en ES?

Entre los principales incentivos fiscales contenidos en la ley se encuentran los siguientes:

- a. Exoneración de pagos arancelarios para importación de maquinaria, equipos e insumos por 10 años
- b. Exención del pago de Impuestos sobre la Renta por un periodo de 5 a 10 años.

Los incentivos fiscales actuales no son suficientes para provocar que surjan nuevos inversionistas para proyectos a gran escala (mayores a 5 MW) los cuales impactan significativamente en la matriz energética nacional y que reduzcan la dependencia de generación eléctrica con fuentes convencionales.

Si bien la exoneración de pagos arancelarios impacta positivamente en el flujo de efectivo del proyecto y es un beneficio real, no se puede establecer lo mismo en el caso de la exención del pago de ISLR que es de 5 a 10 años, ya que si consideramos que los primeros años de la inversión no genera utilidades, por ende no habría pago de ISLR, entonces este incentivo no es un beneficio real. En base al análisis realizado por el Proyecto de Plan Maestro para el Desarrollo de Energía Renovable 2012 elaborado por JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) el periodo de recuperación de la inversión para un proyecto FV es de diez años, justo el tiempo del beneficio de la exención de impuestos ofrecido por el gobierno Salvadoreño.

4. ¿Qué limitantes se pueden encontrar en el país para la generación de este tipo de energía renovable?

- a. Espacio físico.
- b. Capacidad de absorción de la demanda.
- c. Capacidad de reserva del sistema eléctrico.
- d. Formación y talento certificado local que permita reducir costos de instalación.
- e. Capacidad técnica para el diseño de interconexión del sistema a la red.
- f. Estudios sobre cantidad de inyección a la red y determinación de capacidad rodante.
- g. La falta de reglamentación relacionada con las generaciones que dan fuera del marco de las licitaciones promovidas por las distribuidoras del país.

5. ¿Para un generador de energía solar FV cuáles son los factores claves para determinar si le vende la energía a un distribuidor o un consumidor final?, ¿son posibles estas opciones?

Estas opciones son posibles, el generador puede firmar un contrato con el distribuidor o realizar un contrato particular donde venda el total de su generación o solo los excedentes de energía luego de su autoconsumo.

Los principales factores que debe tomar en cuenta el generador para la decisión sobre a quién vender su energía son las siguientes:

- a. La cantidad de energía generada
- b. El costo de generación versus el precio de venta negociado con el distribuidor a través de un contrato de compra de energía PPA.
- c. La tarifa eléctrica al consumidor final.

6. ¿Qué ventajas técnicas puede tener un sistema FV conectado a la red comercial frente a uno aislado?

- a. Un sistema solar FV conectado a la red comercial puede disponer de la energía suministrada por el distribuidor en periodos de potencia limitada por ejemplo durante la noche y en días nublados, incluso podría decirse que los sistemas con conexión a la red se encuentran mayormente en el área metropolitana de San Salvador (JICA, 2011, P.43), lo anterior guarda sentido ya que para un generador eléctrico es más factible situarse en un punto estratégico cercano a la red comercial, con la intención de conectarse y comercializar la energía generada.
- b. Los sistemas conectados a la red no requieren la instalación de un banco de baterías ya que suministran directamente a la red eléctrica la energía generada.
- c. Como se explica en el numeral anterior los sistemas conectados a la red no requieren un banco de baterías lo cual permite que sus costos sean más competitivos frente a los sistemas aislados, éstos últimos pueden ser sistemas domésticos que se encuentran en zonas montañosas (JICA, 2011, P. 43) y que son una opción más viable para un consumidor que para un generador de energía.

7. ¿Se tiene personal calificado para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica FV?, ¿Es o no una limitante para el desarrollo de dichos proyectos?

El desarrollo de este tipo de proyectos es relativamente nuevo en el país, por lo que aún se está trabajando en la preparación de recurso humano calificado que se desenvuelva en este campo. El gobierno, la cooperación internacional y algunas instituciones educativas

(ITCA y UDB) están trabajando en la preparación de personal técnico que fortalezca el conocimiento en éste campo, el desarrollo de personal calificado para esta área es una de las oportunidades que se presentan con el avance de estos proyectos.

8. ¿Considera que la generación de energía solar podría impactar positivamente en los costos de la energía a un mediano y largo plazo en El Salvador?

En definitiva la generación solar FV no tiene un impacto significativo en la reducción de los costos de la energía eléctrica a nivel nacional ya que se necesita invertir en otros recursos que ayuden a que el sistema fotovoltaico sea estable, considerando además las proyecciones dadas por el CNE donde la participación de la energía solar en la matriz energética nacional en el año 2018 sería de apenas un 2%, con ésta proporción aún no es posible incidir en una reducción en los costos de la tarifa eléctrica.

El impacto directo en la reducción de un porcentaje de la factura eléctrica lo gozarían principalmente aquellos proyectos de generación para autoconsumo residencial e industrial.

9. ¿Considera que la adjudicación de contratos a largo plazo por venta de energía de fuente renovable podrían favorecer la reducción en las tarifas eléctricas a un mediano o largo plazo?

Desde el punto de vista del generador, los contratos de largo plazo en energía FV no pueden contribuir significativamente en la reducción de las tarifas eléctricas, esto debido a que entre mayor sea el número de sistemas solares conectados a la red mayor será la

variabilidad de la energía que genere cada sistema FV, estas variaciones se deben a las condiciones climáticas a las que estos sistemas son propensos por su naturaleza.

Los entrevistados coinciden en que no habría una reducción perceptible de las tarifas eléctricas, pero más allá de ese aspecto se debe valorar que la ganancia principal con el desarrollo de estos proyectos es la reducción de la dependencia de generación eléctrica de fuentes convencionales y esto se logra a través de la incorporación de fuentes de generación renovables a la matriz energética, la diversificación de esta permitiría garantizar el abastecimiento constante de energía a nivel nacional y la estabilización de precios.

10. Según su conocimiento del área ¿considera que los costos de la generación eléctrica solar FV son competitivos frente a las fuentes convencionales?

Al analizar las respuestas de la entrevista, la opinión de la mayoría sostiene que si son competitivos los costos involucrados con la tecnología de generación solar, pero aun así estos no reducen tarifa en los costos de energía eléctrica, esto debido a que los sistemas de generación fotovoltaica son totalmente variables y es necesario poseer otros sistemas alternativos o de autorregulación que ayuden a seguir supliendo la demanda al cliente pese a que las condiciones climáticas influyen sobre los sistemas de generación FV disminuyendo dicha generación.

Unos de los entrevistados en esta investigación expuso en esta interrogante que los costos de los sistemas FV no son competitivos frente a las fuentes convencionales

debido a que su costo es mucho mayor lo cual implica que el periodo de recuperación de la inversión es alto, lo anterior podría verse favorecido a medida se vaya desarrollando la regulación adecuada que incluya beneficios e incentivos al sector para la atracción de la inversión.

11. Con respecto al financiamiento de estos proyectos, ¿las instituciones financieras están otorgando facilidades en este sentido?

En general la banca local no cuenta con una línea de crédito exclusiva para proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes renovables; sin embargo, Bandedal posee una línea específica de apoyo a actividades estratégicas para promover la inversión en proyectos de generación de energía de fuentes renovables. Este banco ofrece plazos hasta de 20 años crédito con 5 años de período de gracia. Aunque este tema siempre es un inconveniente para los inversionistas, normalmente obtienen financiamiento que proviene de bancos extranjeros que ya tienen experiencia en el manejo de éste tipo de créditos.

12. ¿Cuáles serían los beneficios a la sociedad en general con el desarrollo de proyectos de esta naturaleza?

Según las opiniones obtenidas, el impacto social es variado, depende donde se ubique el proyecto, entre algunos de los beneficios a la sociedad se pueden citar los siguientes:

- a. Aporte de los sistemas aislados a la red comercial, en lugares donde no es posible conectarse a estos.

- b. Generación de empleo local
- c. Contribución al desarrollo de infraestructura del lugar donde se ubique el proyecto
- d. Aporte tecnológico
- e. Aumento de *know how* sobre instalaciones, mantenimiento en proyectos FV
- f. Disminución a la dependencia de la generación eléctrica por medio de sistemas convencionales
- g. En las zonas aledañas a las nuevas plantas se generarán empleos directos e indirectos derivado de la construcción, operación y mantenimiento de la planta.

13. ¿Considera que el País posee las condiciones territoriales adecuadas para realizar inversiones en energía renovable FV?

En general la opinión de los entrevistados dice que El Salvador posee mucho terreno montañoso, los sistemas solares fotovoltaicos deben ubicarse en lugares planos, pero gran parte de estos espacios está sirviendo para cultivos, en tal sentido las condiciones territoriales son limitadas para un país que posee 21,040 km² y una población de casi 6 millones de habitantes (DIGESTYC, 2007, P.25).

Con respecto a la incidencia solar en El Salvador se cuenta con gran potencial energético que propicie este tipo de generación, en este sentido SWERA elaboró el mapa de irradiación solar en el año 2005 bajo el proyecto regional “Evaluación del Potencial de Energía Eólica y Solar”, coordinado por el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y con el apoyo financiero del Fondo para el Medio

Ambiente Mundial (GEF), dicho mapa refleja las áreas geográficas con mayor potencial en cuanto a recurso solar. (CNE, 2015). Ver Figura 4.

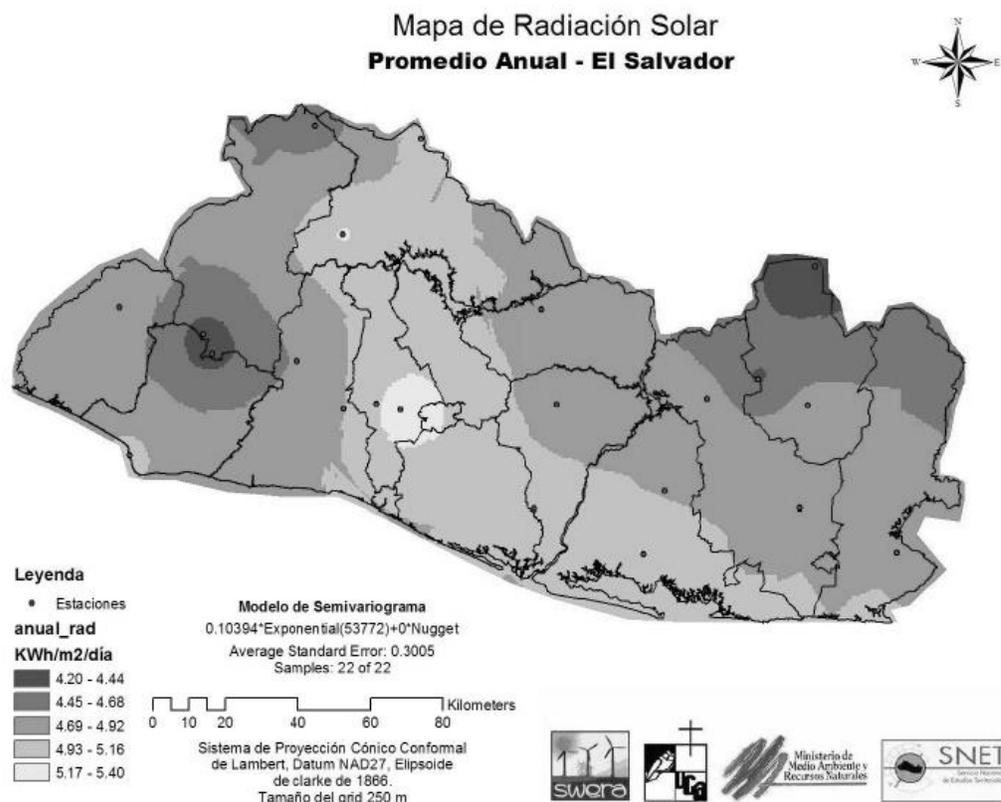


Figura 4: Mapa de radiación promedio anual en KWh/m²/día para El Salvador.

Fuente: Proyecto SWERA-El Salvador, 2005. P.4-11.

14. ¿Tiene conocimiento sobre cuánto es el monto de inversión inicial para un proyecto de energía renovable con capacidad para generar 5 MW?

Según los resultados de la entrevista, los profesionales consultados coinciden que un proyecto con una capacidad de generación eléctrica de 5 MW puede requerir una inversión de al menos unos \$9MM, lo cual sería unos \$1,800/KW.

15. ¿Con relación al tiempo, en cuántos años se estima que puede ver el retorno de su inversión con las condiciones actuales?

De acuerdo a los resultados el tiempo de recuperación depende de los siguientes aspectos:

- a. Tamaño del proyecto FV
- b. Valor de venta de la energía producida (marginación de la producción)
- c. Eficiencia de la tecnología implementada
- d. Intensidad energética del lugar
- e. Experticia de la mano de obra
- f. Costos de operación y mantenimiento

Al combinar las variables anteriores la estimación de los retornos en el tiempo podría estar entre 7 a 11 años para proyectos con una vida útil de 25 años.

16. ¿Cómo se sabe los paneles solares son el insumo principal de estos proyectos, cuál es el promedio de vida útil para estos?, ¿Se deben considerar costos de reemplazo al momento de realizar la evaluación financiera?

Según la opinión de los fabricantes dicen que los paneles solares poseen una vida útil de 25 años, sin embargo el resultado de la entrevista refleja que las condiciones climáticas del país no propician esta durabilidad, por lo que este tiempo podría reducirse a 20 años.

Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Los proyectos de generación de energía solar FV son viables financieramente ya que se han determinado las siguientes condiciones en el país que los propician:

- a. Existe un nivel alto de incidencia solar.
 - b. El espacio territorial es limitado por lo que se espera que la demanda de estos proyectos sea limitada y que no haya una sustitución en la utilización de tierras de cultivo para la instalación de un proyecto FV.
 - c. El gobierno junto a la cooperación internacional está realizando esfuerzos que propicien la atracción de la inversión (elaboración de la Política Energética Nacional, capacitación técnica en el área en colaboración con universidades, otorgamiento de incentivos fiscales de bajo impacto en los flujos del proyecto. entre otros).
 - d. Otro factor clave que influye en la decisión de inversión del inversionista es el periodo de recuperación de la inversión, en este sentido los proyectos FV requieren de unos 10 años para recuperar la inversión, esto reduce el atractivo para captar inversión por lo que depende del tipo de inversionista y sus expectativas lo que le permitirá decidir en este sector en El Salvador.
- El desarrollo de proyectos de energía solar FV representan una oportunidad para el país ya que permitirá una mayor diversificación de la matriz energética en El

Salvador lo que implica una menor dependencia de la generación eléctrica de fuentes convencionales como los derivados del petróleo. Además la diversificación de la matriz energética contribuye a que no se tenga que recurrir a la racionalización del recurso a los consumidores finales así como ayuda a la estabilización de los precios en el mercado.

- El País aún se encuentra en etapa de desarrollo para apoyar la realización de proyectos FV, lo cual significa que hay mucho campo que debe desarrollarse para que se den las condiciones óptimas que encaminan los resultados de proyectos FV a una ejecución viable en todos los sentidos. Se necesitan normativas que eliminen barreras e incluyan incentivos que motiven la inversión en el sector de la industria energética a partir de fuentes renovables.
- A pesar de que la tecnología de los sistemas FV podría generar una reducción en los costos de las tarifas eléctricas, se comprobó que debido a su naturaleza variable ésta reducción solamente es una especulación del sector energético.
- A pesar de que el desarrollo de este tipo de proyectos en El Salvador es relativamente nuevo, se encontró que estos han venido experimentando una reducción significativa de sus costos a nivel mundial, esto contribuye a que haya mayor interés por parte de inversionistas potenciales a nivel local.

- Los incentivos fiscales de la normativa vigente no son suficientes para motivar a los inversionistas del sector energético a apoyar las fuentes renovables, si en los primeros 10 años de la inversión los proyectos arrojan pérdida no hay posibilidad de aprovechar los beneficios actuales que otorgan en el tiempo como la exoneración del pago del ISLR por un periodo de entre 5 a 10 años, lo que conlleva a que el flujo del proyecto no reciba este impacto positivo.

5.2 Recomendaciones

- Para fomentar el aumento de inversión en proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes renovables, se recomienda mejorar los incentivos fiscales por parte del Estado, para ello puede considerarse la elaboración de una propuesta del sector hacia el gobierno, en la cual se plasme considerar beneficios adicionales como por ejemplo obtener una devolución monetaria representada por un porcentaje de los KW/hora generados mensualmente.
- Para fortalecer el impulso a la eficiencia energética por medio de fuentes renovables, se recomienda aumentar la participación en la matriz energética a través de estas fuentes, identificando los inversionistas potenciales existentes en el País e implementando en conjunto un Plan de Acción para incentivar la adopción de tecnologías limpias, robustecer el desarrollo de redes eléctricas y conexión a líneas de transmisión.

- El gobierno debería buscar incorporar mayor apoyo financiero a través de acuerdos con instituciones financieras locales para que la disponibilidad de recursos financieros no siga siendo una limitante para la inversión en este sector.
- Fortalecer el apoyo con organismos internacionales para que haya capacitación constante sobre las nuevas tecnologías relacionadas con la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables como la solar.
- Simplificar los trámites en las dependencias gubernamentales relacionados al proceso de creación, autorización y certificación de proyectos FV en el país.
- Crear una campaña de concientización para promover la utilización de energía limpia, a través de medios de comunicación y programas educativos en centros escolares.

Referencias Bibliográficas

- SIGET, (2013). Otros hechos importantes. *Boletín de Estadísticas Eléctricas 2013*. El Salvador, C.A.
- Méndez Ramírez, E.A. (2010) *Análisis de la rentabilidad de los sistemas solares fotovoltaicos aislados utilizados en viviendas y escuelas rurales y análisis de la rentabilidad de los sistema solares fotovoltaicos con conexión a la red en El Salvador*. (Tesis inédita de Maestría). Universidad de El Salvador.
- Flamenco de Baños, M.E. (2011) *Utilización de los sistemas fotovoltaicos y su impacto en los estándares de rentabilidad de las empresas en El Salvador*. (Tesis inédita de Maestría). Universidad Dr. Jose Matías Delgado.
- CNE, (2015). Energía Solar. *Consejo Nacional de Energia*. Abr. 19 , 2015, De: http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=114&Itemid=197.
- JICA, (2011). *Proyecto del Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables*, El Salvador, C.A.
- La Gaceta (2015), Diario Oficial República de Honduras.

- Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable en Guatemala.
- BUN-CA, (2002). *¿Qué es la Energía Solar Fotovoltaica? (Manuales sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica)*. Costa Rica. C.A.
- Lopez-Magaña-Vázquez, (2009). *Análisis de la propuesta de política energética del Gobierno de El Salvador*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de El Salvador.
- Alzamora Muñoz, E. (2012). *Evaluación Técnica y Financiera de Alternativas Energéticas Renovables no Convencionales para incorporar a la Gestión Energética del Casino de Suboficiales Badilla, III Brigada de la Fuerza Aérea de Chile, Puerto Montt*. (Tesis inédita de Maestría). Universidad Austral de Chile.
- CNE, (2012), Resumen de Documento Plan Maestro para el Desarrollo de Energía Renovable en El Salvador, 2012, El Salvador, C.A.
- *The International Renewable Energy Agency (IRENA)*, (2015), *Renewable Power Generation Cost in 2014*.

- Consejo Nacional de Energía (CNE), (2014), Plan Indicativo de la Expansión de la generación Eléctrica de El Salvador 2014-2015.
- Martínez, J. (2008). La entrevista como instrumento de investigación. *http://www.elnuevodiario.com.do/*, Recuperado 09 de Junio, 2015, de *http://www.elnuevodiario.com.do/app/article.aspx?id=106667*.
- Dirección Nacional de Estadísticas y Censos DIGESTYC, (2007), *VI Censo de población V Vivienda*, El Salvador, C.A.
- Secretaría de Energía (SENER), (2012), *Perspectiva de Energías Renovables 2012-2026*, Ciudad de México.
- Quiteño. H. (2013). Material didáctico preparado para la asignatura de Evaluación de proyectos para estudiantes de la Maestría en Administración Financiera, Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de El Salvador.
- Guzmán Paredes, (2011). *Impacto Económico y Social de Energía Solar Fotovoltaica Residencial en el Norte de Chile*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Mayor de Chile.

- Decreto No. 52-2003, 10 de noviembre de 2003, Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable, Ministerio de Energías y Minas, República de Guatemala.
- Ley 37 Régimen de Incentivos para el Fomento de la Construcción, Operación, y Mantenimiento de Centrales y/o instalaciones solares. República de Panamá
- Cooperación Alemana. (2014). Firman contratos de largo plazo para generación con energía solar. 5 de julio de 2015, de GIZ Sitio web:
<http://www.energias4e.com/noticia.php?id=2696>
- Instituto de Investigaciones Eléctricas. (2013). Factores de incertidumbre en la formulación financiera de proyectos de energías renovables. Boletín IIE, 37, P. 112.
- Explorable.com (Oct. 9, 2008). *Investigación Experimental*. Jul 08, 2015
Obtenido de Explorable.com: <https://explorable.com/es/investigacion-experimental>.
- GIZ (2013). *Noticias, El Salvador Solar*. Junio 2015, de GIZ Sitio web:
<http://www.energias4e.com/noticias.php?Cat=15&Pais=1>.

- Wikipedia.org (2015). *Método empírico-analítico*. Jul 08, 2015. De wikipedia.org:
https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_emp%C3%ADrico-anal%C3%ADtico#Clasificaciones.

Apéndice

En la siguiente tabla se presenta la base sobre la que se elaboraron los supuestos para la construcción de los flujos de efectivo en la valuación financiera de los proyectos los cuales se muestran como escenario A al D:

Variable	Supuesto	Fuente
Precio de Energía USD/MWh	123.41	Según precio de energía adjudicado en los contratos a largo plazo para generación con energía solar en el Salvador con potencia de 00 MW.
Inflación	4.00%	CNE (2012). P. 80
<u>Capital USD/kW</u>		
REN21-2014	1,575	REN21 (2014). P. 64
JICA – 2012	1,700	CNE (2012). P. 83
IRENA – 2014	1,300	IRENA (2015). P.90
IEA – 2014	1,800	IEA (2014). P. 169
Costo de la deuda	8%	CNE (2012). P. 80
Gastos de Operación y Mantenimiento	1%	IIE (2013), P. 112.
Depreciación	15 años	CNE (2012). P. 80
Tasa de descuento	0.1	CNE (2012). P. 84
Deuda	40%	Depende de la decisión de cada inversionista
Capital propio	60%	Depende de la decisión de cada inversionista

Descripción de los elementos del flujo de efectivos

Elemento del Flujo de Efectivo	Descripción
Venta de energía	Es el producto resultante entre el precio de energía por la energía generada.
Otros Ingresos	Se estiman ingresos por la venta de créditos de energía renovable, propios del tipo de negocio; estos son documentos que se emiten en países en vías de desarrollo y los venden a países industrializados.
Gastos O&M	Se estima que ascienden para este negocio a 1% sobre la inversión de capital.
Otros Gastos	Se agrega un estimado del 0.02% de gastos sobre la inversión de capital relacionados a otros gastos menores del negocio.
Gastos financieros	Es el cálculo de los intereses de la deuda que para efectos de la preparación de los escenarios se utilizan el 8% como tasa de interés a un plazo 15 años.
Depreciaciones y amortizaciones	Se estima una depreciación en línea recta para todos los elementos de la planta a 15 años.
Impuesto sobre la renta	30% a partir del onceavo año de vida útil de la planta.
Inversión propia	Este porcentaje puede variar en cada inversión, depende del análisis propio de cada proyecto, para efectos del cálculo de los modelos de este apéndice se estima el 60% sobre la inversión total.
Financiamiento	Este porcentaje puede variar en cada inversión, depende del análisis propio de cada proyecto, para efectos del cálculo de los modelos de este apéndice se estima el 40% sobre la inversión total.
Pago de capital	Es el cálculo del pago de capital de la deuda, los supuestos de financiamientos son: 8% tasa de interés a un plazo de 15 años.
Flujo neto de caja	Es el cálculo de los flujos de efectivo de negocio donde se eliminan las partidas no monetarias como las depreciaciones y amortizaciones.
VAN	Es el descuento de los flujos de efectivo con una tasa estimada del 10%, representa el valor que genera la ejecución del proyecto.
TIR	Este la tasa de descuento que hace que el valor actual del flujo neto de cada (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión (negativos).
Payback	Es el tiempo en que se estima recuperar la inversión de capital del proyecto.

Escenario : A

Flujo de efectivo Proyectado : Proyecto solar fotovoltaico conectado a la red comercial

Capacidad de gernacion : 100 MW

Estimacion Costo de capital : 1,700\$/MWh (JICA – 2012)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5				
Ingresos:										
Precio de Energia USD/MWh	\$	123.41	\$	128.35	\$	133.48	\$	138.82	\$	144.37
Inflación		4.00%		4.00%		4.00%		4.00%		4.00%
Generacion Energia MWh		100,000		99,000		98,010		97,030		96,060
Perdida de eficiencia en generación				1%		1%		1%		1%
Venta de energía		12,341,000		12,706,294		13,082,400		13,469,639		13,868,340
Otros Ingresos		200,000		208,000		216,320		224,973		233,972
Ingresos totales		12,541,000		12,914,294		13,298,720		13,694,612		14,102,312
Gastos:										
Gastos O&M		1,700,000		1,768,000		1,838,720		1,912,269		1,988,760
Otros Gastos		30,000		31,200		32,448		33,746		35,096
Gastos Financieros		5,440,000		5,239,647		5,023,266		4,789,575		4,537,188
Depreciación y amortizaciones		11,333,333		11,333,333		11,333,333		11,333,333		11,333,333
Gastos totales		18,503,333		18,372,181		18,227,768		18,068,923		17,894,377
Utilidad Antes de ISLR		(5,962,333)		(5,457,887)		(4,929,048)		(4,374,311)		(3,792,065)
(-) Impuestos 30%										
Utilidad Después de ISLR		(5,962,333)		(5,457,887)		(4,929,048)		(4,374,311)		(3,792,065)
(+) Depreciación y amortizaciones		11,333,333		11,333,333		11,333,333		11,333,333		11,333,333
Inversión Propia	(102,000,000)									
Financiamiento	68,000,000									
(-) Pago de Capital		(2,504,409)		(2,704,762)		(2,921,143)		(3,154,834)		(3,407,221)
Flujo Neto de Caja	(34,000,000)	2,866,591		3,170,685		3,483,143		3,804,188		4,134,048

	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11						
Ingresos:												
Precio de Energia USD/MWh	\$	150.15	\$	156.15	\$	162.40	\$	168.90	\$	175.65	\$	182.68
Inflación		4.00%		4.00%		4.00%		4.00%		4.00%		4.00%
Generacion Energia MWh		95,099		94,148		93,207		92,274		91,352		90,438
Perdida de eficiencia en generación		1%		1%		1%		1%		1%		1%
Venta de energía		14,278,843		14,701,497		15,136,661		15,584,706		16,046,014		16,520,976
Otros Ingresos		243,331		253,064		263,186		273,714		284,662		296,049
Ingresos totales	14,522,174	14,954,561		15,399,848		15,858,420		16,330,676		16,817,025		
Gastos:												
Gastos O&M		2,068,310		2,151,042		2,237,084		2,326,567		2,419,630		2,516,415
Otros Gastos		36,500		37,960		39,478		41,057		42,699		44,407
Gastos Financieros		4,264,611		3,970,227		3,652,292		3,308,923		2,938,084		2,537,578
Depreciación y amortizaciones		11,333,333		11,333,333		11,333,333		11,333,333		11,333,333		11,333,333
Gastos totales	17,702,753	17,492,562		17,262,187		17,009,880		16,733,747		16,431,734		
Utilidad Antes de ISLR	(3,180,580)	(2,538,001)		(1,862,340)		(1,151,460)		(403,071)		385,291		
(-) Impuestos 30%										115,587		
Utilidad Después de ISLR	(3,180,580)	(2,538,001)		(1,862,340)		(1,151,460)		(403,071)		269,704		
(+) Depreciación y amortizaciones		11,333,333		11,333,333		11,333,333		11,333,333		11,333,333		
Inversión Propia												
Financiamiento												
(-) Pago de Capital		(3,679,799)		(3,974,182)		(4,292,117)		(4,635,486)		(5,006,325)		(5,406,831)
Flujo Neto de Caja	4,472,955	4,821,150		5,178,876		5,546,387		5,923,938		6,196,206		

	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Ingresos:						
Precio de Energía USD/MWh	\$ 189.98	\$ 197.58	\$ 205.49	\$ 213.71	\$ 222.25	\$ 231.14
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generacion Energía MWh	89,534	88,638	87,752	86,875	86,006	85,146
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	17,009,997	17,513,492	18,031,892	18,565,636	19,115,179	19,680,988
Otros Ingresos	307,891	320,206	333,015	346,335	360,189	374,596
Ingresos totales	17,317,887	17,833,699	18,364,907	18,911,971	19,475,367	20,055,584
Gastos:						
Gastos O&M	2,617,072	2,721,755	2,830,625	2,943,850	3,061,604	3,184,068
Otros Gastos	46,184	48,031	49,952	51,950	54,028	56,189
Gastos Financieros	2,105,031	1,637,881	1,133,359			
Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333		
Gastos totales	16,101,620	15,741,000	15,347,269	14,329,134	3,115,632	3,240,258
Utilidad Antes de ISLR	1,216,267	2,092,699	3,017,637	4,582,838	16,359,735	16,815,327
(-) Impuestos 30%	364,880	627,810	905,291	1,374,851	4,907,921	5,044,598
Utilidad Después de ISLR	851,387	1,464,889	2,112,346	3,207,986	11,451,815	11,770,729
(+) Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	-	-
Inversión Propia						
Financiamiento						
(-) Pago de Capital	(5,839,378)	(6,306,528)	(6,811,050)	(7,355,934)		
Flujo Neto de Caja	6,345,343	6,491,694	6,634,629	7,185,385	11,451,815	11,770,729

	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Ingresos:						
Precio de Energía USD/MWh	\$ 240.39	\$ 250.01	\$ 260.01	\$ 270.41	\$ 281.22	\$ 292.47
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generacion Energía MWh	84,294	83,451	82,617	81,791	80,973	80,163
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	20,263,545	20,863,346	21,480,901	22,116,736	22,771,391	23,445,424
Otros Ingresos	389,580	405,163	421,370	438,225	455,754	473,984
Ingresos totales	20,653,125	21,268,509	21,902,271	22,554,960	23,227,145	23,919,408
Gastos:						
Gastos O&M	3,311,431	3,443,888	3,581,644	3,724,909	3,873,906	4,028,862
Otros Gastos	58,437	60,774	63,205	65,734	68,363	71,098
Gastos Financieros						
Depreciación y amortizaciones						
Gastos totales	3,369,868	3,504,663	3,644,849	3,790,643	3,942,269	4,099,960
Utilidad Antes de ISLR	17,283,257	17,763,847	18,257,422	18,764,317	19,284,876	19,819,449
(-) Impuestos 30%	5,184,977	5,329,154	5,477,227	5,629,295	5,785,463	5,945,835
Utilidad Después de ISLR	12,098,280	12,434,693	12,780,195	13,135,022	13,499,413	13,873,614
(+) Depreciación y amortizaciones	-	-	-	-	-	-
Inversión Propia						
Financiamiento						
(-) Pago de Capital						
Flujo Neto de Caja	12,098,280	12,434,693	12,780,195	13,135,022	13,499,413	13,873,614

	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Ingresos:							
Precio de Energía USD/MWh	\$ 304.17	\$ 316.34	\$ 328.99	\$ 342.15	\$ 355.84	\$ 370.07	\$ 384.87
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generación Energía MWh	79,361	78,568	77,782	77,004	76,234	75,472	74,717
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	24,139,409	24,853,935	25,589,612	26,347,064	27,126,938	27,929,895	28,756,620
Otros Ingresos	492,943	512,661	533,167	554,494	576,674	599,741	623,730
Ingresos totales	24,632,352	25,366,596	26,122,779	26,901,558	27,703,611	28,529,636	29,380,350
Gastos:							
Gastos O&M	4,190,016	4,357,617	4,531,922	4,713,199	4,901,727	5,097,796	5,301,707
Otros Gastos	73,941	76,899	79,975	83,174	86,501	89,961	93,560
Gastos Financieros							
Depreciación y amortizaciones							
Gastos totales	4,263,958	4,434,516	4,611,897	4,796,373	4,988,228	5,187,757	5,395,267
Utilidad Antes de ISLR	20,368,394	20,932,080	21,510,882	22,105,186	22,715,384	23,341,879	23,985,083
(-) Impuestos 30%	6,110,518	6,279,624	6,453,265	6,631,556	6,814,615	7,002,564	7,195,525
Utilidad Después de ISLR	14,257,876	14,652,456	15,057,618	15,473,630	15,900,769	16,339,315	16,789,558
(+) Depreciación y amortizaciones	-	-	-	-	-	-	-
Inversión Propia							
Financiamiento							
(-) Pago de Capital							
Flujo Neto de Caja	14,257,876	14,652,456	15,057,618	15,473,630	15,900,769	16,339,315	16,789,558
VAN	24,851,735						
TIR	15.21%						
Payback	8.40	Años					

Resultados:

El proyecto genera un valor sobre la inversión de \$24, 851,735.00 con una tasa de interna de retorno de 15.21%; el tiempo de recuperación de la inversión con las variables mostradas en este escenario es de 8.4 años.

Escenario : B

Flujo de efectivo Proyectado : Proyecto solar fotovoltaico conectado a la red comercial

Capacidad de gernacion : 100 MW

Estimacion Costo de capital : 1,575 \$/MWh (REN21-2014)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos:						
Precio de Energia USD/MWh	\$ 123.41	\$ 128.35	\$ 133.48	\$ 138.82	\$ 144.37	
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generacion Energia MWh	100,000	99,000	98,010	97,030	96,060	
Perdida de eficiencia en generación		1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	12,341,000	12,706,294	13,082,400	13,469,639	13,868,340	
Otros Ingresos	200,000	208,000	216,320	224,973	233,972	
Ingresos totales	12,541,000	12,914,294	13,298,720	13,694,612	14,102,312	
Gastos:						
Gastos O&M	1,575,000	1,638,000	1,703,520	1,771,661	1,842,527	
Otros Gastos	30,000	31,200	32,448	33,746	35,096	
Gastos Financieros	5,040,000	4,854,379	4,653,909	4,437,400	4,203,571	
Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	
Gastos totales	17,978,333	17,856,912	17,723,210	17,576,140	17,414,528	
Utilidad Antes de ISLR	(5,437,333)	(4,942,619)	(4,424,490)	(3,881,529)	(3,312,216)	
(-) Impuestos 30%						
Utilidad Después de ISLR	(5,437,333)	(4,942,619)	(4,424,490)	(3,881,529)	(3,312,216)	
(+) Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	
Inversión Propia	(94,500,000)					
Financiamiento	63,000,000					
(-) Pago de Capital	(2,320,261)	(2,505,882)	(2,706,353)	(2,922,861)	(3,156,690)	
Flujo Neto de Caja	(31,500,000)	3,575,739	3,884,832	4,202,491	4,528,944	4,864,428

	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Ingresos:						
Precio de Energia USD/MWh	\$ 150.15	\$ 156.15	\$ 162.40	\$ 168.90	\$ 175.65	\$ 182.68
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generacion Energia MWh	95,099	94,148	93,207	92,274	91,352	90,438
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	14,278,843	14,701,497	15,136,661	15,584,706	16,046,014	16,520,976
Otros Ingresos	243,331	253,064	263,186	273,714	284,662	296,049
Ingresos totales	14,522,174	14,954,561	15,399,848	15,858,420	16,330,676	16,817,025
Gastos:						
Gastos O&M	1,916,228	1,992,877	2,072,593	2,155,496	2,241,716	2,331,385
Otros Gastos	36,500	37,960	39,478	41,057	42,699	44,407
Gastos Financieros	3,951,036	3,678,298	3,383,741	3,065,620	2,722,048	2,350,991
Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333
Gastos totales	17,237,097	17,042,469	16,829,145	16,595,506	16,339,797	16,060,117
Utilidad Antes de ISLR	(2,714,924)	(2,087,908)	(1,429,297)	(737,086)	(9,121)	756,908
(-) Impuestos 30%						227,072
Utilidad Después de ISLR	(2,714,924)	(2,087,908)	(1,429,297)	(737,086)	(9,121)	529,836
(+) Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333
Inversión Propia						
Financiamiento						
(-) Pago de Capital	(3,409,225)	(3,681,963)	(3,976,520)	(4,294,642)	(4,638,213)	(5,009,270)
Flujo Neto de Caja	5,209,184	5,563,462	5,927,516	6,301,605	6,685,999	6,853,899

	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Ingresos:						
Precio de Energía USD/MWh	\$ 189.98	\$ 197.58	\$ 205.49	\$ 213.71	\$ 222.25	\$ 231.14
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generación Energía MWh	89,534	88,638	87,752	86,875	86,006	85,146
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	17,009,997	17,513,492	18,031,892	18,565,636	19,115,179	19,680,988
Otros Ingresos	307,891	320,206	333,015	346,335	360,189	374,596
Ingresos totales	17,317,887	17,833,699	18,364,907	18,911,971	19,475,367	20,055,584
Gastos:						
Gastos O&M	2,424,640	2,521,626	2,622,491	2,727,390	2,836,486	2,949,945
Otros Gastos	46,184	48,031	49,952	51,950	54,028	56,189
Gastos Financieros	1,950,250	1,517,449	1,050,024			
Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333		
Gastos totales	15,754,407	15,420,439	15,055,800	14,112,674	2,890,514	3,006,135
Utilidad Antes de ISLR	1,563,481	2,413,260	3,309,107	4,799,297	16,584,853	17,049,449
(-) Impuestos 30%	469,044	723,978	992,732	1,439,789	4,975,456	5,114,835
Utilidad Después de ISLR	1,094,437	1,689,282	2,316,375	3,359,508	11,609,397	11,934,614
(+) Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	-	-
Inversión Propia						
Financiamiento						
(-) Pago de Capital	(5,410,012)	(5,842,813)	(6,310,238)	(6,815,057)		
Flujo Neto de Caja	7,017,758	7,179,803	7,339,470	7,877,784	11,609,397	11,934,614

	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Ingresos:						
Precio de Energía USD/MWh	\$ 240.39	\$ 250.01	\$ 260.01	\$ 270.41	\$ 281.22	\$ 292.47
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generación Energía MWh	84,294	83,451	82,617	81,791	80,973	80,163
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	20,263,545	20,863,346	21,480,901	22,116,736	22,771,391	23,445,424
Otros Ingresos	389,580	405,163	421,370	438,225	455,754	473,984
Ingresos totales	20,653,125	21,268,509	21,902,271	22,554,960	23,227,145	23,919,408
Gastos:						
Gastos O&M	3,067,943	3,190,661	3,318,287	3,451,019	3,589,060	3,732,622
Otros Gastos	58,437	60,774	63,205	65,734	68,363	71,098
Gastos Financieros						
Depreciación y amortizaciones						
Gastos totales	3,126,380	3,251,436	3,381,493	3,516,753	3,657,423	3,803,720
Utilidad Antes de ISLR	17,526,745	18,017,074	18,520,778	19,038,208	19,569,722	20,115,688
(-) Impuestos 30%	5,258,023	5,405,122	5,556,233	5,711,462	5,870,917	6,034,707
Utilidad Después de ISLR	12,268,721	12,611,952	12,964,545	13,326,745	13,698,805	14,080,982
(+) Depreciación y amortizaciones	-	-	-	-	-	-
Inversión Propia						
Financiamiento						
(-) Pago de Capital						
Flujo Neto de Caja	12,268,721	12,611,952	12,964,545	13,326,745	13,698,805	14,080,982

	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Ingresos:							
Precio de Energía USD/MWh	\$ 304.17	\$ 316.34	\$ 328.99	\$ 342.15	\$ 355.84	\$ 370.07	\$ 384.87
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generación Energía MWh	79,361	78,568	77,782	77,004	76,234	75,472	74,717
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	24,139,409	24,853,935	25,589,612	26,347,064	27,126,938	27,929,895	28,756,620
Otros Ingresos	492,943	512,661	533,167	554,494	576,674	599,741	623,730
Ingresos totales	24,632,352	25,366,596	26,122,779	26,901,558	27,703,611	28,529,636	29,380,350
Gastos:							
Gastos O&M	3,881,927	4,037,204	4,198,692	4,366,640	4,541,306	4,722,958	4,911,876
Otros Gastos	73,941	76,899	79,975	83,174	86,501	89,961	93,560
Gastos Financieros							
Depreciación y amortizaciones							
Gastos totales	3,955,868	4,114,103	4,278,667	4,449,814	4,627,807	4,812,919	5,005,436
Utilidad Antes de ISLR	20,676,484	21,252,493	21,844,112	22,451,744	23,075,805	23,716,717	24,374,914
(-) Impuestos 30%	6,202,945	6,375,748	6,553,234	6,735,523	6,922,741	7,115,015	7,312,474
Utilidad Después de ISLR	14,473,539	14,876,745	15,290,878	15,716,221	16,153,063	16,601,702	17,062,440
(+) Depreciación y amortizaciones	-	-	-	-	-	-	-
Inversión Propia							
Financiamiento							
(-) Pago de Capital							
Flujo Neto de Caja	14,473,539	14,876,745	15,290,878	15,716,221	16,153,063	16,601,702	17,062,440
VAN	33,188,567						
TIR	17.63%						
Payback	6.94	Años					

Resultados:

El proyecto genera un valor sobre la inversión de \$33, 188,567.00 con una tasa de interna de retorno de 17.63%; el tiempo de recuperación de la inversión con las variables mostradas en este escenario es de 6.9 años.

Escenario : C

Flujo de efectivo Proyectado : Proyecto solar fotovoltaico conectado a la red comercial

Capacidad de gernacion : 100 MW

Estimacion Costo de capital : 1,300 \$/MWh (IRENA-2014)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos:						
Precio de Energia USD/MWh	\$ 123.41	\$ 128.35	\$ 133.48	\$ 138.82	\$ 144.37	
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generacion Energia MWh	100,000	99,000	98,010	97,030	96,060	
Perdida de eficiencia en generación		1%	1%	1%	1%	
Venta de energía	12,341,000	12,706,294	13,082,400	13,469,639	13,868,340	
Otros Ingresos	200,000	208,000	216,320	224,973	233,972	
Ingresos totales	12,541,000	12,914,294	13,298,720	13,694,612	14,102,312	
Gastos:						
Gastos O&M	1,300,000	1,352,000	1,406,080	1,462,323	1,520,816	
Otros Gastos	30,000	31,200	32,448	33,746	35,096	
Gastos Financieros	4,160,000	4,006,789	3,841,321	3,662,616	3,469,614	
Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	
Gastos totales	16,823,333	16,723,322	16,613,183	16,492,019	16,358,860	
Utilidad Antes de ISLR	(4,282,333)	(3,809,029)	(3,314,463)	(2,797,407)	(2,256,548)	
(-) Impuestos 30%						
Utilidad Después de ISLR	(4,282,333)	(3,809,029)	(3,314,463)	(2,797,407)	(2,256,548)	
(+) Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	
Inversión Propia	(78,000,000)					
Financiamiento	52,000,000					
(-) Pago de Capital		(1,915,136)	(2,068,347)	(2,233,815)	(2,412,520)	(2,605,522)
Flujo Neto de Caja	(26,000,000)	5,135,864	5,455,957	5,785,056	6,123,406	6,471,264

	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Ingresos:						
Precio de Energia USD/MWh	\$ 150.15	\$ 156.15	\$ 162.40	\$ 168.90	\$ 175.65	\$ 182.68
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generacion Energia MWh	95,099	94,148	93,207	92,274	91,352	90,438
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	14,278,843	14,701,497	15,136,661	15,584,706	16,046,014	16,520,976
Otros Ingresos	243,331	253,064	263,186	273,714	284,662	296,049
Ingresos totales	14,522,174	14,954,561	15,399,848	15,858,420	16,330,676	16,817,025
Gastos:						
Gastos O&M	1,581,649	1,644,915	1,710,711	1,779,140	1,850,305	1,924,318
Otros Gastos	36,500	37,960	39,478	41,057	42,699	44,407
Gastos Financieros	3,261,173	3,036,056	2,792,929	2,530,353	2,246,770	1,940,501
Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333
Gastos totales	16,212,654	16,052,263	15,876,452	15,683,883	15,473,108	15,242,559
Utilidad Antes de ISLR	(1,690,481)	(1,097,703)	(476,604)	174,537	857,568	1,574,466
(-) Impuestos 30%						472,340
Utilidad Después de ISLR	(1,690,481)	(1,097,703)	(476,604)	174,537	857,568	1,102,126
(+) Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333
Inversión Propia						
Financiamiento						
(-) Pago de Capital	(2,813,964)	(3,039,081)	(3,282,207)	(3,544,784)	(3,828,366)	(4,134,636)
Flujo Neto de Caja	6,828,889	7,196,550	7,574,522	7,963,087	8,362,535	8,300,824

	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Ingresos:						
Precio de Energía USD/MWh	\$ 189.98	\$ 197.58	\$ 205.49	\$ 213.71	\$ 222.25	\$ 231.14
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generación Energía MWh	89,534	88,638	87,752	86,875	86,006	85,146
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	17,009,997	17,513,492	18,031,892	18,565,636	19,115,179	19,680,988
Otros Ingresos	307,891	320,206	333,015	346,335	360,189	374,596
Ingresos totales	17,317,887	17,833,699	18,364,907	18,911,971	19,475,367	20,055,584
Gastos:						
Gastos O&M	2,001,290	2,081,342	2,164,596	2,251,179	2,341,227	2,434,876
Otros Gastos	46,184	48,031	49,952	51,950	54,028	56,189
Gastos Financieros	1,609,730	1,252,497	866,686			
Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333		
Gastos totales	14,990,537	14,715,203	14,414,567	13,636,463	2,395,255	2,491,065
Utilidad Antes de ISLR	2,327,350	3,118,495	3,950,339	5,275,508	17,080,112	17,564,519
(-) Impuestos 30%	698,205	935,549	1,185,102	1,582,652	5,124,034	5,269,356
Utilidad Después de ISLR	1,629,145	2,182,947	2,765,238	3,692,856	11,956,079	12,295,163
(+) Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	-	-
Inversión Propia						
Financiamiento						
(-) Pago de Capital	(4,465,407)	(4,822,639)	(5,208,450)	(5,625,126)		
Flujo Neto de Caja	8,497,072	8,693,641	8,890,121	9,401,063	11,956,079	12,295,163

	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Ingresos:						
Precio de Energía USD/MWh	\$ 240.39	\$ 250.01	\$ 260.01	\$ 270.41	\$ 281.22	\$ 292.47
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generación Energía MWh	84,294	83,451	82,617	81,791	80,973	80,163
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	20,263,545	20,863,346	21,480,901	22,116,736	22,771,391	23,445,424
Otros Ingresos	389,580	405,163	421,370	438,225	455,754	473,984
Ingresos totales	20,653,125	21,268,509	21,902,271	22,554,960	23,227,145	23,919,408
Gastos:						
Gastos O&M	2,532,271	2,633,561	2,738,904	2,848,460	2,962,398	3,080,894
Otros Gastos	58,437	60,774	63,205	65,734	68,363	71,098
Gastos Financieros						
Depreciación y amortizaciones						
Gastos totales	2,590,708	2,694,336	2,802,109	2,914,194	3,030,762	3,151,992
Utilidad Antes de ISLR	18,062,418	18,574,173	19,100,162	19,640,767	20,196,383	20,767,416
(-) Impuestos 30%	5,418,725	5,572,252	5,730,048	5,892,230	6,058,915	6,230,225
Utilidad Después de ISLR	12,643,692	13,001,921	13,370,113	13,748,537	14,137,468	14,537,191
(+) Depreciación y amortizaciones	-	-	-	-	-	-
Inversión Propia						
Financiamiento						
(-) Pago de Capital						
Flujo Neto de Caja	12,643,692	13,001,921	13,370,113	13,748,537	14,137,468	14,537,191

	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Ingresos:							
Precio de Energía USD/MWh	\$ 304.17	\$ 316.34	\$ 328.99	\$ 342.15	\$ 355.84	\$ 370.07	\$ 384.87
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generación Energía MWh	79,361	78,568	77,782	77,004	76,234	75,472	74,717
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	24,139,409	24,853,935	25,589,612	26,347,064	27,126,938	27,929,895	28,756,620
Otros Ingresos	492,943	512,661	533,167	554,494	576,674	599,741	623,730
Ingresos totales	24,632,352	25,366,596	26,122,779	26,901,558	27,703,611	28,529,636	29,380,350
Gastos:							
Gastos O&M	3,204,130	3,332,295	3,465,587	3,604,211	3,748,379	3,898,314	4,054,247
Otros Gastos	73,941	76,899	79,975	83,174	86,501	89,961	93,560
Gastos Financieros							
Depreciación y amortizaciones							
Gastos totales	3,278,072	3,409,195	3,545,562	3,687,385	3,834,880	3,988,275	4,147,806
Utilidad Antes de ISLR	21,354,280	21,957,402	22,577,217	23,214,174	23,868,731	24,541,360	25,232,544
(-) Impuestos 30%	6,406,284	6,587,221	6,773,165	6,964,252	7,160,619	7,362,408	7,569,763
Utilidad Después de ISLR	14,947,996	15,370,181	15,804,052	16,249,922	16,708,112	17,178,952	17,662,781
(+) Depreciación y amortizaciones	-	-	-	-	-	-	-
Inversión Propia							
Financiamiento							
(-) Pago de Capital							
Flujo Neto de Caja	14,947,996	15,370,181	15,804,052	16,249,922	16,708,112	17,178,952	17,662,781
VAN	51,529,597						
TIR	25.02%						
Payback	4.54	Años					

Resultados:

El proyecto genera un valor sobre la inversión de \$51, 529,597.00 con una tasa de interna de retorno de 25.02%; el tiempo de recuperación de la inversión con las variables mostradas en este escenario es de 4.54 años.

Escenario : D

Flujo de efectivo Proyectado : Proyecto solar fotovoltaico conectado a la red comercial

Capacidad de gernacion : 100 MW

Estimacion Costo de capital : 1,800 \$/MWh (IEA-2014)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos:						
Precio de Energia USD/MWh	\$ 123.41	\$ 128.35	\$ 133.48	\$ 138.82	\$ 144.37	
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generacion Energia MWh	100,000	99,000	98,010	97,030	96,060	
Perdida de eficiencia en generación		1%	1%	1%	1%	
Venta de energía	12,341,000	12,706,294	13,082,400	13,469,639	13,868,340	
Otros Ingresos	200,000	208,000	216,320	224,973	233,972	
Ingresos totales	12,541,000	12,914,294	13,298,720	13,694,612	14,102,312	
Gastos:						
Gastos O&M	1,800,000	1,872,000	1,946,880	2,024,755	2,105,745	
Otros Gastos	30,000	31,200	32,448	33,746	35,096	
Gastos Financieros	5,760,000	5,547,862	5,318,753	5,071,315	4,804,082	
Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	
Gastos totales	18,923,333	18,784,395	18,631,414	18,463,149	18,278,256	
Utilidad Antes de ISLR	(6,382,333)	(5,870,102)	(5,332,694)	(4,768,537)	(4,175,944)	
(-) Impuestos 30%						
Utilidad Después de ISLR	(6,382,333)	(5,870,102)	(5,332,694)	(4,768,537)	(4,175,944)	
(+) Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	
Inversión Propia	(108,000,000)					
Financiamiento	72,000,000					
(-) Pago de Capital		(2,651,727)	(2,863,865)	(3,092,975)	(3,340,413)	(3,607,646)
Flujo Neto de Caja	(36,000,000)	2,299,273	2,599,366	2,907,665	3,224,383	3,549,744

	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Ingresos:						
Precio de Energia USD/MWh	\$ 150.15	\$ 156.15	\$ 162.40	\$ 168.90	\$ 175.65	\$ 182.68
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generacion Energia MWh	95,099	94,148	93,207	92,274	91,352	90,438
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	14,278,843	14,701,497	15,136,661	15,584,706	16,046,014	16,520,976
Otros Ingresos	243,331	253,064	263,186	273,714	284,662	296,049
Ingresos totales	14,522,174	14,954,561	15,399,848	15,858,420	16,330,676	16,817,025
Gastos:						
Gastos O&M	2,189,975	2,277,574	2,368,677	2,463,424	2,561,961	2,664,440
Otros Gastos	36,500	37,960	39,478	41,057	42,699	44,407
Gastos Financieros	4,515,470	4,203,769	3,867,133	3,503,565	3,110,912	2,686,847
Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333
Gastos totales	18,075,278	17,852,637	17,608,621	17,341,380	17,048,906	16,729,027
Utilidad Antes de ISLR	(3,553,104)	(2,898,076)	(2,208,774)	(1,482,960)	(718,230)	87,997
(-) Impuestos 30%						
Utilidad Después de ISLR	(3,553,104)	(2,898,076)	(2,208,774)	(1,482,960)	(718,230)	61,598
(+) Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333
Inversión Propia						
Financiamiento						
(-) Pago de Capital	(3,896,257)	(4,207,958)	(4,544,594)	(4,908,162)	(5,300,815)	(5,724,880)
Flujo Neto de Caja	3,883,972	4,227,300	4,579,965	4,942,212	5,314,288	5,670,051

	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Ingresos:						
Precio de Energía USD/MWh	\$ 189.98	\$ 197.58	\$ 205.49	\$ 213.71	\$ 222.25	\$ 231.14
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generación Energía MWh	89,534	88,638	87,752	86,875	86,006	85,146
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	17,009,997	17,513,492	18,031,892	18,565,636	19,115,179	19,680,988
Otros Ingresos	307,891	320,206	333,015	346,335	360,189	374,596
Ingresos totales	17,317,887	17,833,699	18,364,907	18,911,971	19,475,367	20,055,584
Gastos:						
Gastos O&M	2,771,017	2,881,858	2,997,132	3,117,018	3,241,698	3,371,366
Otros Gastos	46,184	48,031	49,952	51,950	54,028	56,189
Gastos Financieros	2,228,857	1,734,227	1,200,027			
Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333		
Gastos totales	16,379,391	15,997,449	15,580,445	14,502,301	3,295,727	3,427,556
Utilidad Antes de ISLR	938,496	1,836,250	2,784,462	4,409,670	16,179,641	16,628,028
(-) Impuestos 30%	281,549	550,875	835,339	1,322,901	4,853,892	4,988,409
Utilidad Después de ISLR	656,948	1,285,375	1,949,123	3,086,769	11,325,748	11,639,620
(+) Depreciación y amortizaciones	11,333,333	11,333,333	11,333,333	11,333,333	-	-
Inversión Propia Financiamiento						
(-) Pago de Capital	(6,182,871)	(6,677,500)	(7,211,700)	(7,788,636)		
Flujo Neto de Caja	5,807,410	5,941,208	6,070,756	6,631,466	11,325,748	11,639,620

	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Ingresos:						
Precio de Energía USD/MWh	\$ 240.39	\$ 250.01	\$ 260.01	\$ 270.41	\$ 281.22	\$ 292.47
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generación Energía MWh	84,294	83,451	82,617	81,791	80,973	80,163
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	20,263,545	20,863,346	21,480,901	22,116,736	22,771,391	23,445,424
Otros Ingresos	389,580	405,163	421,370	438,225	455,754	473,984
Ingresos totales	20,653,125	21,268,509	21,902,271	22,554,960	23,227,145	23,919,408
Gastos:						
Gastos O&M	3,506,221	3,646,470	3,792,329	3,944,022	4,101,783	4,265,854
Otros Gastos	58,437	60,774	63,205	65,734	68,363	71,098
Gastos Financieros						
Depreciación y amortizaciones						
Gastos totales	3,564,658	3,707,244	3,855,534	4,009,755	4,170,146	4,336,951
Utilidad Antes de ISLR	17,088,467	17,561,265	18,046,737	18,545,205	19,056,999	19,582,457
(-) Impuestos 30%	5,126,540	5,268,380	5,414,021	5,563,562	5,717,100	5,874,737
Utilidad Después de ISLR	11,961,927	12,292,886	12,632,716	12,981,644	13,339,899	13,707,720
(+) Depreciación y amortizaciones	-	-	-	-	-	-
Inversión Propia Financiamiento						
(-) Pago de Capital						
Flujo Neto de Caja	11,961,927	12,292,886	12,632,716	12,981,644	13,339,899	13,707,720

	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Ingresos:							
Precio de Energía USD/MWh	\$ 304.17	\$ 316.34	\$ 328.99	\$ 342.15	\$ 355.84	\$ 370.07	\$ 384.87
Inflación	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Generación Energía MWh	79,361	78,568	77,782	77,004	76,234	75,472	74,717
Perdida de eficiencia en generación	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Venta de energía	24,139,409	24,853,935	25,589,612	26,347,064	27,126,938	27,929,895	28,756,620
Otros Ingresos	492,943	512,661	533,167	554,494	576,674	599,741	623,730
Ingresos totales	24,632,352	25,366,596	26,122,779	26,901,558	27,703,611	28,529,636	29,380,350
Gastos:							
Gastos O&M	4,436,488	4,613,947	4,798,505	4,990,446	5,190,063	5,397,666	5,613,573
Otros Gastos	73,941	76,899	79,975	83,174	86,501	89,961	93,560
Gastos Financieros							
Depreciación y amortizaciones							
Gastos totales	4,510,429	4,690,847	4,878,480	5,073,620	5,276,564	5,487,627	5,707,132
Utilidad Antes de ISLR	20,121,923	20,675,750	21,244,299	21,827,939	22,427,047	23,042,008	23,673,218
(-) Impuestos 30%	6,036,577	6,202,725	6,373,290	6,548,382	6,728,114	6,912,603	7,101,965
Utilidad Después de ISLR	14,085,346	14,473,025	14,871,009	15,279,557	15,698,933	16,129,406	16,571,253
(+) Depreciación y amortizaciones	-	-	-	-	-	-	-
Inversión Propia							
Financiamiento							
(-) Pago de Capital							
Flujo Neto de Caja	14,085,346	14,473,025	14,871,009	15,279,557	15,698,933	16,129,406	16,571,253
VAN	18,182,270						
TIR	13.56%						
Payback	9.71	Años					

Resultados:

El proyecto genera un valor sobre la inversión de \$18, 182,270.00 con una tasa de interna de retorno de 13.56%; el tiempo de recuperación de la inversión con las variables mostradas en este escenario es de 9.71 años.