



FOMENTANDO EL USO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN EL SALVADOR

Caso de estudio: Proyecto fotovoltaico en techo conectado a la red

FOMENTANDO EL USO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN EL SALVADOR

Caso de estudio: Proyecto fotovoltaico en techo conectado a la red





Tabla de contenido

1.	Potencial de la Energía Solar.	7
1.1	Irradiancia Solar en la superficie terrestre.	7
2.	Sistemas Fotovoltaicos.	8
2.1	Tipos de montaje de los sistemas FV.	8
2.2	Elementos del panel solar fotovoltaico.	8
2.2.1	La celda fotovoltaica.	8
2.2.2	Inversores	8
2.3	Precio total del sistema.	9
2.4	Conexión con la red de distribución	9
2.4.1	Autoconsumo	9
2.4.2	Inyección a la red	9
3.	Marco regulatorio aplicable al proyecto	10
3.1	Mercado eléctrico en El Salvador.	10
3.2	Reglamentación respecto al Medio Ambiente	11
4.	Comercialización de la energía inyectada a la red.	12
5.	Tramitología Y Procedimientos	13
5.1	Inscripcion en el Registro de Siget – Generador y Otro Operador.	13
5.2	Certificación de Proyectos Previa Autorizacion de Incentivo Fiscal	15
5.3	Autorizacion de Incentivo Fiscal	17
5.4	Permiso Ambiental para Proyectos Fotovoltaicos	19

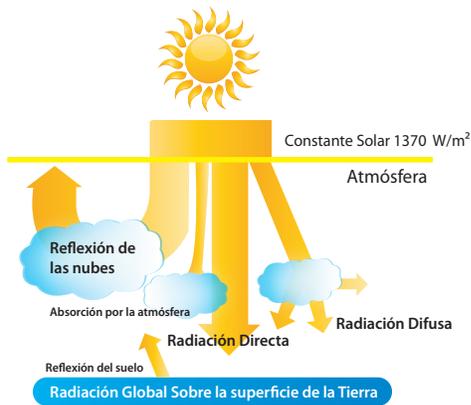
El presente documento constituye una descripción general de las consideraciones que se deben tomar en cuenta para dar inicio a la construcción de un **proyecto fotovoltaico de hasta 100 kW** instalado en techo y conectado a la red de distribución. Se contempla una breve descripción de la tramitología administrativa al interior de algunas instituciones autorizantes del sector eléctrico, así como opciones al momento de comercializar la energía producida por el proyecto. Las restricciones y condiciones para una construcción con otras características podrán ser diferentes o adicionales.



1. Potencial de la Energía Solar.

El conocimiento del recurso disponible que se considera existente en un punto geográfico es el inicio para cualquier análisis en donde se tenga planeado construir un centro de transformación de algún tipo de energía a energía eléctrica.

Inicialmente se debe comprender que la Radiación Solar, es la correspondiente a la emitida por el Sol y la parte de esta radiación que recibe la Tierra es reducida por la atmósfera. En el camino hacia la superficie terrestre se refleja cierta parte de la radiación por las nubes y otra parte es absorbida por la atmósfera. Otra parte de la radiación solar directa se dispersa debido a las capas densas de la atmósfera y de las nubes: se crea la radiación difusa, de la cual también el suelo refleja cierta parte de la radiación.

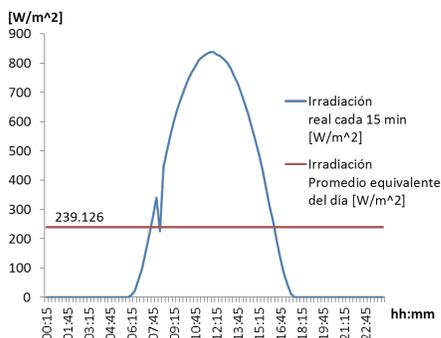


Gráfica 1. Influencia de la atmósfera sobre la radiación solar

La suma de la radiación solar difusa y la directa que alcanza la superficie terrestre es llamada Radiación Global.

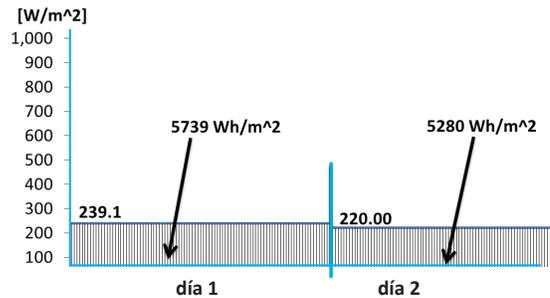
1.1 Irradiancia Solar en la superficie terrestre.

El significado físico del fenómeno antes explicado es llamado Irradiancia Solar, el cual representa la potencia que se recibe de la radiación del sol sobre la Tierra por unidad de superficie en cualquiera de sus puntos y a cualquier altitud, sus unidades en el Sistema Internacional de Unidades son $[W/m^2]$.



Gráfica 2. Comparación de la Irradiancia Solar real tomada cada 15 minutos y la Irradiancia Solar promedio equivalente al mismo día de medición.

Para facilitar su comprensión se hace referencia a la energía promedio en un período de tiempo (Eje.: un día) la cual resulta de la sumatoria o el área bajo la curva de la potencia en cada



Gráfica 3. Comparación del área bajo la curva de la Irradiancia Solar de dos días consecutivos.

hora del mismo período de tiempo, representándose con las unidades $[kWh/m^2/día]$.

En este ejemplo, el promedio de dos días de Irradiancia solar es $5,509.5 Wh/m^2/día$. Generalmente estos promedios se calculan para los días que dure un mes, por lo que en un año tendremos 12 promedios diarios mensuales. En El Salvador los valores promedios mensuales se pueden obtener de diferentes fuentes¹²³:

Meses	SWERA	CEL(2012)	NASA
	S-5 (13.7 N, -89.2 O)	Medición en techo	Promedio 1983 - 2005
	Observatorio	Observatorio	Observatorio
	$kWh/m^2/día$	$kWh/m^2/día$	$kWh/m^2/día$
enero	4.9	4.6	5.8
febrero	5.4	4.7	6.4
marzo	5.7	5.1	6.7
abril	5.4	4.3	6.6
mayo	4.9	3.5	5.9
junio	5.1	3.4	5.7
julio	5.5	4.6	6.2
agosto	5.2	4.2	6.2
septiembre	4.6	4.5	5.4
octubre	4.8	4.2	5.4
noviembre	4.8	5.3	5.6
diciembre	4.8	4.9	5.6
Promedio anual	5.1	4.4	6.0

Tabla 1. Irradiancia Solar diaria para todos los meses del año.

Aunque la tabla muestra únicamente las mediciones para una coordenada específica es posible obtener mapas indicativos mediante métodos matemáticos que representen todos los puntos dentro de un área específica. Debido a que no en todos los puntos geográficos los valores de Irradiancia son iguales, los mapas se elaboran a fin de tener una aproximación del valor que se obtendría a partir de una medición in situ.

Medición in situ

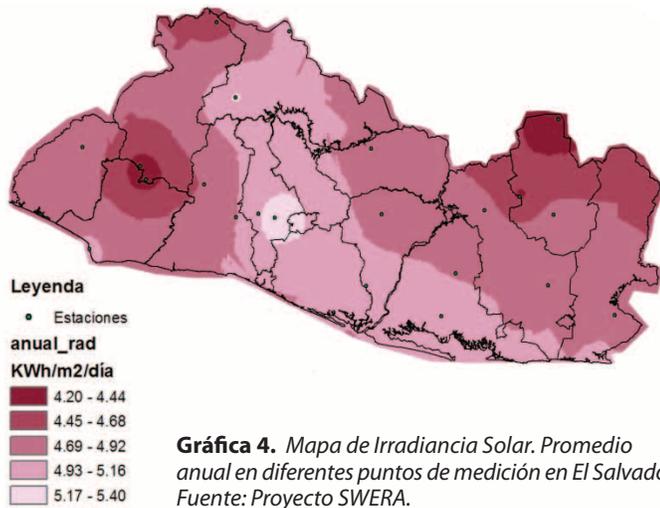
Se obtienen los datos de Irradiancia global y difusa, útiles para el posterior cálculo de generación de electricidad del panel FV. La medida está sujeta a errores por efecto coseno, efecto de la inclinación y errores en la toma y el filtrado de datos.



Piranómetro

Se recomienda realizar como mínimo un año de mediciones en el sitio.

- 1 Estudio SWERA. Datos de los años 1984-1986, 1996- 1998
- 2 Base de datos consultada en enero de 2013, corresponde a las mediciones de 2012. www.cel.gob.sv
- 3 Página visitada el 15 de noviembre de 2012: <http://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/sse.cgi?>



Gráfica 4. Mapa de Irradiancia Solar. Promedio anual en diferentes puntos de medición en El Salvador. Fuente: Proyecto SWERA.

2. Sistemas Fotovoltaicos.

2.1 Tipo de montaje de los sistemas FV.

Para poder dimensionar de manera correcta un sistema de generación de electricidad es esencial conocer el sitio en donde se ubicará la instalación, sus particularidades y dependiendo de la aplicación requerida será necesario conocer ciertos parámetros iniciales.

Existen muchas configuraciones que se han concebido a fin de adaptarse a la aplicación específica en el lugar disponible para la ubicación de un proyecto fotovoltaico, pero son tres configuraciones las más difundidas:



Montaje en Suelo



Montaje en Fachada



Montaje en Techo

2.2 Elementos del panel solar fotovoltaico.

Existe una variedad de tecnología desarrollada a la actualidad la cual ha sido concebida a fin de poder hacer uso del efecto fotoeléctrico⁴, el cual consiste en la emisión de electrones por un metal cuando se hace incidir sobre él una radiación electromagnética.

⁴ La explicación teórica fue publicada en 1905 en la revista "Annalen der Physik" bajo el nombre "Un punto de vista heurístico sobre la producción y transformación de luz" por Albert Einstein.

2.2.1 La celda fotovoltaica.

También llamada celda solar o fotocelda, hace uso del efecto explicado anteriormente, con respecto al aumento en la conductividad de ciertos semiconductores (ej.: Silicio, Arseniuro de Galio, Telurio de Cadmio). El más conocido y utilizado es el Silicio, el cual se puede obtener a partir de la arena.

▪ Silicio	
- Capa gruesa	Silicio monocristalino (c-Si) Silicio policristalinos y multi-cristalina (poli-Si, o mc-Si)
- Capa Delgada	Silicio amorfo (a-Si) Multi-junction o tandem cells Silicio microcristalino (μc-Si)
- Si Wire Array (etapa de laboratorio)	
▪ Semiconductores III-V	GaAs
▪ Semiconductores II-VI	CdTe
▪ Semiconductores I-III-VI	CIS, CIGS (calcopirita) están hechos de cobre-indio-galio-diseleniuro de indio y disulfuro de cobre.
▪ Celdas orgánicas	
▪ Celda Solar Grätzel	

Gráfica 5. Clasificación de las celdas más conocidas por material, espesor y estructura cristalina.

Rendimiento

La eficiencia de conversión de la radiación solar en energía eléctrica es el punto más crítico para la industria fotovoltaica, resultando ser un aspecto de competitividad, pues al aumentar la eficiencia por unidad de área, se genera la misma cantidad de kWh en una menor superficie. Además de esto, el rendimiento *in situ* depende, entre muchos otros factores, de la temperatura ambiente y de la velocidad del viento.

Tecnología	Eficiencia
Silicio Monocristalino ⁵	14%
Silicio Multicristalino	14%
CdTe ⁶	11%
Silicio amorfo ⁷	6%
CIGS ⁸	11%

Tabla 2. Eficiencias de módulos comercialmente disponibles Fuente: NREL. 2010 Solar Technologies Market Report.

2.2.2 Inversores

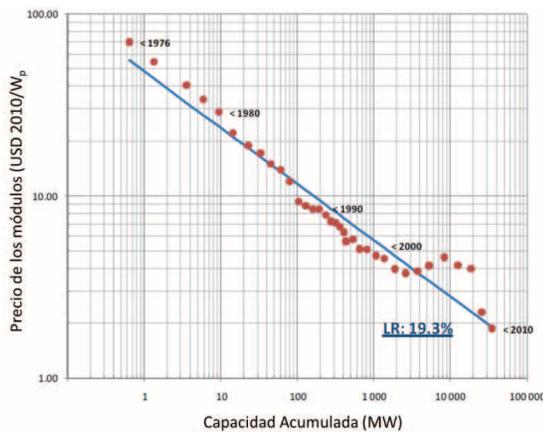
El inversor es el elemento que interconecta la producción de electricidad de los paneles solares con el sistema eléctrico (red de distribución o en isla con la red), ya que los paneles producen corriente directa, el inversor transforma la corriente en alterna, la cual es la forma de la corriente que convencionalmente se utiliza

⁵ La eficiencia representa características de producción promedio. Otras tecnologías no estándar están disponibles comercialmente tales como las monocristalinas de SunPower rear-point-contact (19,3% de eficiencia) y el módulo de Sanyo HIT (17,1% de eficiencia). First Solar 2010.
⁶ Uni-Solar 2010. Módulo de laminado flexible a-Si.
⁷ Mehta and Bradford 2009.

en los aparatos de uso final. Además, el inversor debe regular la corriente y el voltaje para que el sistema trabaje en el punto de máxima potencia.

2.3 Precio total del sistema.

Los costos de los sistemas fotovoltaicos se han reducido consistentemente durante las últimas tres décadas, mostrando una tasa de disminución del 19,3%. Se espera que esta tendencia continúe, dadas las posibilidades de mejorar el rendimiento y los costos, así como en los procesos de fabricación.

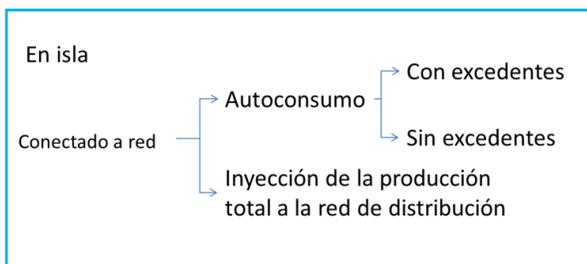


Gráfica 6. Caída de costos para los módulos FV (1976-2010). Fuente: Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) Renewable energy. Markets and prospects by technology.

De acuerdo con el reporte del IEC (*International Electrotechnical Commission*), los precios del mercado spot actuales para los módulos FV, están entre US\$ 1.80/W_p y US\$ 2.27/W_p para los módulos cristalinos y entre US\$ 1.37/W_p y US\$ 1.65/W_p para los módulos de capa delgada. Los precios sin embargo, varían significativamente entre los mercados. Los costos totales de un sistema en el mes de Junio de 2011 están en un rango comprendido entre US\$ 3,300/kW_p y US\$ 5,800/kW_p para sistemas de montaje en techo. Nótese que estos costos se están reduciendo rápidamente y podrían estar desactualizados a la fecha de esta publicación.

2.4 Conexión con la red de distribución

Al conocer el lugar del montaje se puede definir la forma en la que se interconectará con la red eléctrica más cercana al proyecto. Esta conexión puede dividirse de la siguiente manera:

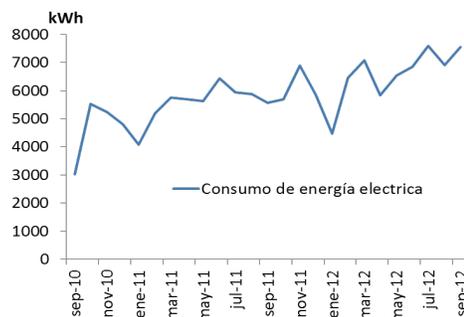


2.4.1 Autoconsumo

Para poder dimensionar un sistema fotovoltaico a fin de utilizar la energía producida para el autoconsumo, se debe conocer inicialmente la **demanda de electricidad** a satisfacer. Adicionalmente se podría tener una idea aproximada del comportamiento diario de la curva de la demanda, ya sea si es un edificio de oficinas diurno o nocturno, una maquila, una casa de habitación, etc.

Existen empresas especializadas en elaborar estudios con instrumentos que recogen la información detallada sobre el consumo de electricidad de un área específica.

Para poder comparar la producción de electricidad de un sistema FV y la demanda a suplir, se debe concluir realizando la inspección de las instalaciones a las que se entregará el suministro, conocer niveles o áreas, incluyendo la azotea (de ser montaje en techo), identificando la existencia de sombras que limitarían el uso de toda el área de la azotea.



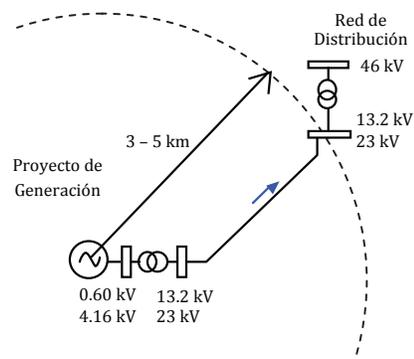
Gráfica 7. Consumo histórico de energía eléctrica de un edificio tipo a partir de sus facturas de consumo de electricidad.

2.4.2 Inyección a la red

Los generadores FV se pueden interconectar a la red de distribución en los siguientes casos:

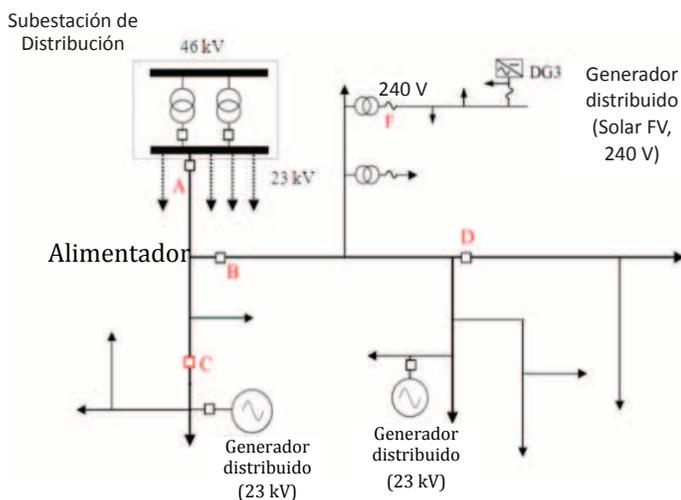
Caso I: Generador conectado a una subestación de distribución en 13.2 kV ó 23 kV.

Este caso corresponde a proyectos de generación aproximadamente menores a 20 MW que se conectan a la subestación de distribución más cercana en niveles de tensión de 23 kV ó 13.2 kV, esto debido a que por razones económicas, el generador puede optar por conectarse a las redes de distribución en vez de conectarse a la transmisión.



Caso II: Generador conectado a las redes de distribución primarias o secundarias.

Este caso corresponde a proyectos de generación distribuida, es decir, generadores conectados a las redes de distribución en los alimentadores de las redes primarias y secundarias.



Para garantizar una correcta operación de los generadores conectados a la red y optimizar la conexión con la red de distribución es recomendable:

- Elaborar los estudios de interconexión eléctrica teniendo en cuenta la nueva instalación eléctrica necesaria para el funcionamiento del sistema FV.
- Estimar la capacidad máxima de inyección en un punto de red de distribución, que será determinada por el estudio que se realizará en conjunto con la empresa distribuidora propietaria de la red, para que se garantice la estabilidad y confiabilidad de la red misma.
- Determinar la disminución o aumento de las pérdidas de potencia en los tramos de la red de distribución en donde se interconecta el proyecto de energía renovable, comparando con el escenario de referencia (sin proyecto).

Este debe ser un procedimiento práctico para calcular las pérdidas de potencia utilizando la información básica de los alimentadores de distribución y el proyecto de energía renovable.

En caso de aumento de las pérdidas de potencia (i^2R), podría ser necesario refuerzos en el alimentador para disminuir estas, manteniendo las condiciones operativas (control de voltaje y calidad de energía).

- Evitar el problema de operación en isla no intencional provocado por una falla en la red de distribución.

3. Marco regulatorio aplicable al proyecto

Adicionalmente a la evaluación del potencial de un recurso

y a las restricciones propias de la técnica de un proyecto, es necesario tomar en cuenta las particularidades que el marco regulatorio podría tener a fin de darle viabilidad económica e incentivar la instalación de proyectos que hagan uso de las energías renovable.

3.1 Mercado eléctrico en El Salvador.

La Ley General de Electricidad (LGE) y su Reglamento son los primeros documentos relacionados con cualquier proyecto de generación de electricidad que se deben conocer, debido a que existen restricciones para el acceso a los mecanismos vigentes de comercialización de la energía eléctrica.

La LGE regula las actividades privadas o públicas relacionadas a la generación, transmisión distribución y comercialización de la energía eléctrica en El Salvador.

Mercado Mayorista

Es en el Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista Basado en Costos de Producción en donde a la fecha se encuentra la primera restricción en los artículos 3.2.3 y en el 20.1.2, en los cuales se menciona que para participar en el Mercado Mayorista un Participante del Mercado generador conectado a la red de distribución debe ser capaz de inyectar una potencia mínima de 5 MW por nodo.

Un proyecto de las características que trata este documento no podría participar en el Mercado Mayorista por ser proyectos menores a 5 MW.

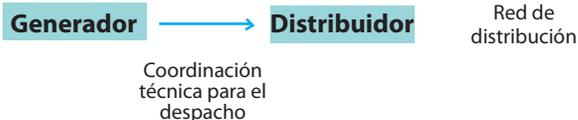
De los Contratos de Largo Plazo para Generación Distribuida Renovable (GDR)

Actualmente, las modificaciones del marco regulatorio realizadas en el 2012 permiten la ejecución de licitaciones especiales donde proyectos de energía renovables pueden participar en contratos basados en energía ofertada.

En las reformas hechas al Reglamento de la LGE que se encuentran en el Decreto Ejecutivo No. 80 de fecha 17 de abril de 2012, publicado en el Diario Oficial No. 76, Tomo 395 de fecha 26 de abril de 2012, se menciona lo siguiente:

En el caso de licitaciones destinadas 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, y que no se encuentre en condiciones de aportar capacidad firme ni de participar directamente del Mercado Mayorista de Electricidad.

Esos contratos serán administrados directamente por el distribuidor y el generador fuera del Mercado Mayorista, y despachados de acuerdo a un procedimiento especial de auto-despacho.



Además, se reservará un bloque de demanda de energía y potencia asociada, determinado para ser adjudicado luego de concluida la licitación del distribuidor, a usuarios auto-productores de fuente renovable en red de distribución que tengan excedentes de energía respecto a su propia demanda y podrán acceder a iguales condiciones de precios a las surgidas de dicha licitación, de acuerdo a la metodología que defina la SIGET.

- Celebrar contratos con las distribuidoras destinados a fuentes renovables de energía eléctrica.
- Sin compromiso de capacidad firme y con generación conectada a la red de una distribuidora.
- Despachados de acuerdo a un procedimiento especial de auto-despacho.
- Los contratos serán adjudicados a través de procesos de libre competencia ---- > trasladables a tarifa.



Según lo definido en el Reglamento de la LGE, en el contrato no se considerará un cargo por capacidad, por lo que el suministro a contratar por el distribuidor se basará en una potencia comprometida a instalar o instalada y una energía ofertada anual por cada proyecto, donde el participante considerará todos sus costos de inversión, operación y rentabilidad.

Para estas licitaciones, **la SIGET podrá establecer mediante acuerdo uno o varios precios base techo por tecnología o tecnologías** específicas a las que el proceso licitatorio se oriente.

De los incentivos fiscales.

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 SIGET⁹ 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 que para el caso de estudio de este documento se pueden tener los siguientes beneficios:

- **Durante los diez primeros años gozarán de exención del pago de los Derechos Arancelarios de 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, incluyendo la construcción

⁹ "Normativa técnica para caracterizar los proyectos que aprovechan las fuentes renovables en la generación de energía eléctrica"

de la línea de subtransmisión necesaria para transportar la energía desde la central de generación hasta las redes de transmisión y/o distribución eléctrica.

- **Exención del pago del Impuesto sobre la Renta por un período de diez años** en el caso de los proyectos de menos de 10 megavatios MW. (Art. 3, literal b).

De la interconexión con las distribuidoras

Nuevamente la LGE manda según el artículo 27 a los transmisores y distribuidores a permitir la interconexión de sus instalaciones y la utilización de las mismas para el transporte de energía eléctrica, excepto cuando esto represente un peligro para la operación o seguridad del sistema, de instalaciones o de personas.

Para cumplir esto, el regulador del sector (SIGET) elaboró la "Norma Técnica de Interconexión Eléctrica y Acceso de Usuarios Finales a la Red de Transmisión" (Acuerdo SIGET 30-E-2011, Enero 2011), en donde se determinan los procedimientos, requisitos y responsabilidades aplicables a las interconexiones eléctricas entre operadores con el fin de garantizar el principio de libre acceso a las instalaciones de transmisión y distribución, así como la calidad y seguridad del sistema. Además se emitió la Declaración de aplicación general, como estándar técnico para las instalaciones eléctricas de los usuarios finales, la regulación establecida en el "Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas y en el Código Eléctrico Nacional (NEC)".

Para darle cumplimiento a esta parte de la reglamentación vigente, será necesario cumplir con los requisitos que se mencionen. Debido a la escala del proyecto en estudio se considera que adaptar la instalación del edificio es un costo mínimo que se debe asumir dentro del proyecto.

La reglamentación del sector eléctrico es solamente una de todas las que como desarrollador se deben cumplir en adición a la reglamentación correspondiente a las obras de construcción. La escala del proyecto, la ubicación geográfica y el recurso a utilizar determinan costos y trámites adicionales para poder dar inicio la construcción.

3.2 Reglamentación respecto al Medio Ambiente

La *Ley de Medio Ambiente*, su Reglamento y la normativa que el mismo Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) elabora, son los instrumentos legales que se deben de tomar en cuenta a fin de cumplir con la reglamentación legal respecto al Medio Ambiente.

Costos adicionales para un proyecto fotovoltaico conectado a la red de hasta 100 kW por obras de mitigación se descartan principalmente por las características del proyecto, el cual se encuentra dentro del Grupo A: Actividades, obras o proyectos con bajo potencial de impacto ambiental.

Estas obras no requieren presentar documentación ambiental según el documento de "Categorización de actividades, obras o proyectos conforme a la Ley del Medio Ambiente", el cual se complementó a mediados del 2012 a fin de incluir la energía solar, recurso hídrico y el recurso geotérmico, vigente según el Acuerdo No. 33 de fecha 8 de



Gráfica 8. Categorización de proyectos según el potencial impacto ambiental.

4. Comercialización de la energía inyectada a la red.

Antes de iniciar el cálculo analizando la factibilidad económica-financiera de un proyecto fotovoltaico de hasta 100 kW montado en techo de un edificio, es necesario considerar por lo menos los temas que se han mencionado en los capítulos anteriores, tomando en cuenta el apartado referente a los Contratos de Largo Plazo, se pueden elaborar escenarios de análisis de una licitación especial para contratar el suministro de energía a partir de proyectos fotovoltaicos conectados a la red de distribución.

Existe una gran variedad de software comerciales para realizar la evaluación económica de los proyectos utilizando modelos útiles a fin de simplificar los cálculos y simular escenarios con más rapidez.

Para facilitar el análisis se utilizarán los supuestos del Capítulo 8.2.3 Precondiciones de Análisis del reporte final del Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables, a excepción del apartado referente a los supuestos en los ingresos del proyecto.

Para los ingresos se asume que el precio de venta de la energía es el resultante de participar en un proceso de libre competencia especial para proyectos fotovoltaicos de pequeña escala y en el que se adjudica un contrato de largo plazo durante 20 años al suministro de energía de un proyecto fotovoltaico de 100 kW conectado en la red de distribución.

Análisis comparativo.

Los parámetros comunes para los 3 casos de estudio son:

- Potencia instalada = 100 kW
- $Energía_{anual} = Potencia_i \times CF \times 8760 h$

En donde:

$Energía_{anual}$: Energía total del sistema fotovoltaico en un período de un año. [MWh]

$Potencia_i$: Potencia instalada del sistema fotovoltaico. [kW]

CF : Es el factor de capacidad del sistema y es igual a las Horas de Sol Pico entre las horas de un día $\frac{HSP}{24}$ [adimensional]. En este caso se utilizarán los datos disponibles del proyecto fotovoltaico instalado en las oficinas administrativas de CEL,

$$HSP = 4.4 \frac{kWh}{kW}$$

8,760 h: Horas correspondientes al periodo de un año.

Sustituyendo:

$$Energía_{anual} = 100 kW \times \frac{4.4 \frac{kWh}{kW}}{24} \times 8760h$$

$$Energía_{anual} = 160 MWh$$

- El costo de O&M anual es de entre 39 US\$ y 45.00 US\$ por kWp.
- Préstamo por el 70 % de la inversión inicial al 8% a 10 años.
- La tasa del Impuesto sobre la Renta 30%, exención los primeros 10 años.
- El periodo máximo de depreciación para equipos es de 10 años.
- La generación de electricidad disminuye 20% a los 20 años.
- La Tasa Interna de Retorno es de 10%.

La variable a tomar en cuenta será el precio de la instalación FV por kW instalado.

$$P_1 = 2000 \frac{US\$}{kW}, P_2 = 2500 \frac{US\$}{kW}, P_3 = 3500 \frac{US\$}{kW}$$

Resultado

A fin de cumplir con las restricciones mencionadas y considerando la participación en un proceso de libre competencia, el precio de venta de la energía para los 3 casos sería aproximadamente:

$$CLP_1 = 225 \frac{US\$}{MWh} \quad CLP_2 = 280 \frac{US\$}{MWh} \quad CLP_3 = 390 \frac{US\$}{MWh}$$

Tomar en cuenta que esta simplificación es una sensibilidad de muchas combinaciones posibles, al variar otro parámetro el resultado podría ser demasiado optimista o pesimista (Modificar la Tasa Interna de Retorno al 12%, el factor de capacidad al 20%, el precio de la instalación a 1000 $\frac{US\$}{kW}$, etc.)

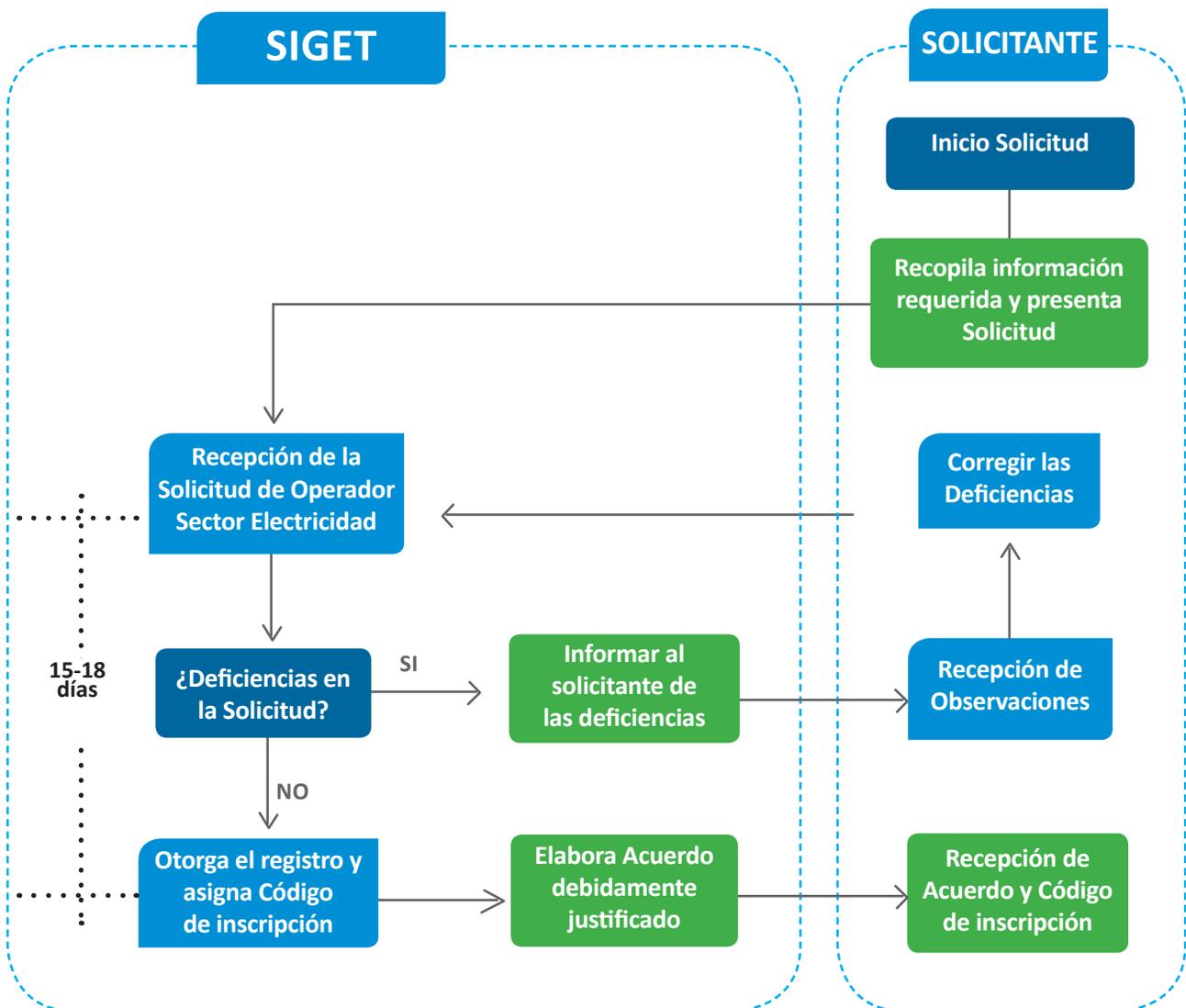
inicio a la tramitología que se requiere a fin de poder iniciar las obras de construcción. Cabe aclarar que de tener firmeza en la inversión a realizar podría dar inicio paralelamente los procedimientos y procesos con las instituciones involucradas en el ciclo del proyecto previo a la construcción.

A partir de lo mencionado en el apartado 3. Marco regulatorio aplicable al proyecto, será necesario realizar los procedimientos que a continuación se mencionan.

5. Tramitología y procedimientos

Al tener finalizado el análisis técnico-económico, se puede dar

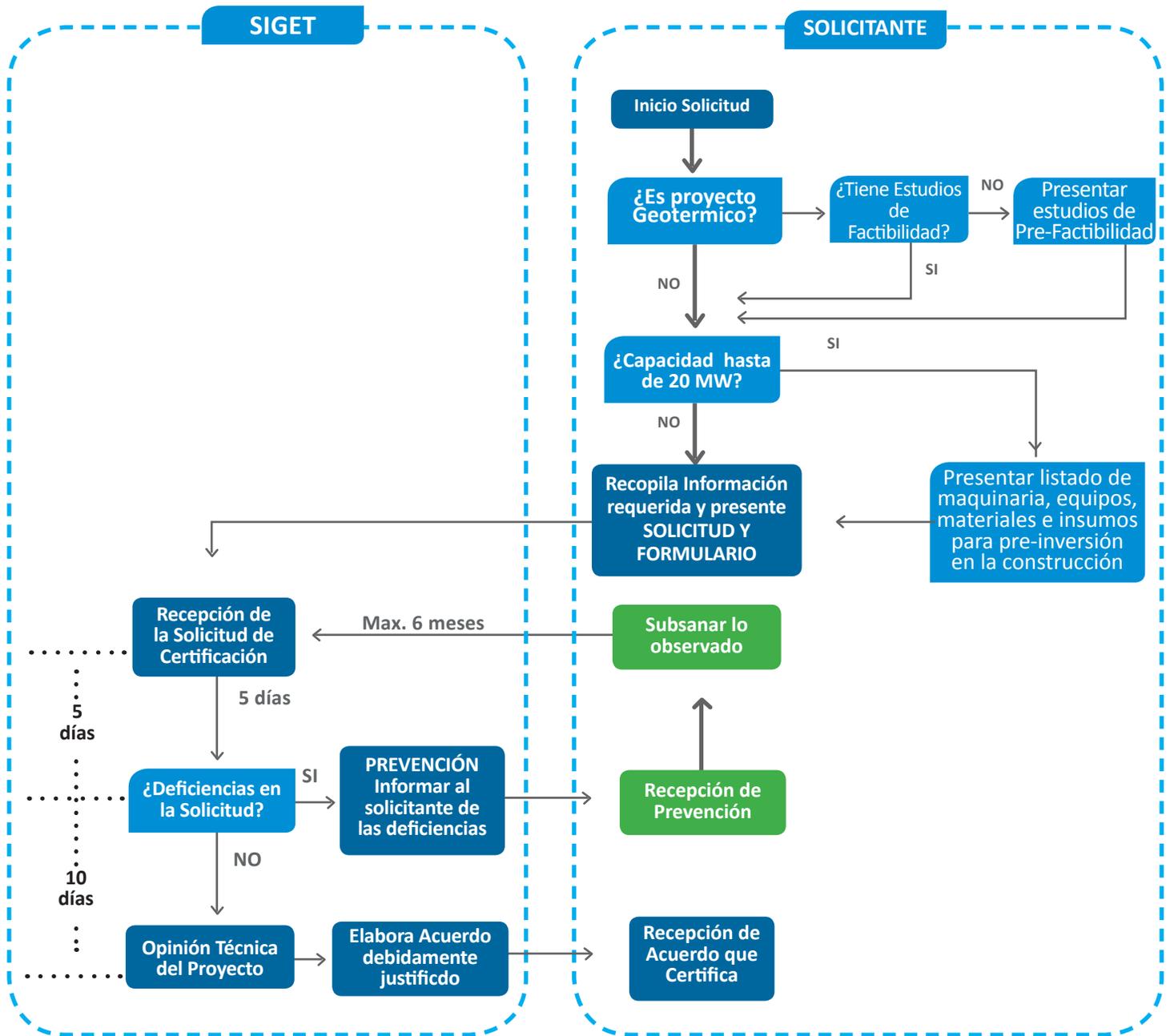
5.1 Inscripción en el Registro de SIGET – Generador y otro operador



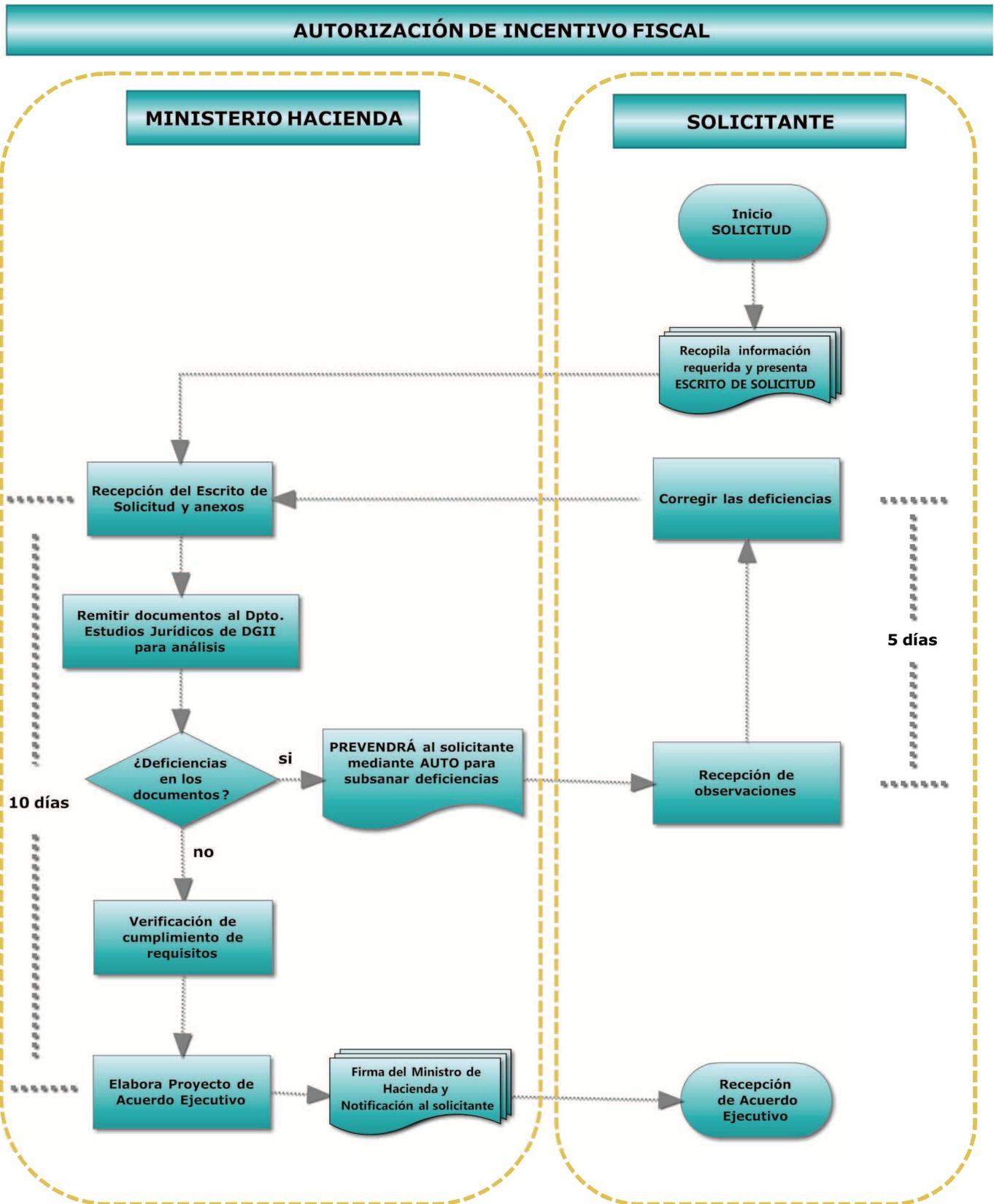
Nombre de la Institución	SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
Unidad Institucional Responsable		Oficina de Registro de Electricidad y Telecomunicaciones
Formas de contactarla	Dirección	Sexta Décima Calle Poniente y 35 Avenida Sur No. 1907, Col. Flor Blanca, San Salvador, El Salvador
	Sitio Web	www.siget.gob.sv
Documentación a presentar	Formulario	<p>Formulario de Inscripción, que pueden obtenerse en forma personal o a través de internet en: http://www.siget.gob.sv/index.php/temas/tema-n/documentos/formularios</p> <p>Este documento tiene dos modalidades, para persona natural o para empres (persona jurídica):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulario de inscripción para persona natural área de electricidad ó • Formulario de inscripción para personas jurídicas área de electricidad
	Documentos adicionales	En el formulario se detalla la documentación adicional que debe acompañar a cada uno de los formularios, la cual, es diferente.
Tiempo de gestión		15 – 18 días hábiles
Legislación aplicada		<p>LEY GENERAL DE ELECTRICIDAD CAPITULO I -DISPOSICIONES GENERALES En el artículos 7, se establece que la SIGET, es la institución donde se debe tramitar y registrar, a los generadores de energía eléctrica y a todos los otros operadores del mercado eléctrico nacional, mediante la inscripción en el Registro de Operadores del Sector Electricidad. También en el mismo se establece la tasa de actualización anual, o renovación, en este registro para los generadores.</p> <p>REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE ELECTRICIDAD. CAPITULO IV – DE LOS CONTRATOS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN El procedimiento para renovar la inscripción se abordan en el artículo 5, mediante una solicitud.</p>

5.2 Certificación de Proyectos Previa Autorización de Incentivo Fiscal

CERTIFICACION DE PROYECTOS LIF-Solicitar Incentivos Fiscales

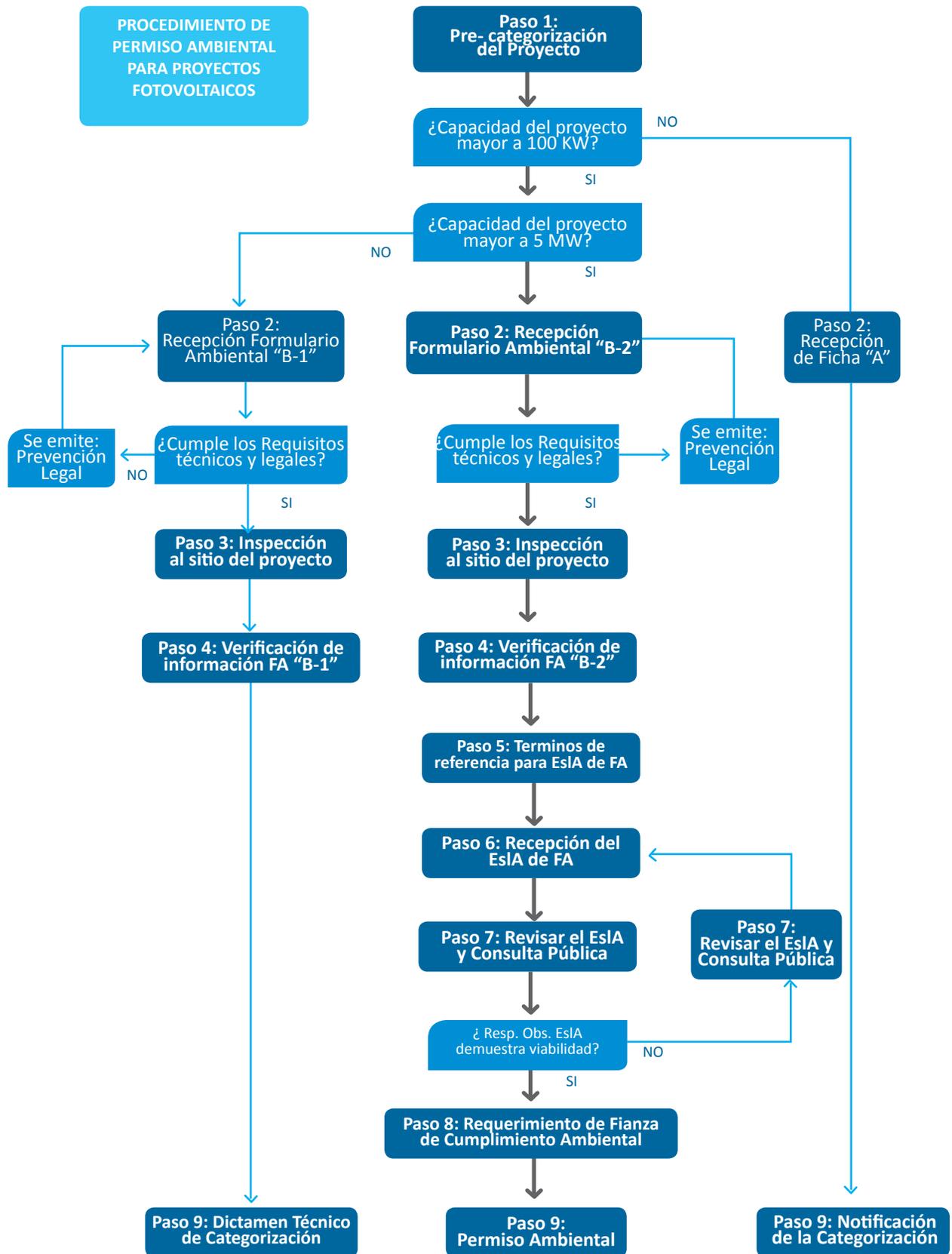


Nombre de la Institución	SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
Unidad Institucional Responsable		Gerencia de Electricidad
Formas de contactarla	Dirección	Sexta Décima Calle Poniente y 35 Avenida Sur No. 1907, Col. Flor Blanca, San Salvador, El Salvador
	Teléfono	(503) 2257-4440
	E-mail:	jose.regalado@siget.gob.sv
	Sitio Web	www.siget.gob.sv
Documentación a presentar		Formulario de acuerdo a la tecnología: <ul style="list-style-type: none"> • CTH-1, hidroeléctrica • CTG-2, geotérmica • CTE-3, eólica • CTS-4, solar • CTB-5, biomasa Documentos solicitados en cada formulario.
Tiempo de gestión		10 días hábiles
Legislación aplicada		<p>ACUERDO No. 162-E-2012 “Normativa Técnica para Caracterizar los Proyectos que aprovechan las Fuentes Renovables en la Generación de Energía Eléctrica”,</p> <p>CAPÍTULO II Solicitud y formulariode certificación de proyectos con fuentes renovables de energía en la generación de energía eléctrica.</p> <p>Todos los requisitos que debe incluir la solicitud están detallados en el artículo 8; y en el 9 se establece forma de presentación y algunos detalles a considerar en la información solicitada en el artículo anterior.</p> <p>La información que debe incluir un estudio de factibilidad esta listada en el artículo 10.</p> <p>Para los proyectos hidroeléctricos y geotérmicos en el artículo 11 se establece “la concesión del recurso”, dentro de los documentos a anexar.</p> <p>El tiempo de gestión y otros plazos se detallan en el artículo 14 y en el 17.</p> <p>Los proyectos geotérmicos pueden tener un trato especial en la documentación que presenten, esto se explica en el artículo 15.</p> <p>En el artículo 16 se establece un beneficio especial para proyectos con capacidad menor o igual a 20 MW, donde toda la maquinaria, equipos, materiales (incluido la línea eléctrica) e insumos pueden tener exención del pago DAI.</p>



Nombre de la Institución	MH	Ministerio de Hacienda
Unidad Institucional Responsable		Dirección General de Impuestos Internos (DGII)
Formas de contactarla	Dirección	Área de Correspondencia del Centro de Servicios al Contribuyente del Ministerio de Hacienda. (ex Bolerama Jardín) Calle Alvarado y Diagonal Centroamérica No. 4, contiguo a Edificio Tres Torres (ex-Bolerama Jardín), San Salvador.
	Teléfono	(503) 2244-3000 y 2237-3000
	E-mail:	info@mh.gob.sv
	Sitio Web	www.mh.gob.sv
Documentación a presentar		<p>Presentar por escrito de solicitud de Calificación del Proyecto, especificando los beneficios e incentivos fiscales de la Ley, dirigido a la Dirección General de Impuestos Internos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El escrito debe ir firmado por el titular del proyecto, en caso de personas jurídicas, por parte de su representante legal o apoderado facultado para ello. Dichas firmas deberán ir autenticadas por notario. • El escrito debe indicar: <ul style="list-style-type: none"> a) Generales del solicitante, y en su caso también de quien lo represente legalmente. b) Tipo de Beneficios Fiscales a los que pretende acogerse, de conformidad con los literales a), b) y c) del art. 3 de la Ley de la materia. c) Consignar lugar para oír notificaciones
		<p>DOCUMENTOS que se deben ANEXAR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documentación certificada por notario, con la que acredite en debida forma la personería con la que actúa. • Copia certificada de N.I.T. • Acuerdo emitido por SIGET, en el que se certifique el proyecto, con la correspondiente opinión técnica sobre la naturaleza del mismo. <p>Caso Especial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para el caso del art. 3 literal c) de la Ley, deberá agregar el Contrato de Venta de las Reducciones Certificadas de Emisiones (R.C.E.).
Tiempo de gestión		10 días hábiles
Legislación aplicada		<p>LEY DE INCENTIVOS FISCALES Artículo 3: establece los tipos de beneficios fiscales a los que pueden acogerse. La competencia de calificar el goce de los beneficios e incentivos fiscales se determina en el artículo 7. En el Capítulo V, artículos del 11 al 17, se detallan los procedimientos, plazos de gestión, recursos y vigencia de la ley.</p> <p>REGLAMENTO DE LA LEY DE INCENTIVOS FISCALES En el artículo 11 se listan la información y los documentos que deben presentarse con la solicitud escrita. Y en el artículo 12 se detallan procedimientos y plazos. Sobre el procedimiento y plazos para completar información por requerimiento del Ministerio, se explica en el artículo 15</p>

5.4 Permiso Ambiental Para Proyectos Fotovoltaicos



Nombre de la Institución	MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Unidad Institucional Responsable		Dirección General de Evaluación y Cumplimiento
Formas de contactarla	Dirección	Edificio MARN (Instalaciones ISTA) 2a Calle y Col. Las Mercedes, San Salvador
	Teléfono	(503) 2132-6276
	E-mail:	medioambiente@marn.gob.sv
	Sitio Web	www.marn.gob.sv
Documentación a presentar	General	En los "Requerimientos Técnicos Generales", están detallada la información que debe proporcionarse y en la forma en que debe entregarse al Ministerio. Todos los formularios se encuentran en : http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=94&Itemid=161
	General	Se solicita Documentación Legal, de acuerdo a la razón social: <ul style="list-style-type: none"> • persona natural • persona jurídica • Alcaldía • Institución autónoma • Institución gubernamental
	Grupo A	Ficha de información para las actividades, obras o proyectos del grupo "A" de la categorización
	Grupo B 1	<ul style="list-style-type: none"> • Formulario para proyectos termoeléctricos, geotérmicos e hidroeléctricos y líneas de transmisión. • Carpeta Técnica - En el documento "Requerimientos Técnicos Generales" se lista el contenido de la misma.
	Grupo B 2	En la "Lista de chequeo de verificación de documentación técnica para admisión del Formulario Ambiental para iniciar el proceso de Evaluación Ambiental de proyectos de Urbanización, Lotificación y Obras de Construcción e Infraestructura" se presentan todos los documentos e información que debe anexarse y en la forma en que debe hacerse.
Tiempo de gestión	Grupo B 1	10 días hábiles
	Grupo B 2	170 días hábiles
Legislación aplicada		<p>ACUERDO No. 33</p> <p>En el Acuerdo No. 33 – Se modifica el Acuerdo Ejecutivo No. 39 de fecha 26 de abril de 2007, que contiene la Categorización de Actividades, Obras y Proyectos, según manda la Ley de Medio Ambiente.</p> <p>En el Anexo 1, se categorizan los que aprovechan la energía solar para la generación de calor o energía eléctrica. Se listan las actividades que en cada una de los Grupos A y B, donde los primeros no requieren presentar documentación ambiental; y en los segundos se establecen dos categorías: grupo B categoría 1 con moderado potencial de impacto ambiental y el grupo B categoría 2, se clasifican las actividades, obras o proyectos que requieren elaborar un estudio de impacto ambiental.</p>

En la siguiente figura, se presentan las etapas generales de un proyecto con los permisos que deben tramitarse. Se debe considerar que para el caso de estudio de este documento no todos los puntos aplican. El orden de presentación de estas gestiones es secuencial, de tal forma que algunos trámites son prerequisites para la siguiente gestión.

Permisos-Ciclo Proyectos

IDEA	Anteproyecto	Diseño Constructivo	Operación y Mantenimiento	Cierre	
Diseño Conceptual	Proyecto Básico				CONCULTURA
Solicitud de Inspección Técnica	Permiso Ambiental de construcción			Plan de Abandono	MARN
	-Solicitud de Concesión -Certificación de Proyectos LIF	Inscripción Generador Autorización de Incentivo Fiscal	Informe de Operación Anual y Auditoría Amb.	Retirar registro de generador	SIGET
	-Solicitud Permiso Estudio	-Permiso de proyectos -Perm- uso vía	Renovar la inscripción		MH
Factibilidad de Proyectos		Recepción de Obra			VMVDU
Fact. Desechos sólidos		Inscripción del inmueble			ALCALDIA
Solicitud de Factibilidad Eléc.	Solicitar presupuesto Interconex.	Carta intención contrato Inter.	Ejecución del contrato	-Tramite desconexión -Termino contrato	DISTRIBUIDORA
Solicitud de Factibilidad Eléc.	Solicitud de Interconexión	-Contrato Inter -Acta compr.			ETESAL
	Solicitud de inscripción	Firmar contrato			UT
		Solicitar financiamiento	Seguimiento de crédito		S. FINANCIERO
-Factibilidad AN y AP. -Carta no afectación					ANDA
Autorización Inst. y func. STAR					MINSAL

**FOMENTANDO EL USO DE FUENTES RENOVABLES
DE ENERGÍA EN EL SALVADOR.**

Caso de estudio: Proyecto fotovoltaico en techo conectado a la red.
Primera publicación.
Marzo 2013.

Edición:

Dirección de Desarrollo de Recursos Renovables del Consejo Nacional de Energía (CNE).

Con el apoyo de:

Agencia Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ).

Se permite la reproducción total o parcial de este documento siempre y cuando se cite la fuente. No se permite la reproducción para fines comerciales.



cooperación
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Publicado por la

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Calle el Mirador y 9a. Calle Poniente No. 249
Col. Escalón, San Salvador
PBX: 2233-7900

www.cne.gob.sv