

# Informando la Política de Generación Distribuida de México con Análisis del Modelo para Asesoría de Sistemas (SAM)



DISTRIBUTED PHOTOVOLTAICS TOOLKIT



Figura 1. El Secretario de Energía de México, Pedro Joaquín Coldwell, presenta los beneficios de los sistemas fotovoltaicos distribuidos (DPV) en el informe de SENER “Beneficios de la Generación Limpia Distribuida y la Eficiencia Energética en México”. (Foto de cronica.com)

## El gobierno mexicano apunta a generar el 35% de su electricidad a través de fuentes limpias energía para 2024 como parte de su estrategia integral para reducir las emisiones de carbono y abordar el cambio climático.

De manera similar, México se ha comprometido a una reducción del 22% en las emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2030 de acuerdo con su Contribución Nacional Determinada (NDC). En diciembre de 2015, México aprobó la Ley de Transición Energética, que proporciona un marco legal para una variedad de acciones que ayudarán a México a lograr su despliegue de energía limpia y objetivos de reducción de emisiones. La ley regula el uso sostenible de la energía, articula las obligaciones de la industria eléctrica con respecto a los objetivos de energía limpia de México, y establece un sistema de certificado de energía limpia negociable para cumplir los objetivos de energía limpia.

El Gobierno de México (GOM, por sus siglas en inglés) ha reconocido el potencial

de la generación distribuida limpia o generación distribuida (GD) para contribuir significativamente a los objetivos de energía limpia y NDC de México.

La aprobación de la Ley de Transición Energética (LTE) ha creado un momento único en la historia de México para establecer políticas, regulaciones y procedimientos técnicos para alentar el crecimiento del mercado de GD en México. Sin embargo, aún quedan preguntas importantes sobre cómo valorar justamente la GD y fomentar un crecimiento de mercado inclusivo y equitativo que sea beneficioso para los inversionistas, los contribuyentes de electricidad, los distribuidores de electricidad y la sociedad.

El Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL) de los EE.UU se ha asociado con instituciones del sector energético y partes interesadas en México para brindar apoyo analítico oportuno y experiencia para ayudar a informar los procesos de formulación de políticas. en una GD limpia. Este documento describe dos intervenciones de asistencia técnica que utilizaron el Modelo de Asesor del Sistema (SAM) para informar los procesos de formulación de políticas de GD para GOM. a lo largo de 2016, con un enfoque en la regulación y política solar en tejados. Estas intervenciones de asistencia técnica fueron realizadas por expertos de NREL, en estrecha colaboración con el personal de varios departamentos de GOM, bajo el Programa de Energía Limpia de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

Las siguientes secciones describen brevemente los aspectos contextuales relevantes de la política energética nacional, así como el proceso de análisis, hallazgos clave e impactos. Ambos ejercicios analíticos descritos en este informe utilizaron el modelo SAM de NREL, que puede examinar el rendimiento técnico y económico de los sistemas solares distribuidos (ver *Usando el Modelo de Asesor del Sistema para el Análisis Fotovoltaico Distribuido en México*). Por lo tanto, se proporcionará algún detalle adicional sobre cómo se utilizó el modelo SAM en estos análisis para proporcionar estimados creíbles y basados en la ciencia para informar las políticas públicas.

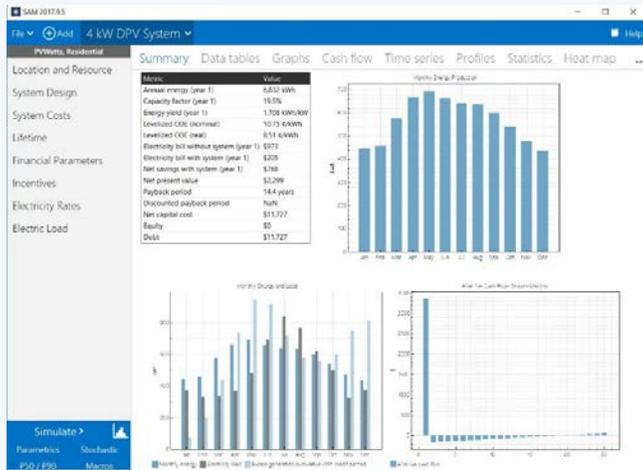
## Informar a la Comisión Reguladora de Energía sobre la Política de Compensación de Paneles Solares en los Tejados de México

El primer análisis descrito en este documento se realizó con la Comisión Reguladora de Energía de México (CRE) entre julio y septiembre de 2016; fue diseñado para informar discusiones internas en CRE, centrándose en cómo los clientes podrían verse afectados por los posibles cambios en los mecanismos de medición y facturación de GD en México. Los resultados de este análisis se utilizaron para informar una actualización del marco regulatorio de la GD de México publicado en febrero de 2017.

## Una Cuantificación Multiperspectiva de Beneficios de Paneles Solares en los Tejados en México con la Secretaría de Energía

El segundo análisis descrito en este documento se realizó bajo el liderazgo de la Secretaría de Energía de México (SENER), analizar los beneficios potenciales de la GD del sector residencial y la eficiencia energética desde las perspectivas de (a) clientes individuales, (b) la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de México, y (c) medio ambiente. El proceso de análisis comenzó en julio de 2016 y concluyó con la publicación del informe de análisis en diciembre de 2016.

### Usando el Modelo de Asesor del Sistema para el Análisis Fotovoltaico Distribuido en México

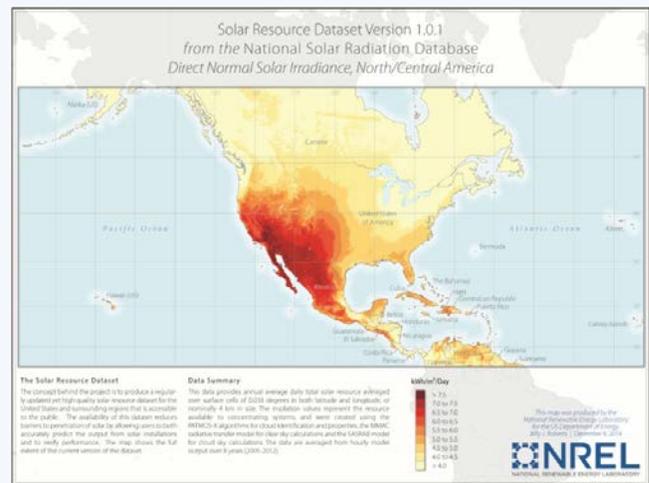


en cuenta los patrones de consumo de los clientes, las tarifas de electricidad minorista, los esquemas de compensación de DPV, los precios del sistema y una variedad de otros insumos técnicos y económicos. Se puede usar para crear perfiles de generación por hora para proyectos solares en tejados, realizar un período de amortización o análisis de retorno de la inversión, o probar el impacto de varias políticas públicas de DPV en la economía de los clientes. En 2016, SAM fue adaptado para realizar análisis de DPV en México mediante (1) adaptación de datos meteorológicos mexicanos de alta fidelidad de la Base de Datos Nacional de Radiación Solar y (2) inclusión de tarifas de electricidad minorista mexicanas en la base de datos de tarifas de servicios públicos de OpenEI de EE.UU. Estas actualizaciones importantes ahora permiten a los usuarios diseñar de manera rápida y sencilla casos mexicanos.

En diciembre de 2017, se desarrolló un ejemplo de caso mexicano para permitir el análisis adicional específico de México por parte de otras entidades. Una demostración por medio de un webinar en español de SAM está disponible aquí.

SAM es un software gratis de vanguardia para simular el rendimiento y la economía de los proyectos de energía renovable. SAM crea predicciones de rendimiento técnico, estimaciones de costo de energía nivelado, cálculos de flujo de efectivo y una gama de otras medidas cuantitativas para proyectos de energía conectados a la red basados sobre los costos y los parámetros de diseño del sistema especificados por el usuario. Los proyectos pueden simularse desde el punto de vista del cliente - comprar y vender electricidad a tarifas específicas, o desde el punto de vista del desarrollador del proyecto, vender electricidad a un precio negociado a través de un acuerdo de compra de energía. La herramienta es desarrollada y mantenida por NREL y está disponible para su descarga sin costo desde: <https://sam.nrel.gov>.

Entre otras tecnologías de energía renovable, SAM ofrece un tratamiento fácil de usar y detallado de energía fotovoltaica distribuida (DPV), incluyendo sistemas solares en los tejados. El modelo tiene



### INFORMANDO LA POLÍTICA DE COMPENSACIÓN DE PANELES SOLARES EN TEJADOS DE MÉXICO CON LA CRE

**Contexto:** CRE es el regulador nacional de energía en México, responsable de diseñar, implementar y hacer cumplir una gama de regulaciones económicas y técnicas en los sectores de electricidad, petróleo y gas natural. Dentro de esta capacidad, CRE define cómo se compensa a los propietarios de los sistemas de GD por la electricidad que producen. Tienen el propósito de modificar los acuerdos de facturación y medición de GD, las tarifas minoristas y las tasas de venta de GD.

En virtud de la Ley de Transición Energética de diciembre de 2015, se le dio a CRE la obligación legal de ofrecer un esquema de compensación para la GD que reflejara el valor del recurso. La CRE por lo tanto, estaba interesada en explorar las diversas opciones a su disposición para cumplir con la ley, mismo tiempo que garantiza la salud del naciente mercado solar en los tejados de México.

Tabla 1. Mecanismos primarios para que CRE influya en la compensación del cliente GD. Para obtener más información sobre los términos en esta tabla, ver Zinaman et al. (2017).

¿Cómo puede la CRE influir en la compensación del cliente de GD?	
<b>Arreglos de Medición y Facturación</b>	La CRE define cómo se miden y facturan los flujos de electricidad relacionados con el consumo y la generación. Opciones comunes que incluyen medición neta de energía (net energy metering [NEM]), facturación neta (net billing [NB]), y venta total de energía (buy-all, sell-all [BASA]).
<b>Diseño de tarifa de venta</b>	La CRE define el nivel exacto de compensación que recibe el propietario de un sistema GD por la electricidad exportada desde el sistema GD a la red pública y también establece las condiciones bajo las cuales los clientes reciben créditos y/o pagos en efectivo por sus exportaciones.
<b>Diseño de tarifa minorista</b>	La CRE define los cambios en las tarifas minoristas para los clientes que instalan los sistemas GD, y también para las tasas de venta al por menor de manera más amplia, que puedan tener implicaciones financieras para los propietarios de GD bajo los acuerdos de Net Energy Metering y Net Billing.

**Pregunta de análisis:** A través de una serie de discusiones con NREL en el verano de 2016, la unidad de Regulación de Energía Limpia de CRE decidió explorar cómo tres opciones diferentes para los acuerdos de medición y facturación impactarían la economía de DPV para los clientes en México.

**Pregunta de análisis de alto nivel**

¿Cuál es la economía relativa de tres esquemas de mecanismo de compensación potencial para clientes residenciales en México?

El siguiente paso fue traducir esto en una pregunta de análisis concreta y con buena respuesta, con énfasis en seleccionar un enfoque conveniente, dado que el resto del proceso de desarrollo del marco regulatorio -incluyendo el establecimiento de reglas que rigen la interconexión, la propiedad y los requisitos del equipo- avanzaba con gran velocidad. CRE también expresó un interés particular en explorar cómo incorporar los precios marginales locales (LMP) del mercado de energía mayorista mexicano recientemente lanzado en los esquemas de compensación de clientes GD, ya que podría ser una construcción útil para cumplir con su obligación legal de proporcionar un esquema de compensación basado en el valor.

Debido a que no es posible modelar a todos los clientes en todas las ubicaciones en México, el equipo de análisis encontró un desafío clave en muchos análisis de DPV: la formulación de clientes de DPV promedio creíbles para los cuales los resultados podrían simularse y entenderse para generar perspectivas de política más amplias (ver *La importancia de formular clientes promedio creíbles en análisis de políticas de DPV*). En asociación con CRE, el equipo decidió simular clientes residenciales de bajo uso y alto uso en las ciudades de Tijuana, Monterrey, Guadalajara, Mérida y Ciudad de México. Estas ciudades fueron seleccionadas debido a sus diversos patrones climáticos y los distintos niveles de precios del mercado mayorista. El número total de clientes de DPV modelados en el análisis llegó a 30, para acomodar tres mecanismos de compensación, cinco ubicaciones y dos tipos de niveles de consumo con los aranceles correspondientes.

Los mecanismos de compensación modelados (CM) para el análisis se describen en la Tabla 2. Tenga en cuenta que CM # 1 refleja una política de referencia/negocio como de costumbre.

**Necesidades de datos clave y supuestos:**

La construcción de clientes DPV individuales requería una gama de datos de entrada y supuestos.

El equipo utilizó los datos de consumo promedio mensual de los clientes de la empresa eléctrica, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y las descripciones de las tarifas minoristas de CRE. Los supuestos técnicos estándar del modelo SAM para sistemas DPV se usaron en aras de la simplicidad analítica. Para cada cliente modelado, los sistemas de DPV se dimensionaron para producir una cantidad de energía equivalente al 100% del consumo anual del cliente.

Dos tipos de datos resultaron bastante difíciles de adquirir para México. El primero, que a menudo es difícil de adquirir en los mercados de DPV en etapa inicial, fueron estimaciones creíbles de los costos del sistema DPV. Aquí, el valor finalmente se formuló a través de conversaciones informales con desarrolladores solares y otras partes interesadas de la industria en México. El segundo tipo de datos que fue difícil de adquirir fueron los datos de consumo por hora del cliente. Esto es particularmente importante cuando se examinan los aspectos económicos de las políticas de Facturación neta debido a que, bajo estos esquemas, las inyecciones de la red se convierten inmediatamente en crédito de facturas (a diferencia de créditos de kilovatios-hora bajo NEM). Para estos datos, se utilizó la calculadora de perfil de carga endógena del modelo SAM, basada en los datos

meteorológicos locales y las características típicas de los hogares mexicanos.

**Resultados:** El equipo realizó un análisis simple del período de recuperación mediante el modelo SAM de NREL para 30 clientes de DPV, con resultados que se muestran en la Tabla 3.

En general, se encontró que, si la política actual se cambiara al CM # 2, los clientes potenciales de DPV residenciales podrían ver disminuir su propuesta de valor entre 6% y 35% en términos del período de recuperación simple. Si los clientes debían inscribirse en el CM # 3, enviando toda la producción de DPV a la red de suministro energético en la LMP horaria correspondiente, los períodos de recuperación en algunos casos podrían ser más del doble.

**Impacto:** Los resultados de este análisis se presentaron en varias reuniones internas interdepartamentales en CRE. Después de dilucidar el alcance de la propuesta de valor de DPV reducida de los esquemas de compensación basados en el mercado, CRE decidió ofrecer CM # 2 y CM # 3 como opciones para los clientes mientras mantienen el CM # 1, que permitió el cumplimiento de la Ley de Transición Energética. Dado el surgimiento del mercado mexicano de DPV y la falta de un despliegue significativo hasta la fecha, CRE también decidió aumentar el CM

Tabla 2. Tres Mecanismos de Compensación Modelados

	Medición y Facturación	Tasa de venta	Tarifa Minorista*
CM #1	Medición de energía neta (NEM)	Sin compensación por exceso de generación neta	Clientes de bajo consumo: Tarifa 1 o 1C Clientes de alto consumo: Tarifa DAC
CM #2	Facturación neta (NB)	LMP en tiempo real para todas las inyecciones de la red de suministro	
CM #3	Venta total de energía (BASA)	LMP en tiempo real para toda la producción	

\*En México, no todas las tarifas residenciales están disponibles en todas las ubicaciones, y los clientes pueden colocarse en diferentes clases de tarifas en función de su consumo. Por lo tanto, la tarifa minorista de bajo consumo que se muestra en la Tabla 2 puede cambiar en función de la ciudad, y se asumen tarifas distintas para los clientes residenciales de bajo y alto consumo.

Tabla 3. Resultados del análisis del período de recuperación [años] por consumo del cliente, ubicación y mecanismo de compensación

	Consumo Bajo			Consumo Alto		
	#1 NEM	#2 NB	#3 BASA	#1 NEM	#2 NB	#3 BASA
TIJ	14	19	27	10	13	27
MON	16	20	24	14	16	24
GUAD	13	15	17	9	10	17
MER	16	17	18	14	15	18
CDMX	13	16	19	11	12	19

### La importancia de formular clientes promedio creíbles en análisis de políticas de DPV

Los mercados de DPV comprenden una multitud de clientes individuales que han tomado la decisión personal de invertir en un sistema solar para su hogar o negocio. Todos los clientes son únicos con respecto a la cantidad de electricidad que consumen, dónde se encuentran, el costo, el tamaño y el rendimiento de su sistema DPV y una variedad de otras características importantes.

Debido a que es imposible simular los impactos de los cambios a la política de DPV en todos los posibles clientes, y sin herramientas sofisticadas de previsión de adopción del mercado como NREL's dGen Model (ver Sigrin et al., 2016), es importante diseñar clientes de DPV que exhiban características promedio y sean estadísticamente representativos del mayor grupo de clientes potenciales de DPV. Al hacerlo, podrían obtenerse ideas más amplias sobre el impacto potencial de un cambio de política particular en el mercado de DPV, o en un cierto segmento de clientes impactados.

Si bien la creación de clientes promedio no es de ninguna manera un enfoque perfecto, sin embargo, es una construcción útil para obtener información sobre los impactos más amplios de las políticas.

Los clientes individuales de DPV modelados por un análisis, sirven como la piedra angular de cualquier estudio de análisis de políticas de DPV.

- El análisis descrito en esta sección formuló clientes residenciales individuales diseñados para representar el mercado DPV residencial más amplio en México, de modo que la economía cambiante de la inversión DPV residencial debido a los cambios en la regulación podría entenderse mejor.
- En un estudio diferente (Tongsopit et al. 2017), los analistas formularon clientes representativos de DPV residenciales, comerciales e industriales en una multitud de ubicaciones en Tailandia. El análisis luego escala el impacto financiero de esos clientes de DPV en los servicios de distribución tailandeses por 3,000 MW de DPV.

# 1 existente para compensar a los clientes por los créditos de kilovatios hora caducados a la tasa de mercado de la energía. Anteriormente, el cliente los confiscó a la utilidad sin compensación. En febrero de 2017, estos cambios fueron codificados en el “Manual para la interconexión de centros de generación con una capacidad inferior a 0.5 MW” (CRE 2017).

### UNA CUANTIFICACIÓN MULTIPERSPECTIVA DE BENEFICIOS DE PANELES SOLARES EN TEJADOS DE MÉXICO

**Contexto:** SENER es el principal departamento de GOM responsable de la formulación e implementación de la política energética nacional. Según la Ley de Transición Energética de diciembre de 2015, SENER tenía la obligación legal de estudiar los beneficios de la GD limpia y la eficiencia energética para los clientes residenciales.

**Pregunta de análisis:** Bajo el liderazgo de SENER, se formó un equipo de análisis multiinstitucional para realizar el estudio. El

esfuerzo incluyó una amplia comunidad de partes interesadas, incluidos los participantes de CRE, CFE, la Corporación Alemana para la Cooperación Internacional, la Iniciativa Climática Mexicana y varias universidades mexicanas. En febrero de 2016, SENER y el Centro de Investigación y Capacitación Económica en la Ciudad de México fueron anfitriones de una Asamblea para Estudio de Diseño de un día. La Asamblea se centró en el aspecto solar distribuido de la ley, identificando metodologías de análisis relevantes, definiendo qué beneficios específicos se cuantificarían y formulando una lista de requisitos de datos de varias instituciones.

Después de una discusión extensa de los conjuntos de datos disponibles, herramientas y enfoques analíticos, la Asamblea arrojó

#### Pregunta de Análisis de Alto Nivel

¿Cuáles son los beneficios de la energía solar distribuida para clientes residenciales, el gobierno de México y el medio ambiente?

resultados de análisis específicos y deseados, que se describen en la Tabla 4.

El número total de clientes de DPV modelados en el análisis fue de 336, acomodando siete clases de clientes residenciales, 16 divisiones de tarifas geográficas y tres ciudades por división de tarifas. SAM fue seleccionado como la herramienta para simular estos clientes de DPV.

Tabla 4. Resultados del Análisis de Beneficios de SENER DPV

¿Qué resultados produjo el análisis?	
<b>Perspectiva del Estado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evitó el pago de subsidio anual por parte de GOM por kilovatio de DPV instalado para las siete clases de clientes residenciales subsidiados en tres ciudades más pobladas de cada una de las 16 divisiones geográficas de tarifa en México bajo el marco actual de política de NEM.</li> </ul>
<b>Perspectiva del Cliente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro anual en cuentas de clientes por kilovatio de DPV instalado para siete clases de clientes residenciales subsidiados en tres ciudades más pobladas de cada una de las 16 divisiones arancelarias en México bajo el marco actual de políticas de NEM</li> <li>• Período de amortización del sistema DPV para cumplir con el 100% del consumo anual y con un precio de MXN \$35/W para siete clases de clientes residenciales subsidiados promedio en tres ciudades más pobladas de cada una de las 16 divisiones geográficas de tarifas en México bajo el marco actual de políticas NEM</li> </ul>
<b>Perspectiva Ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evitó emisiones anuales de CO2, NOx y SO2 por kW de instalación DPV para tres ciudades más pobladas en cada una de las 16 tarifas geográficas divisiones en México [48 casos]</li> <li>• Se evitó el uso anual de agua de las centrales eléctricas de combustibles fósiles por kW de DPV instalado para las tres ciudades más pobladas en cada una de las 16 divisiones geográficas arancelarias en México</li> </ul>

La Secretaría, con el apoyo de un centro nacional de investigación, y dentro de los 365 días de la promulgación de esta ley, debe realizar un primer análisis sobre: a) posibles ahorros para el Estado, b) ahorros para los usuarios, y c) la reducción de la huella de carbono derivada de la instalación de tecnologías limpias de generación distribuida y diversas medidas de eficiencia energética para usuarios residenciales, en términos del artículo 10, fracción V, de la Ley de Transición Energética.

# Resultados y Consecuencias

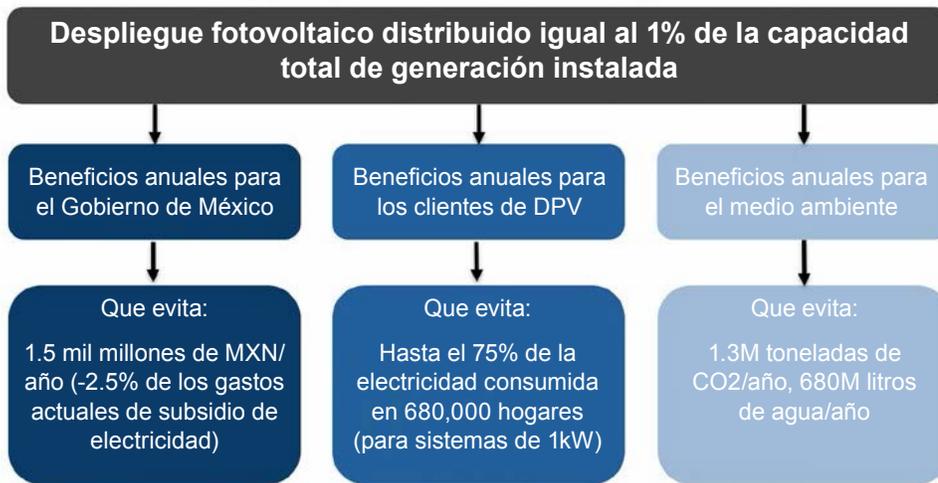


Figura 2. Beneficios asociados con una penetración de DPV del 1% en una base de capacidad para el estado, los clientes de DPV y el medio ambiente. Adaptado de SENER 2017.

## Necesidades de datos clave y supuestos:

Entre los principales desafíos de este análisis estaba caracterizar con precisión el complejo sistema de tarifas residenciales de México, que tienen distintas tarifas de energía de bloque de invierno y verano y cambios basados en la zona de temperatura y el mes. Las estructuras tarifarias residenciales también presentan cargos por factura mínima o cargos fijos diferenciados. Por lo tanto, el compromiso inicial con la CRE para aclarar estos aspectos del diseño tarifario fue un paso importante para garantizar una representación precisa de los aranceles.

El equipo de análisis también tuvo que adquirir información confidencial sobre los subsidios de tarifas de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de México, la cual cambió para cada una de las siete clases de clientes residenciales subsidiados. Además, los datos de carga mensual promedio se adquirieron de CFE para cada clase de clientes residenciales en cada una de las 16 divisiones de tarifas geográficas de México.

Como resultado del incipiente estado del mercado de DPV en México, no se dispuso de datos fiables sobre los costos de DPV. Por lo tanto, se asumió un costo de \$35 MXN/W

para los sistemas DPV basados en discusiones informales con desarrolladores solares.

Debido a la falta de datos del mercado mayorista por hora, se hicieron suposiciones simplificadas sobre los beneficios ambientales. Específicamente, se calcularon en base a las emisiones promedio y la intensidad del agua de la flota mexicana de generación eléctrica en 2015.

**Resultados:** El equipo formuló una secuencia de comandos de programación en SAM para manejar la gran cantidad de casos de clientes que se modelaron para el análisis. Con una cantidad tan grande de casos, los resultados fueron bastante detallados y extensos, y el análisis arrojó muchas ideas para SENER.

Para la perspectiva del cliente DPV, el análisis encontró que mientras que los ahorros en la factura anuales asociados con la implementación de DPV puede ser atractivo para los clientes residenciales de clase subvencionadas, estos clientes no era probable que instalaran DPV sin una intervención política importante, teniendo en cuenta los aspectos económicos de la inversión. Bajo los supuestos presentados en el análisis, los estimados del período de recuperación simple para los sistemas de DPV variaron de 15 a 26 años, con un valor promedio

## ¿Qué beneficio ofrece DPV al GOM?

Como una cuestión de política social y económica, el GOM subsidia directamente las tarifas de electricidad minorista para ciertos segmentos de clientes en todo el país, incluidos los clientes residenciales de bajo consumo, los clientes agrícolas y los clientes industriales regulados. Estos pagos de subsidios son un gasto presupuestario nacional significativo. Si estos clientes instalan sistemas DPV, comprarán un menor volumen de electricidad subsidiada del proveedor básico CFE, lo que reducirá los gastos anuales del GOM en subsidios de electricidad para ese cliente, sin que el cliente experimente ningún tipo de aumento de factura. Sin embargo, también es importante tener en cuenta que el GOM recauda un impuesto sobre las ventas del 18% en las facturas de electricidad, por lo que el beneficio GOM asociado con menores ventas de electricidad es un beneficio neto.

de 21 años. En comparación, los clientes residenciales de alto consumo que pagan una tasa significativamente más alta bajo la tarifa DAC (que se usa para subsidiar a otros clientes) estuvieron experimentando períodos de recuperación de entre 5 y 6 años.

Desde la perspectiva del Estado, los beneficios potenciales de los pagos de subsidios que se evitaron de la implementación de DPV cambiaron sustancialmente en función de la clase de tarifas y la ubicación. Bajo los supuestos presentados en el análisis, el despliegue de DPV por parte de clientes residenciales subsidiados, arrojó un promedio de MXN \$2,221 por kilovatio instalado de DPV por año para el Estado, pero varió de aproximadamente MXN \$1,500 a \$3,000. También se identificaron las regiones específicas y las clases de clientes con el mayor potencial de reducción de subsidios, que se pueden utilizar para informar la ubicación de posibles programas piloto para proporcionar un subsidio inicial para los sistemas DPV. Un resumen de los resultados del análisis se muestra en la Figura 2.

**Impacto:** Tal vez lo más significativo es que el análisis descubrió que existe una desconexión sustancial entre el lugar donde existen los mayores beneficios potenciales para el Estado, y donde es más atractivo desde el punto de vista financiero para los clientes invertir en sistemas DPV. A partir del análisis, SENER concluyó que, sin una intervención

Tabla 5. Resultados del período de recuperación (todas las ubicaciones) por clase arancelaria mexicana

	1	1a	1b	1c	1d	1e	1f	DAC
<b>Min.</b>	21	17	18	16	16	16	15	4.5
<b>Promedio.</b>	22	22	21	19	20	18	16	5.1
<b>Max</b>	26	27	26	22	27	21	17	6.0

de política pública, “la penetración de DPV en el mercado será muy lenta, y los beneficios sociales y ambientales no se observarán en el corto y mediano plazo “. Sin embargo, la propuesta de valor para el GOM para una intervención de política pública también quedó muy clara.

Un informe que resume los hallazgos fue publicado en enero de 2017 por el Secretario de Energía de México, Joaquín Coldwell.

“Una política pública bien respaldada puede ser un puente entre los beneficios para el gobierno federal y para los usuarios”. (SENER 2017)

Escrito por Owen Zinaman, Alexandra Aznar y James McCall, Clean Energy Transition Partners, LLC y National Renewable Energy Laboratory.

#### Jeff Haeni

División de Energía de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Oficina de Programas de Energía e Infraestructura  
Tel: + 1-202-712-0546  
Correo-e: [jhaeni@usaid.gov](mailto:jhaeni@usaid.gov)

#### Alexandra Aznar

Laboratorio Nacional de Energía Renovable  
Tel: + 1-303-275-3224  
Correo-e: [alexandra.aznar@nrel.gov](mailto:alexandra.aznar@nrel.gov)

Distributed Photovoltaics Toolkit forma parte de la plataforma técnica Greening the Grid, que aborda los desafíos técnicos relacionados con la modernización de la red y las prácticas más avanzadas para incorporar tecnologías energéticas avanzadas al sector energético. Greening the Grid cuenta con el respaldo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

**NREL**

[greeningthegrid.org](http://greeningthegrid.org)  
[nrel.gov/usaid-partnership](http://nrel.gov/usaid-partnership)

NREL es un laboratorio nacional del Departamento de Energía de los Estados Unidos, Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable, operado por Alliance for Sustainable Energy, LLC.

Contrato No. AEG-P-00-09-00003-00  
NREL/TP-7A40-71531 • Mayo de 2018

## MÁS INFORMACIÓN RESPECTO EL PROGRAMA FOTOVOLTAICO DISTRIBUIDO DE USAID



Foto de Roger Taylor, NREL 01027

### El programa Fotovoltaico Distribuido de USAID

Aceleración de la Implementación de Energía Fotovoltaica Distribuida en los Países Socios

Sitio web: <http://greeningthegrid.org/integration-in-depth/distributed-generation>

Este Programa Distribuido de Energía Fotovoltaica (DPV) de la División de Energía de USAID desarrolla la capacidad en los países socios a través de proyectos piloto y asistencia técnica en apoyo de la implementación del DPV. El Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL) de EE.UU. es el Agente Operativo de este programa, brindando análisis de vanguardia y mejores prácticas internacionales para actividades que se enfocan cuidadosamente en las necesidades y condiciones específicas de los contextos nacionales individuales.

Los proyectos en curso y pasados incluyen el trabajo de asistencia técnica en México, Ghana, Colombia, Jamaica y Tailandia. El equipo de NREL trabaja regularmente con las empresas de servicios públicos, los reguladores y los ministerios del gobierno, adoptando un enfoque holístico para la asistencia técnica y la creación de capacidad. Los temas específicos de DPV cubiertos bajo el programa incluyen (pero no están limitados a):

- Diseño de Mecanismo de Compensación DPV
- Códigos de Red Eléctrica, Estándares de Equipos y Procesos de Interconexión
- Análisis de Impacto Económico Solar Distribuido
- Formulación y Aumento de Políticas Públicas (incluidos programas de incentivos y diseño de tarifas)
- Mitigación de Barreras Legales e Institucionales para la Implementación de DPV
- Incorporación de DPV en la Planificación de Servicios Públicos
- Estrategias de Mitigación de Impacto Técnico para Servicios Públicos para DPV.