

# Utilización del mecanismo de balance neto para la promoción de la generación de electricidad descentralizada a partir de fuentes renovables en México



*Este proyecto está financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial*

Autor del Documento:

Factor (2017)

Colón de Larreátegui, 26, 48009 Bilbao, Bizkaia (España)

[www.wearefactor.com](http://www.wearefactor.com)

factorenergy@wearefactor.com

En el desarrollo de este informe han participado las siguientes personas:

**Tanya Moreno**, Ecoves;

**Hugo Lucas**, Factor;

**Juan Carlos Gómez**, Factor.

El caso de estudio se ha beneficiado de las aportaciones de:

Emmanuel Gómez y Pedro Muñoz.

Este proyecto está financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).

Este documento se inscribe en el marco del proyecto "*Mecanismos y redes de transferencia de tecnología relacionada con el Cambio Climático en América Latina y el Caribe*" (ATN/FM-14384-RG). Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este documento puede ser reproducida sin el permiso del Banco Interamericano de Desarrollo.



# Índice

## Índice general

<b>Acrónimos</b>	<b>6</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>7</b>
<b>2. Contexto nacional</b>	<b>8</b>
2.1. Marco social y macroeconómico	8
2.2. Sector energético	9
2.3. Marco institucional	13
2.4. Marco regulatorio y sector eléctrico	14
2.5. Tarifas	17
2.6. Otros mecanismos de apoyo a la generación distribuida	19
<b>3. Sistema de balance neto</b>	<b>21</b>
3.1. Introducción	21
3.2. Descripción del sistema de balance neto en México	22
3.3. Resultados de la implementación del sistema	24
<b>4. Discusión y lecciones aprendidas</b>	<b>27</b>
<b>5. Bibliografía</b>	<b>30</b>
<b>Anexo I: Solicitud de Contrato de interconexión</b>	<b>31</b>



## Índice de tablas

Tabla 1: Indicadores principales del marco socio-económico de México.	8
Tabla 2 : Estadísticas Nacionales	9
Tabla 3: Consumo de energía primaria por fuente (ktep)	10
Tabla 4: Consumo de energía final por sector	11
Tabla 5: Capacidad instalada y generación eléctrica 2015	12
Tabla 6: Indicadores del sistema eléctrico 2015	12
Tabla 7: Contratos de interconexión con balance neto.	17
Tabla 8: Ventas de electricidad de CFE por tipo de tarifa (GWh).	18
Tabla 9: Precio medio de venta a los usuarios finales por parte de CFE (PMx/kWh).	19
Tabla 10: Opciones de diseño del sistema de balance neto en México.	22
Tabla 11: Nuevo marco regulatorio generación distribuida bajo la LIE.	24
Tabla 12: Contratos de interconexión a diciembre del 2015.	25
Tabla 13: Capacidad por tipo de fuente y escala de contrato a diciembre 2015.	25
Tabla 14: Contratos por rangos de capacidad instalada a diciembre del 2015.	26

## Índice de figuras

Figura 1: Producción y consumo de energía primaria en México (ktep)	10
Figura 2: Organización del sector eléctrico después de la Reforma Energética.	15
Figura 3: Principales acciones regulatorias en materia de electricidad.	16
Figura 4: Tendencia en generación distribuida en México.	26



## Acrónimos

<b>ALC</b>	América Latina y Caribe
<b>BM</b>	Banco Mundial
<b>BT</b>	Baja Tensión
<b>CENACE</b>	Centro Nacional de Control de Energía
<b>CFE</b>	Comisión Federal de Electricidad
<b>COFEMER</b>	Comisión Federal de Mejora Regulatoria
<b>CONAVI</b>	Comisión Nacional de Vivienda
<b>CONUEE</b>	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
<b>CNH</b>	Comisión Nacional de Hidrocarburos
<b>CRE</b>	Comisión Reguladora de Energía
<b>FATERGED</b>	Financiamiento para acceder a tecnologías de energías renovables de generación distribuida
<b>FIDE</b>	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
<b>FIRCO</b>	Fideicomiso de Riesgo Compartido
<b>FOTEASE</b>	Fondo para la transición energética y el aprovechamiento sustentable de la energía
<b>FOVISSSTE</b>	Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
<b>INEEL</b>	Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias
<b>INFONAVIT</b>	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
<b>LAPEM</b>	Laboratorio de Pruebas y Equipos Materiales
<b>LARCI</b>	Iniciativa Climática Regional de América Latina
<b>LIE</b>	Ley de la Industria Eléctrica
<b>LSPEE</b>	Ley de Servicio Público de la Industria Eléctrica
<b>MEM</b>	Mercado Eléctrico Mayorista
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
<b>PEAER</b>	Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables
<b>PIB</b>	Producto Interior Bruto
<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>PRODESEN</b>	Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional
<b>RND</b>	Red Nacional de Distribución
<b>RTN</b>	Red de Transmisión Nacional
<b>SEN</b>	Sistema Eléctrico Nacional
<b>SENER</b>	Secretaría de Energía
<b>SIE</b>	Sistema de Información Energética
<b>SIN</b>	Sistema Interconectado Nacional
<b>SUTERM</b>	Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana



# 1. Introducción

México se encuentra inmerso en una reforma que afecta a los principales sectores energéticos: petróleo, gas y electricidad. La reforma constitucional, del 20 de diciembre de 2013, acabó con el monopolio estatal en la generación y comercialización de electricidad. Esta reforma fue seguida por un paquete legislativo de 21 regulaciones, incluyendo la Ley de la Industria Eléctrica, la Ley de Energía Geotérmica y la Ley del Petróleo (IRENA, 2015).

El Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables (PEAER) de 2014 tiene entre sus lineamientos “establecer objetivos y metas específicas para el aprovechamiento de energías renovables”, incluyendo objetivos de participación de renovables en la generación eléctrica. En este sentido, se fija un objetivo del 24.9 % de la electricidad procedente de fuentes limpias en 2018, 40 % en 2035 y 50 % en 2050. En el contexto mexicano el término energías limpias no sólo incluye energías renovables, sino que también engloba sistemas de cogeneración (independientemente del combustible), energía nuclear y generación con combustibles fósiles que incluya sistemas de captura y almacenamiento de carbono.

La capacidad instalada renovable total ha crecido de 10.5 GW en 2002 a 17.2 GW en 2015, con un crecimiento considerable de la energía eólica, que ha crecido desde los 100 MW en 2006 hasta 2,805 MW en 2015. Las renovables representaron, a finales del 2015, el 25 % de la capacidad instalada y el 15 % de la generación. Entre las renovables la energía hidroeléctrica representa la mayor parte de la capacidad, con 12.5 GW instalados (SIE, 2016). México, con 117,5 MW, es el país de ALC con mayor capacidad de generación distribuida instalada.

Además del mecanismo de balance neto que incentiva la generación distribuida a partir de energías renovables, se han puesto en marcha diversos mecanismos para el desarrollo a gran escala de dichas energías entre los que se encuentran: (i) subastas de electricidad de origen renovable; (ii) incentivos fiscales, como la depreciación 100 % de gastos en equipo para energías renovables en un único periodo fiscal o; (iii) financiación directa, a través del Fondo para la transición energética y el aprovechamiento sustentable de la energía (FOTEASE).

México invirtió en 2015 más de 4,000 millones de US\$ en energías renovables, un 105 % más que en 2014, lo que le sitúa como el 9º mayor inversor en renovables del mundo durante dicho año (FS-UNEP, 2016). El indicador “Climascope” que analiza el marco regulatorio y condiciones de inversión para las energías renovables en mercados emergentes situó a México en una meritoria tercera plaza entre los países de ALC, por detrás de Brasil y Chile (Fomin, UKAid, & BNEF, 2015). Finalmente, México se sitúa el 6º en el ranking de países más atractivos para realizar inversiones de energías renovables, según el indicador RECAI (EY, 2016).



## 2. Contexto nacional

### 2.1. Marco social y macroeconómico

En términos de PIB, México es la 2ª economía de ALC, solo por detrás de la de Brasil. México cuenta con una población de 121 millones de habitantes, de la cual el 78 % es urbana. La renta por habitante en el 2015 se situó en 9,010 US\$ per cápita. La Tabla 1 recopila los principales indicadores socio-económicos.

**Tabla 1: Indicadores principales del marco socio-económico de México.**

Fuente: Elaboración propia.

Indicador	Año	Valor	Unidad	Fuente
<b>Población</b>	2015	121	Millón de habitantes	BM <sup>1</sup>
<b>Población urbana</b>	2015	78	%	BM <sup>1</sup>
<b>Superficie</b>		1,972,500	km <sup>2</sup>	BM <sup>1</sup>
<b>PIB</b>	2015	1,144,000	M US\$	BM <sup>1</sup>
<b>PIB per cápita</b>	2015	9,010	US\$ per cap	BM <sup>1</sup>
<b>Crecimiento PIB</b>	2006-2015	2.9	% año	BM <sup>1</sup>
<b>Crecimiento PIB</b>	2011-2015	1.9	% año	BM <sup>1</sup>
<b>Crecimiento PIB</b>	2015	2.5	% año	BM <sup>1</sup>
<b>Facilidad para hacer negocios<sup>2</sup></b>	2015	38	Clasificación	BM <sup>3</sup>
<b>Desarrollo humano</b>	2015	0.756 (74)	Índice	PNUD <sup>4</sup>

En un ambiente internacional de bajos precios de petróleo por un periodo prolongado, de lenta expansión de los países más avanzados y, de desaceleración de las economías emergentes, la divisa mexicana (Peso) ha sufrido una depreciación en los últimos años. No obstante, según la OCDE, se espera un crecimiento del PIB del 3 % en 2017, reflejando de alguna manera las recientes reformas en materia financiera, energética y educativa, entre otras.

<sup>1</sup><http://datos.bancomundial.org/pais/mexico>

<sup>2</sup> <http://datos.bancomundial.org/indicador/IC.BUS.EASE.XQ>

<sup>3</sup> <http://espanol.doingbusiness.org/>

<sup>4</sup> <http://hdr.undp.org/en/rethinking-work-for-human-development>



## 2.2. Sector energético

### Indicadores energéticos

En la Tabla 2, se muestran las estadísticas energéticas nacionales durante los últimos 15 años. Se observa que el consumo nacional de energía tiene una tendencia creciente, sin embargo, el consumo per cápita de energía es decreciente durante la última década como resultado de un esfuerzo continuado y de largo plazo en políticas y programas de eficiencia energética. La intensidad energética tuvo una disminución del 14 % en el 2015 en comparación con el 2005. En cuanto a estadísticas de electricidad, tanto el consumo eléctrico total, como el consumo de electricidad per cápita, han presentado un incremento constante en el presente siglo.

**Tabla 2 : Estadísticas Nacionales**

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE.

Indicador	Ud	2000	2005	2010	2015
<b>Consumo nacional de energía</b>	ktep	159,489	190,024	197,513	205,701
<b>PIB nacional</b>	US\$ millones	813,850	764,983	871,389	1,133,875
<b>Población nacional</b>	millones	100.9	107.2	114.3	121.0
<b>Consumo de electricidad</b>	GWh	155348	190549	212774	248738
<b>Consumo de electricidad per cápita (kWh/hab.)</b>	kWh/hab	1,539.7	1,778.3	1,862.3	2,055.6
<b>Producción</b>	ktep	226,077	253,717	222,520	197,273
<b>Oferta interna bruta</b>	ktep	159,489	190,024	197,513	205,701

### Consumo de energía primaria

La Tabla 3 muestra el consumo de energía primaria por tipo de recurso energético. Los recursos no renovables representan más del 90 % del consumo. Se observa, además, una clara tendencia a la gasificación de la matriz energética. Entre los recursos renovables lidera el consumo la biomasa, principalmente la leña para usos tradicionales. Se observa un importante crecimiento del uso de recursos geotérmicos para generación eléctrica. México ocupa el cuarto lugar de capacidad de generación geotérmica instalada. Los datos del consumo de energía primaria del 2015, no reflejan todavía con claridad el rápido despegue de la eólica y la fotovoltaica de los últimos años.





**Tabla 3: Consumo de energía primaria por fuente (ktep)**

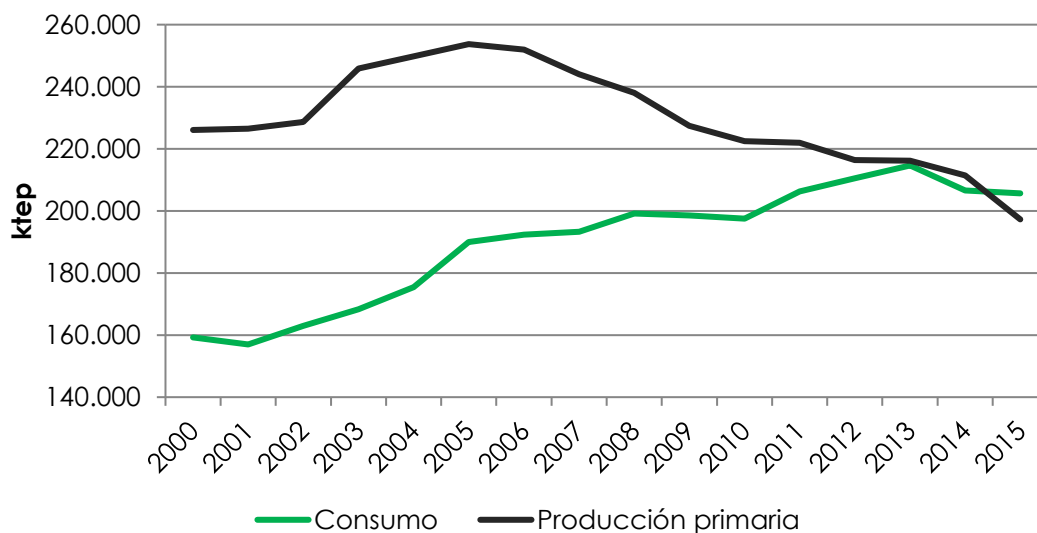
Fuente: Elaboración propia con datos del SIE.

Oferta interna bruta total por energético	2000	2005	2010	2015
<b>No Renovables</b>	<b>144,975</b>	<b>175,422</b>	<b>182,658</b>	<b>190,801</b>
<i>Carbón y coque de carbón</i>	6,543	11,462	12,728	12,704
<i>Crudo y petrolíferos</i>	83,413	91,007	87,449	84,702
<i>Gas natural y condensados</i>	52,870	70,136	80,953	90,529
<i>Nuclear</i>	2,149	2,818	1,528	2,866
<b>Renovables</b>	<b>14,471</b>	<b>15,259</b>	<b>15,331</b>	<b>15,474</b>
<i>Biogás</i>	0	24	24	48
<i>Hidro</i>	2,842	2,388	3,200	2,651
<i>Geo, eólica, solar</i>	2,722	4,012	3,797	4,203
<i>Biomasa</i>	8,907	8,836	8,310	8,573
<b>Comercio neto de electricidad</b>	<b>72</b>	<b>-621</b>	<b>-478</b>	<b>-573</b>

Cabe destacar que al incremento continuado del consumo de energía primaria se le ha unido un decrecimiento acusado de la producción. La Figura 1 muestra el comportamiento entre producción y consumo durante el periodo del 2000 al 2015, donde se observa que en el 2015 el consumo nacional superó a la producción de energía primaria.

**Figura 1: Producción y consumo de energía primaria en México (ktep)**

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE.





## Consumo de energía final

En el periodo que abarca del año 2000 hasta el 2014 el consumo de energía final tuvo un crecimiento en torno al 33 %, lo que implica tasas interanuales del 2.2 %. El mayor incremento se produjo en el sector transporte que en el año 2014 representaba el 47 % del consumo total (Tabla 4).

**Tabla 4: Consumo de energía final por sector**

Fuente: SIE.

Sector	2000	2015	Unidad
Residencial, comercial y público	207,245	227,395	ktep
Transporte	384,727	564,094	ktep
Agropecuario	27,571	42,776	ktep
Industrial	295,124	382,593	ktep
<b>Total</b>	<b>914,666</b>	<b>1,216,858</b>	<b>ktep</b>

En lo que respecta a la generación eléctrica, la capacidad total instalada en el 2015 era de 68,044 MW, de los cuáles 74.8 % corresponde a combustibles fósiles y nuclear y 25.2 % a fuentes renovables. Esta capacidad del 2015 es ligeramente superior a la reportada en el 2014, la cual fue de 65,452 MW. Cabe destacar que la nueva capacidad instalada durante el 2015 fue principalmente de tecnologías que usan fuentes renovables. En la Tabla 5 se observa que la mayor capacidad instalada es de ciclos combinados, seguida de centrales termoeléctrica que utilizan otros combustibles fósiles y la hidroeléctrica.

En lo que va de siglo la generación de electricidad en México se ha incrementado a una tasa media interanual de más del 2,8 %, desde los 192,721 GWh del año 2000 a los 309,553 GWh en el 2015, de los cuáles 84.6 % corresponde a generación de energía con fuentes no renovables y 15.4 % generación con fuentes renovables. El gas natural proporciona el 50 % del total de generación, seguido otros combustibles fósiles y la hidroeléctrica, 13 % y 10 %, respectivamente.



**Tabla 5: Capacidad instalada y generación eléctrica 2015**

Fuente: SENER.

Tecnología	MW	%	GWh	%
<b>Térmicas con combustibles fósiles</b>	<b>49,362</b>	<b>72.54 %</b>	<b>250,396</b>	<b>80.89 %</b>
Ciclo combinado	24,043		155,185	
Carbón	5,378		33,599	
Resto	19,941		61,612	
<b>Nuclear</b>	<b>1,510</b>	<b>2.22 %</b>	<b>11,577</b>	<b>3.74 %</b>
<b>Renovables</b>	<b>17,174</b>	<b>25.23 %</b>	<b>47,580</b>	<b>15.37 %</b>
Geotérmicas	926		6,331	
Hidroeléctrica	12,489		30,892	
Eólica	2,805		8,745	
Fotovoltaica	56		78	
Generación distribuida	131		161	
Bioenergía	760		1,369	
Otras	7		4	
<b>Total</b>	<b>68,046</b>	<b>100 %</b>	<b>309,553</b>	<b>100 %</b>

**Tabla 6: Indicadores del sistema eléctrico 2015**

Fuente: Elaboración propia.

Indicador	Año	Unidad	Valor	Fuente
<b>Capacidad térmica con combustibles fósiles</b>	2015	MW	49,362	SENER
<b>Capacidad hidroeléctrica</b>	2015	MW	12,489	SENER
<b>Capacidad renovable (excl. hidro)</b>	2015	MW	4,685	SENER
<b>Producción eléctrica total</b>	2015	GWh	309,553	SENER
<b>Generación mediante combustibles fósiles</b>	2015	GWh	250,396	SENER
<b>Generación mediante hidroeléctrica</b>	2015	GWh	30,892	SENER
<b>Generación renovable (incl. hidro)</b>	2015	GWh	47,580	SENER
<b>Consumo medio per cápita</b>	2015	kWh/hab	2,055	SIE
<b>Pérdidas totales</b>	2015	GWh	41,321	SIE
<b>Pérdidas totales (% de producción)</b>	2015	%	13.1	SIE
<b>Saldo eléctrico</b>	2015	GWh	- 6,718	SIE
<b>Tasa global de electrificación</b>	2015	%	98.55	CFE



## 2.3. Marco institucional

### Secretaría de Energía

La institución que encabeza el sector energético en México es la Secretaría de Energía (SENER). La SENER tiene facultades para conducir la política energética del país dentro del marco constitucional vigente, para garantizar el suministro competitivo, suficiente, de alta calidad, económicamente viable y ambientalmente sustentable de energéticos que requiere el desarrollo de la vida nacional. El Estado, a través de la SENER, lleva a cabo las actividades de planeación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), la cual se refleja en el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN).

### Comisión Reguladora de Energía y la Comisión Nacional de Hidrocarburos

La Comisión Reguladora de Energía (CRE) y la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), son órganos reguladores coordinados en materia energética que cuentan con facultades y atribuciones para regular, supervisar y sancionar las actividades del sector energético, así como autonomía técnica, operativa y de gestión. Específicamente, para el sector de electricidad, la CRE regula y promueve los servicios de transmisión, distribución eléctrica, así como la comercialización de electricidad (SENER, 2016a).

### Comisión Federal de Electricidad

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) es una empresa pública que busca generar valor económico y rentabilidad para el Estado mexicano en las actividades de generación, transmisión y distribución de electricidad. El 29 de marzo del 2016, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación los "Acuerdos de creación de empresas productivas subsidiarias de la Comisión Federal de Electricidad de generación, transmisión, distribución y suministro de servicios básicos". La CFE ha creado 6 empresas subsidiarias de generación, así como las empresas subsidiarias: CFE Transmisión, CFE Distribución y CFE Suministro Básico, y las filiales CFE Generador de Intermediación, CFE Suministro Calificado, CFE energía y CFE Internacional (SENER, 2016a). En la actualidad, CFE estudia la creación de una nueva filial CFE Solar, para la instalación de techos fotovoltaicos.

### Centro Nacional de Control de Energía

El Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) tiene por objeto ejercer el control operativo del Sistema Eléctrico Nacional, la operación del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) y garantizar el acceso abierto y no indebidamente discriminatorio a la red nacional de transmisión y los elementos de las redes generales de distribución (Diario Oficial de la Federación, 2014).



## **Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía**

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) busca promover el óptimo aprovechamiento sustentable de la energía, mediante la adopción de medidas, y de mejores prácticas, para el uso eficiente de la energía en los diferentes sectores de la economía (SENER, 2016b).

## **Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias**

El Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL) tiene por objeto coordinar y realizar estudios y proyectos de investigación científica o tecnológica en materia de energía. Brinda apoyo técnico y científico a la SENER, dependencias, organismos y empresas del Estado y al sector privado (Diario Oficial de la Federación, 2015).

## **2.4. Marco regulatorio y sector eléctrico**

### **Reforma energética**

La Reforma Energética inicio su proceso en diciembre del 2013 y consistió en la modificación de los artículos 25, 27 y 28 de la Constitución y 21 artículos transitorios. Durante el 2014 se publicaron 21 leyes secundarias, 24 reglamentos y un ordenamiento. En el 2015 se promulgo la Ley de Transición Energética. Estos instrumentos fijan las reglas para la creación y funcionamiento de los nuevos modelos de mercado (SENER, 2016a).

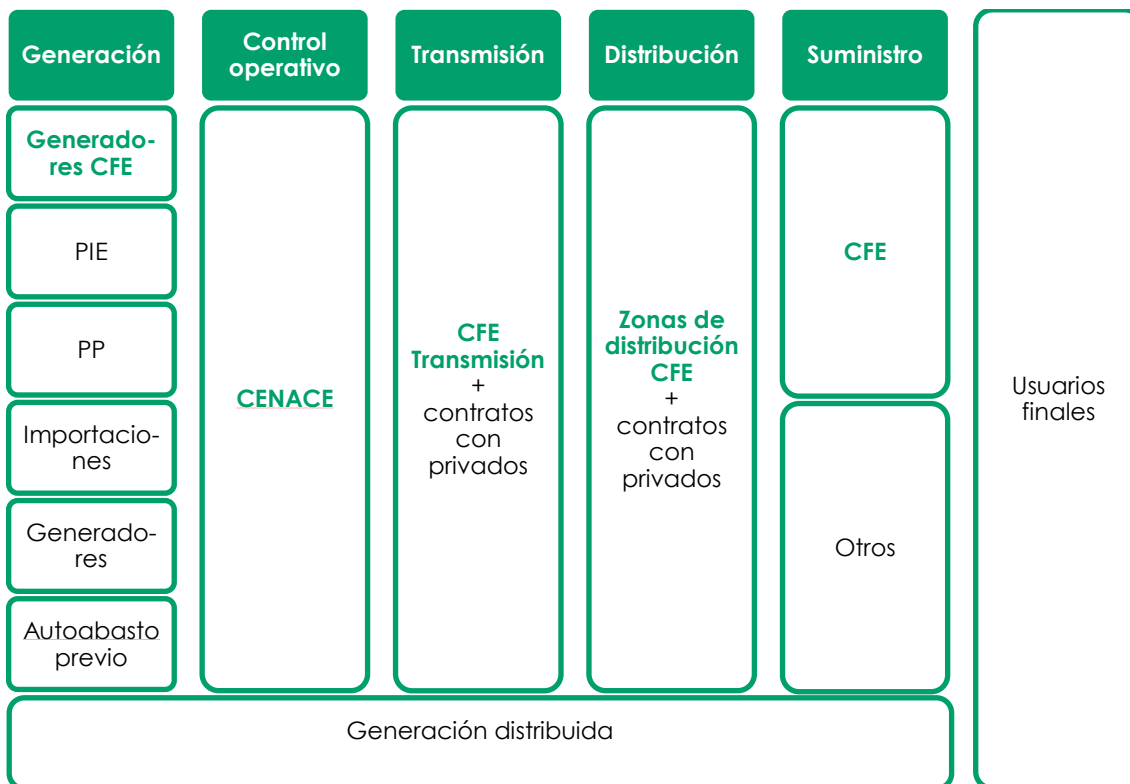
Antes de la Reforma Energética, la CFE era empresa eléctrica pública verticalmente integrada que se encargaba de la transmisión, distribución y comercialización de la electricidad, así como, de la generación para el servicio público.

El 11 de agosto del 2014 se publicó la nueva Ley de la Industria Eléctrica (LIE). La LIE tiene por objeto regular la planeación y el control del SEN, el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica y las demás actividades de la industria eléctrica. Al mismo tiempo, la Ley tiene la finalidad de promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de promoción de las energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes.



**Figura 2: Organización del sector eléctrico después de la Reforma Energética.**

Fuente: Ramiro, 2015.



El MEM inició operaciones en el 2016. Los participantes pueden comprar y vender energía eléctrica, potencia, servicios auxiliares y cualquier otro producto asociado que se requiera para el funcionamiento del SEN. El MEM se compone de (CRE, 2015):

- Mercado de energía de corto plazo.
- Mercado para el balance de potencia.
- Mercado de Certificados de Energías Limpias (CELs).
- Subastas de Derechos Financieros de Transmisión.
- Subastas de mediano y corto plazo.

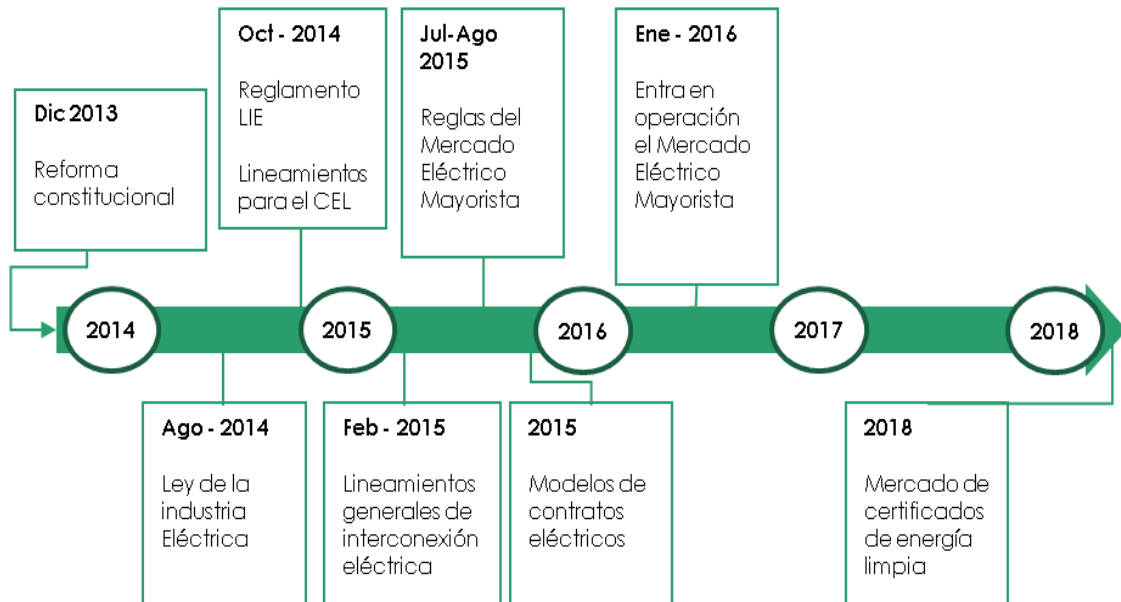
El mercado de energía de corto plazo entró en operación en enero del 2016. En cuanto al mercado de energía a largo plazo se han realizado dos subastas de electricidad durante el 2016. La primera subasta de largo plazo se realizó el 31 de marzo, sólo se permitía la participación de las energías renovables las cuales fueron contratadas a un costo promedio de 47.78 US\$/MWh (SENER, 2016a). La segunda subasta de largo plazo se realizó el 22 de septiembre y las energías renovables tuvieron un costo promedio de 33.47 US\$/MWh. En los próximos tres años se invertirán



4 mil millones de US\$ para la instalación de 2,871 MW de nueva capacidad instalada en energías limpias. En ambas subastas el comprador fue CFE, para cumplir con sus obligaciones en el suministro básico.

**Figura 3: Principales acciones regulatorias en materia de electricidad.**

Fuente: Ramiro, 2015.



### Balance neto

El balance neto se introduce por primera vez el 27 de junio del 2007 con la publicación por parte de la CRE en el Diario Oficial de la Federación, del modelo de Contrato de Interconexión para Fuente de Energía Solar en Pequeña Escala, mediante la resolución No. RES/176/2007. El contrato era aplicable a los generadores solares en pequeña escala con capacidad de hasta de 30 kW, que se interconectan a la red eléctrica de distribución en tensiones inferiores a 1 kV y que no requieren hacer uso del sistema de distribución para portear (transportar y distribuir) su energía. En este caso el suministrador de electricidad responsable de la red de distribución es la CFE. Se tenía un límite de potencia máxima para instalar de 10 kW para usuarios residenciales y de 30 kW para usuarios con servicio de uso general en baja tensión.

El 8 de abril del 2010 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, por parte de la CRE el modelo de contrato de interconexión para fuente de energía renovable o sistema de cogeneración en mediana escala", que actualiza la regulación de balance neto. El nuevo contrato es aplicable para tensiones mayores de 1 kV y menores a 69 kV, con una capacidad máxima de 500 kW y que no requiera portear energía.



Para ambos casos está incluido la tecnología de cogeneración y la definición de energías renovables es en base a lo establecido en la Ley. La Tabla 7 recopila las principales características de los contratos de interconexión.

**Tabla 7: Contratos de interconexión con balance neto.**

Fuente: CRE-SENER.

Contrato de Interconexión	Capacidad instalada máxima	Interconexión a la red
<b>Pequeña Escala</b>	Uso residencial hasta 10 kW. Otros usos en baja tensión, hasta 30 kW.	Tensión de red menor de 1 kV.
<b>Mediana Escala</b>	Hasta 500 kW (sin portear energía a sus cargas)	Tensión de red mayor a 1 kV y menor a 69 kV.

Debido a que diversos promotores de vivienda solicitaron que se desarrollase un modelo de contrato que considere edificios multifamiliares, se publicó el 21 de agosto del 2012 en el Diario Oficial de la Federación por parte de la CRE, el modelo de contrato de interconexión para fuente colectiva de energía renovable o sistema colectivo de cogeneración eficiente en pequeña escala. Entre las particularidades de este tipo de proyectos está la posibilidad de prorratear la energía generada entre las viviendas de manera proporcional.

La LIE establece la obligación para SENER de emitir las Reglas del Mercado Eléctrico Mayorista y que dichas reglas incluirán las Bases del Mercado Eléctrico. El 8 de septiembre de 2015 se publicaron las Bases del Mercado Eléctrico, que definen las reglas y procedimientos que deberán llevar a cabo los participantes del mercado y las autoridades para mantener una adecuada administración, operación y planeación del MEM. Las Bases del Mercado Eléctrico recogen las nuevas disposiciones para la generación distribuida. El 15 de diciembre de 2016, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menor a 0.5 MW que desarrolla las disposiciones de Bases del Mercado Eléctrico y redefinen el balance neto.

## 2.5. Tarifas

Las tarifas eléctricas dependen del suministrador de energía. Para el caso de los suministradores privados y las antiguas modalidades de generación privada que aún se conservan y fueron autorizadas antes de la Reforma (como autoabastecimiento y exportación) las tarifas no son públicas y dependen de los convenios que se





realizaron entre las partes. En el caso de CFE, las tarifas se encuentran publicadas en su portal de internet<sup>5</sup>.

El cálculo de la tarifa es en base al costo marginal de la energía, a la que se le van sumando los costos regulados de transmisión y distribución. Las tarifas se clasifican de acuerdo con su uso y nivel de tensión. Las tarifas se ajustan mensualmente de acuerdo con la evolución de los precios de los combustibles en la parte del costo variable y por el índice de precios al productor en lo que se refiere a los costos fijos.

En la Tabla 8 se aprecia que las tarifas industriales (empresa mediana tipo 2) representan el 31.3 % de las ventas de CFE en el 2015, seguidas del sector residencial con 25.2 % y posteriormente la gran industria con 19,4 %. Los otros sectores tienen menor participación en las ventas de energía eléctrica.

**Tabla 8: Ventas de electricidad de CFE por tipo de tarifa (GWh).**

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE.

Tarifas	2000	2014	2015
<b>Doméstico</b>	39,375	45,963	53,602
<b>Doméstico alto consumo</b>	3,156	2,738	2,384
<b>Comercial</b>	12,989	12,975	14,789
<b>Servicios Alumbrado Público</b>	4,154	4,744	5,293
<b>Bombeo 1</b>	3,825	4,033	4,170
<b>Bombeo 2</b>	6,519	7,529	9,565
<b>Empresa mediana 1</b>	10,782	12,422	14,613
<b>Empresa mediana 2</b>	50,986	57,546	66,532
<b>Empresa mediana Temporal</b>	153	56	43
<b>Temporal</b>	19	16	21
<b>Gran industria</b>	37,799	38,617	41,188
<b>Totales</b>	<b>169,757</b>	<b>186,639</b>	<b>212,200</b>

En la Tabla 9 se presenta el precio medio de venta a los usuarios finales por parte de CFE. Se puede observar que la mayor parte de las tarifas aumentaron con el paso de los años. Sin embargo, no es así en el sector industrial, donde la empresa mediana 1 y la gran industria presentan disminución en el 2015 con relación al 2010 y la empresa mediana 2 cuyos costos entre 2010 y 2015 apenas varían.

En cuanto al sector residencial, la tarifa doméstica de alto consumo tiene un alto costo, lo cual se debe a que es una tarifa sin subsidio y que depende de las variaciones mensuales de los combustibles. Las otras tarifas residenciales están subsidiadas del mismo modo que la de bombeo 2.

<sup>5</sup> [http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas\\_casa.asp](http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_casa.asp)



**Tabla 9: Precio medio de venta a los usuarios finales por parte de CFE (PMx/kWh).**

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE.

Precio medio de venta	2005	2010	2015
<b>Doméstico</b>	0.82	0.99	1.10
<b>Doméstico alto consumo</b>	2.14	3.18	3.42
<b>Comercial</b>	2.00	2.45	2.62
<b>Servicios Alumbrado Público</b>	1.72	2.26	3.10
<b>Bombeo 1</b>	0.77	1.35	2.67
<b>Bombeo 2</b>	0.40	0.41	0.52
<b>Empresa mediana 1</b>	0.63	1.57	0.90
<b>Empresa mediana 2</b>	0.51	1.30	1.31
<b>Empresa mediana Temporal</b>	0.45	0.67	0.65
<b>Temporal</b>	3.23	4.06	4.24
<b>Gran industria</b>	0.40	1.12	0.82

## 2.6. Otros mecanismos de apoyo a la generación distribuida

En la lista de acciones adicionales al mecanismo de balance neto, encaminadas a la promoción de la generación distribuida se pueden encontrar:

### Línea de financiación para la generación distribuida

Operado por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), su objetivo es otorgar incentivos de adquisición de sistemas fotovoltaicos y de cogeneración eficiente, así como desarrollar un mercado de productos más competitivos. Los beneficiarios del programa son usuarios del sector residencial de alto consumo (tarifa DAC), sector MIPYMES, sector industrial, comercial y servicios. En el 2015 se otorgaron 149 contratos para adquirir sistemas fotovoltaicos, representando 21.67 millones de Pesos mexicanos de financiamiento (1.1 millones US\$) y 2.41 millones de Pesos mexicanos en incentivos económicos (0.12 millones de US\$). El programa se amplió durante el 2016.

### Proyecto Solar del Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM)

Su objetivo es la instalación de paneles fotovoltaicos y medidores bidireccionales en viviendas de trabajadores del SUTERM, así como reducir el consumo de energía. Se beneficiarán 1,500 viviendas de trabajadores del SUTERM de Hermosillo, Guadalajara y Morelia. En 2016 se realizó una base de datos de usuarios susceptibles de apoyo, se publicaron las bases de licitación y en el 2017 se concluirá el proyecto. El proyecto está apoyado financieramente por el FOTEASE.



### **Financiamiento para acceder a tecnologías de energías renovables de generación distribuida (FATERGED)**

Las instituciones participantes son el INEEL, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Iniciativa Climática Regional de América Latina (LARCI). Su objetivo es acelerar la canalización del crédito interno hacia los sectores de usuarios con mayor potencial de utilización de las tecnologías renovables de generación eléctrica distribuida en México. Los beneficiarios son el sector rural, agricultura, doméstico, industrial, servicios y sector público, mediante el incremento de la cartera de crédito para los implementadores de proyectos. En el 2015 se suscribió un convenio de asignación de recursos y el programa finalizará en el 2018. El proyecto está apoyado financieramente por el FOTEASE.

### **Por un Estado Verde**

El objetivo del proyecto "Estado Verde" es la adquisición de 65 vehículos eléctricos e implementación de sistemas fotovoltaicos para abastecer el 70 % de la demanda de los autos eléctricos. Los beneficiarios son el gobierno del estado de Aguascalientes. El proyecto está apoyado financieramente por el FOTEASE.

### **Programa de mejoramiento integral sustentable de la vivienda existente**

Es un programa promovido por la SENER y la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano con el objetivo de fomentar la transición a hogares energéticamente eficientes y sustentables. Consiste en otorgar créditos hasta por 50 mil Pesos mexicanos (2,544 US\$) a tasas preferenciales para familias de bajos ingresos (hasta 5 salarios mínimos) para adquirir paneles solares o equipos eficientes. Las tecnologías tendrán 40 % de descuento debido a que la SENER destinará un 10 % (fondo FOTEASE) y la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) un 30 %. El proyecto fue lanzado en agosto del 2016 y será operado por FIDE y CFE.



## 3. Sistema de balance neto

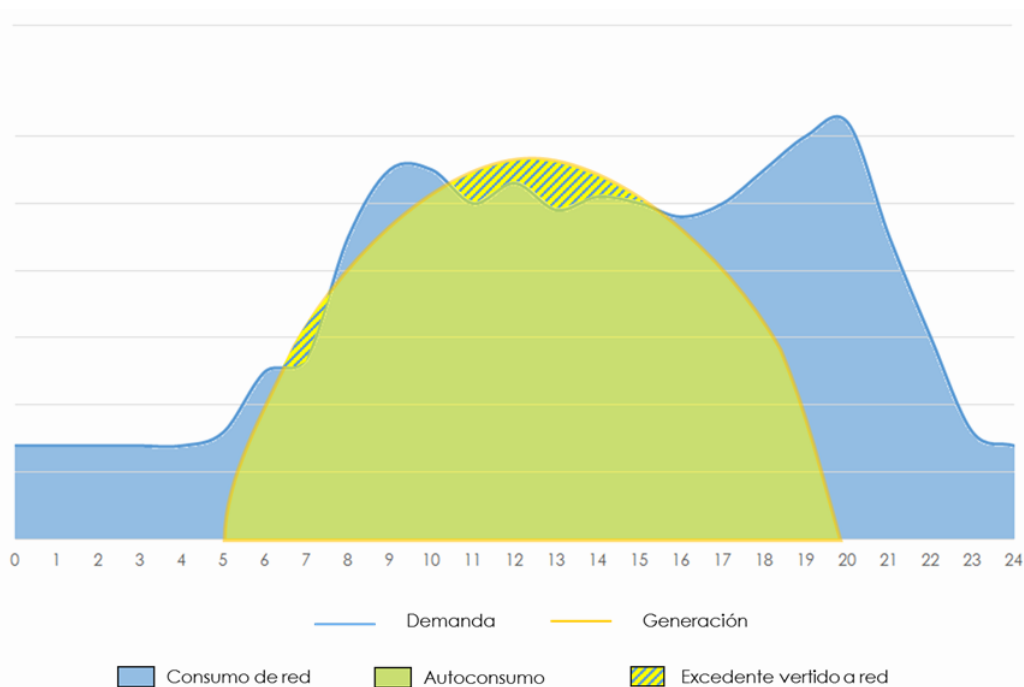
### 3.1. Introducción

Una de las nuevas, y más importantes, realidades del mercado eléctrico a la que están teniendo que hacer frente muchos gobiernos es a la denominada paridad de enchufe. La abrupta y continua reducción de costes de la energía fotovoltaica está haciendo que en más y más lugares, el coste normalizado de generación a lo largo de la vida del proyecto o costo nivelado de la electricidad (LCOE, por sus siglas en inglés), sea inferior al precio de la tarifa minorista. En otras palabras, los consumidores pueden producir electricidad a un coste menor o igual que el precio que pagan a su comercializadora de electricidad.

El autoconsumo proporciona múltiples beneficios al sistema eléctrico (U.S. Department of Energy, 2007), tales como: (i) ahorro en la factura al consumidor final; (ii) mitigación del impacto de la fluctuación del precio final; (iii) disminución de las pérdidas en transporte y distribución; (iv) mitigación de las congestiones en la red de transporte; (v) reducción de la demanda pico del sistema; (vi) reducción de las necesidades de inversión en generación, transporte y distribución que acaban repercutiendo en la tarifa; (vii) proporcionar servicios auxiliares; (viii) incremento de la seguridad de suministro; (ix) beneficios medioambientales como mitigación de gases de efecto invernadero o del impacto en el uso del suelo.

**Figura 2: Ejemplo curva de demanda y autogeneración**

Fuente: Elaboración propia



Uno de los mecanismos de apoyo para la promoción de la generación distribuida es el balance neto. Habitualmente, y como representado en la Figura 2, una instalación



optimizada va a tener periodos en los que produce más de lo que se consume. El excedente es vertido a la red de distribución. El mecanismo de apoyo a las renovables, consistente en valorizar ese excedente es conocido como balance neto. Si las unidades de energía vertidas a la red se descuentan del consumo total se denomina medición neta (net metering), si se les asigna un valor económico y se descuenta de la factura se denomina facturación neta (net-billing).

### 3.2. Descripción del sistema de balance neto en México

En proyectos con balance neto, las inversiones en equipos y los gastos asociados a la instalación serán a cargo del prosumidor. Estos trámites no requieren permiso de la CRE y se gestiona directamente con la distribuidora (CFE). Requieren cumplir con las especificaciones de CFE y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

En cuanto a la facturación se realiza un balance (diferencia) entre la energía suministrada por la distribuidora y la energía entregada por el prosumidor. Si la medición neta es negativa se considera un crédito a favor del generador y tiene 12 meses para hacer uso de él. Las facturaciones por parte del suministrador son mensuales o bimestrales dependiendo del tipo de tarifa.

La Tabla 10 recopila los principales parámetros del mecanismo de balance neto en México.

**Tabla 10: Opciones de diseño del sistema de balance neto en México.**

Fuente: Elaboración propia.

Sistema	Descripción
<b>Límite</b>	Vigente desde junio del 2007. No existe límite, ni absoluto ni relativo, de capacidad instalada o número de instalaciones. En proceso de revisión en línea con el desarrollo de las Bases del Mercado Eléctrico.
<b>Tipo de balance neto</b>	Medición neta.
<b>Valor del excedente de electricidad</b>	Si el balance en el periodo de facturación es favorable al prosumidor se considera un crédito a su favor y tiene 12 meses para hacer uso de él. De tal manera se puede decir que el excedente tiene el mismo valor que el precio de la electricidad al por menor, sin aplicar tasas o impuestos específicos.
<b>Cargo al auto-consumidor para financiar costes fijos de T&amp;D</b>	No.
<b>Periodo de net-metering</b>	Mensual para tarifas comercial e industriales. Bimestral para tarifas residenciales.
<b>Consumo colectivo</b>	Sí.
<b>Compensación geográfica</b>	No.



Sistema	Descripción
<b>Propiedad de terceros</b>	No hay legislación al respecto. Hasta el momento no se han reportado casos.
<b>Costes de instalación y O&amp;M</b>	Los costes de instalación, operación y mantenimiento son a cargo del cliente.
<b>Existen un código específico a cumplir para la conexión</b>	Especificaciones de CFE las cuáles consideran lineamientos para los equipos de medición, regulación de tensión, voltaje, frecuencia y requisitos de re-conexión y desconexión.
<b>Permisos necesarios</b>	Solicitud a la CFE.
<b>Otros mecanismos</b>	Para comercio, servicios y sector industrial existe: <ul style="list-style-type: none"><li>• Deducción acelerada del sistema completo, siendo un factor de igual forma clave para la creación de los proyectos.</li><li>• Para todos los sectores se cuentan con créditos y apoyos para la adquisición de equipos como los FIDE, INFONAVIT, FOVISSSTE, entre otros.</li></ul>
<b>Baterías</b>	No se contempla.
<b>Limitaciones de tamaño/ capacidad de la instalación</b>	Residencial hasta 10 kW. Resto de usos en baja tensión hasta 30 kW. Hasta 500 kW conectado en tensiones de hasta 69 kV.
<b>Específica para una tecnología o neutra</b>	Renovables y cogeneración.
<b>Instalaciones nuevas o existentes</b>	Nuevas.
<b>Sanciones</b>	No hay sanciones.

El 15 de diciembre de 2016, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menor a 0.5 MW que desarrolla las disposiciones de Bases del Mercado Eléctrico y redefinen el marco regulatorio del balance neto en México.

En la Tabla 11 se muestra una comparativa entre el marco existente y los cambios recientemente aprobados para la promoción de la generación distribuida en México.



**Tabla 11: Nuevo marco regulatorio generación distribuida bajo la LIE.**  
Fuente: Elaboración propia.

Concepto	Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica	Ley de la Industria Eléctrica
<b>Electricidad vertida a la red</b>	Medición neta.	Posibilidad de elegir entre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición neta;</li> <li>• Facturación neta;</li> <li>• Venta de toda la energía.</li> </ul>
<b>Tamaño de las instalaciones</b>	Pequeña escala <1kV: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Residencial hasta 10 kW.</li> <li>• Comercial hasta 30 kW.</li> </ul> Mediana escala <69kV 500 kW.	Baja tensión <1 kV hasta 50 kW.  Media tensión <34.5 kV hasta 500 kW.
<b>Almacenamiento</b>	No regulado.	Se permite.
<b>Trámites administrativos</b>	Requiere estudio de interconexión.	Esquemas típicos, que no requieren estudio para el 95 % de los proyectos.
	Sin plazos.	13 días proyectos sin estudio de interconexión.
	Certificadora única CFE.	CFE y certificadoras aprobadas por CRE.  Contratos modelo simplificados.
<b>Transparencia</b>	Sn acceso público.	Con portal de transparencia.

### 3.3. Resultados de la implementación del sistema

Desde que se publicaron las bases para contratos de interconexión (2007) hasta finales del 2015 se han reportado 16,985 contratos. En la Tabla 12 se muestra la evolución de los contratos a lo largo del tiempo, con un notable incremento a partir del 2011.



**Tabla 12: Contratos de interconexión a diciembre del 2015.**

Fuente: CFE-CRE.

Año	Contratos (nº)		Capacidad (kW)	
	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado
<b>2007</b>	1	1	3	3
<b>2008</b>	8	9	21	24
<b>2009</b>	36	45	121	145
<b>2010</b>	186	231	667	812
<b>2011</b>	440	671	3,851	4,663
<b>2012</b>	1,317	1,988	10,213	14,876
<b>2013</b>	2,628	4,616	14,275	29,151
<b>2014</b>	4,400	9,016	32,745	61,896
<b>2015</b>	7,970	16,986	55,664	117,560
<b>TOTAL</b>	<b>16,986</b>		<b>117,560</b>	

En los últimos años los usuarios finales han comenzado a interesarse en instalar energías renovables en sus hogares y comercios. En cuanto a la capacidad instalada, se alcanzaron 117.5 MW a finales del 2015. El patrón de crecimiento que se muestra es muy similar a la evolución de contratos.

En la Tabla 13 se presenta la capacidad instalada a diciembre del 2015. Respecto a las tecnologías, se puede observar que la solar es la que predomina, especialmente en pequeña escala, seguida de la solar a mediana escala y en menor medida el biogás en mediana escala.

**Tabla 13: Capacidad por tipo de fuente y escala de contrato a diciembre 2015.**

Fuente: CFE-CRE.

Tipo de fuente y escala de contrato	Capacidad (kW)
<b>Biogás en mediana escala</b>	3,255
<b>Biogás en pequeña escala</b>	74
<b>Biomasa en mediana escala</b>	240
<b>Eólica en pequeña escala</b>	22
<b>Solar - eólica en mediana escala</b>	41
<b>Solar - eólica en pequeña escala</b>	24
<b>Solar en mediana escala</b>	40,441
<b>Solar en pequeña escala</b>	73,462
<b>Total capacidad contratada a 31 diciembre 2015</b>	<b>117,560</b>

En la Tabla 14 se presentan los contratos por rangos de potencia instalada. Se observa que en el rango menor a 10 kW es donde se presenta el mayor número de contratos y de capacidad instalada a finales de 2015.





**Tabla 14: Contratos por rangos de capacidad instalada a diciembre del 2015.**

Fuente: CFE-CRE.

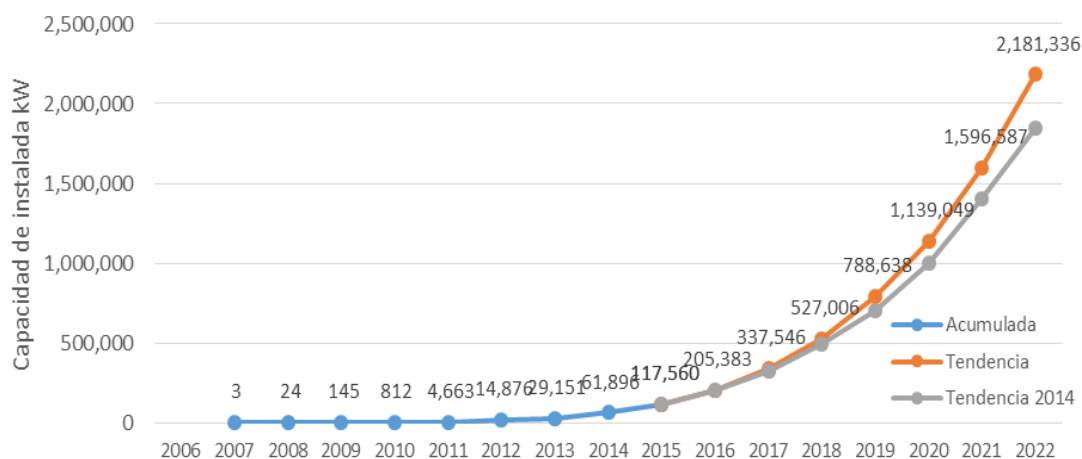
Rango de capacidad instalada	Contratos	kW
0 a 10 kW	15,429	52,656.74
10 a 20 kW	733	10,766.63
20 a 30 kW	310	7,804.80
30 a 50 kW	217	8,566.14
50 a 100 kW	19	13,263.29
100 a 300 kW	87	15,992.17
300 a 500 kW	20	8,510.15
<b>Total al 31 diciembre de 2015</b>	<b>16,815</b>	<b>117,559.92</b>

En el mismo contexto, se observa que las personas físicas son las que predominan sobre las morales (comercios y sector industrial) ya que representan el 88 % de los contratos en vigor y el 60 % de la capacidad instalada, especialmente en sistemas fotovoltaicos.

En cuanto a tendencias para los próximos años se prevé que la curva mantenga un crecimiento exponencial.

**Figura 4: Tendencia en generación distribuida en México.**

Fuente: CFE & CRE



La tendencia se estimó sólo en función del crecimiento de los contratos celebrados vistos en años anteriores.

Tendencia con base a la información del cierre 2015 (naranja)

Tendencia con base a la información del cierre 2014



## 4. Discusión y lecciones aprendidas

México con 117.5 MW es el país de ALC con mayor capacidad de generación distribuida instalada. México ha puesto en marcha un conjunto de sistemas de apoyo complementarios para la promoción de la energía descentralizada entre los que se encuentran: (i) el balance neto (medición neta); (ii) beneficios fiscales; (iii) mecanismos financieros; y (iv) proyectos singulares.

Si bien es cierto que, desde que empezó el sistema de balance neto en México, la instalación de equipos de generación distribuidas con renovables ha seguido un crecimiento exponencial, los primeros cinco años de implementación tuvieron resultados muy pobres. Se han identificado una serie de barreras que ralentizaron la adopción del balance neto:

### Técnicas y de mercado

La falta de medidor bidireccional aprobado por el Laboratorio de Pruebas y Equipos Materiales (LAPEM) del suministrador CFE fue una de las barreras fundamentales para el despegue del balance neto. A falta de medidores bidireccionales, en algunos casos se han comprado e instalado medidores no certificados, aunque no cuenten con la aprobación del LAPEM.

Si bien es cierto que ya existen varias marcas comerciales con medidores homologados en el mercado, puede que, puntalmente, vuelva a haber escasez teniendo en cuenta que, en el año 2010 se tenían 812 contratos, en el 2015 se tiene más de 16,000 proyectos, y para el 2020 se espera que alcancen el millón.

### Información y acceso a financiación

Una de las principales barreras de los programas de promoción del autoconsumo está muy presente en México: la falta de información. El ciudadano medio, no tiene conocimientos de energía, no sabe lo que es el balance neto, no se plantea la existencia de este tipo de regulación, no conoce sus potenciales beneficios tales como, la reducción de su factura eléctrica. Además, hay poca confianza por parte del usuario final en la credibilidad de la tecnología.

En el mismo contexto, los usuarios finales desconocen en gran medida que pueden acceder a financiamiento, en especial para la obtención de sistemas fotovoltaicos. Las instituciones que ofrecen financiamiento, y en algunos casos subsidios, para la adquisición de los paneles fotovoltaicos son FIDE, el programa Hipoteca Verde del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT y el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). La experiencia demuestra que los créditos subsidiados se obtienen a tasas de entre 10 % y 12 %, después de trámites administrativos que duran alrededor de cuatro meses, frente al financiamiento de la banca comercial que se obtiene en días o pocas semanas a un interés medio del 15 %. En algunos casos los proveedores de las instalaciones de generación ofrecen directamente créditos bancarios con tasas fijas, promoviendo directamente los créditos con los usuarios finales.



## Institucionales

México cuenta con unas instituciones consolidadas que disponen de los recursos humanos, técnicos y financieros para la correcta implementación de la regulación de balance neto.

Una de las claves del éxito del balance neto en México, ha sido la actuación coordinada de las instituciones involucradas, y en particular los esfuerzos de la principal empresa distribuidora CFE de titularidad pública, para superar las diferentes barreras encontradas. En la actualidad, CFE se prepara para competir en el mercado de generación distribuida mediante una nueva filial: CFE Solar, que instalará techos fotovoltaicos. Se discute, además, la posibilidad de que el actual subsidio al suministro básico de energía, 60,000 millones de Pesos mexicanos anuales (3,070 M US\$), se utilice en parte para constituir un fondo de inversión para colocación de techos solares en hogares.

A pesar de los esfuerzos, una de las barreras detectadas ha sido la insuficiente capacidad de CFE para certificar las instalaciones con calidad y en tiempos adecuados. Ha habido una insuficiente verificación de la normativa de calidad aplicable tanto a equipos, al sistema y al personal. No existen los mecanismos adecuados que permitan exigir y verificar la calidad de los componentes, así como para verificar la instalación adecuada de los equipos. A este respecto, la nueva regulación aprobada en diciembre de 2016 para promover la generación distribuida, habilita al regulador, CRE, para acreditar nuevos organismos certificadores.

A nivel de instaladores, la falta de personal convenientemente capacitado tiene efecto directo sobre la calidad. Actualmente se tiene un estándar de competencia laboral EC0586 "Instalación de Sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria", avalada por la Secretaría de Educación Pública y se está trabajando en otro estándar de Diseño de Sistemas Fotovoltaicos. FIDE está realizando esfuerzos al respecto, exigiendo personal certificado. Sin embargo, garantizar que el personal certificado este instalando los equipos representa un gran reto al país.

## Administrativos

Para la puesta en marcha del sistema balance neto, la CFE enfrentó retos que van desde el diseño del procedimiento que tenía que realizar para concretar la interconexión en diferentes regiones y estados, hasta la agilización de la respuesta a los trámites y la capacitación a su personal en torno a la tecnología renovable. Dicho proceso de experiencia ha tomado hasta 5 años. En la actualidad la respuesta sigue dependiendo de la capacidad de CFE a nivel regional, en algunos casos el trámite puede ser relativamente rápido y en otros el trámite es muy lento. En este sentido, el nuevo marco regulatorio propone una simplificación del procedimiento, modelos estandarizados y plazos de respuesta.

En conclusión, el crecimiento exponencial de los contratos de balance neto demuestra el éxito de la medida, basado fundamentalmente en la rentabilidad de los proyectos que generan ahorros en la factura eléctrica. La experiencia ha servido



para desarrollar el mercado, identificar y superar barreras e identificar aspectos claves a tener en cuenta para el futuro.

Desde el 2013, México se encuentra inmerso en una transición energética que se fundamenta en tres pilares, la eficiencia energética, las energías limpias, y la generación descentralizada. Las principales motivaciones políticas para el fomento de la generación distribuida en México son: (I) la democratización de la energía; (ii) el empoderamiento del consumidor, dándole la oportunidad de convertirse en prosumidor; (iii) la disminución de las pérdidas en el sistema eléctrico; (iv) la disminución de los subsidios y; (v) la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.

Para el futuro se espera mantener el crecimiento exponencial. En diciembre de 2016, se aprobó los nuevos lineamientos técnicos y administrativos para la promoción de la generación descentralizada, que implican la adopción de mejores prácticas: (i) simplificación y claridad en los procesos administrativos; (ii) maximización en la valorización de los excedentes; (iii) mecanismos de control de la calidad; (iv) información y transparencia.

El incremento de la generación descentralizada en México hasta alcanzar el 1 % del total de la generación supondría anualmente: (i) el ahorro por parte del Estado de 1,500 millones de Pesos Mexicanos en subsidios (76.5 millones de US\$), los ahorros en subsidios a lo largo de 15 años igualan al coste de la instalación; (ii) ahorro de 680 millones de litros de agua; (iii) la mitigación de 1.3 millones de tCO<sub>2</sub> (SENER, 2017).

Por último, una incertidumbre que condicionará el desarrollo del autoconsumo es la evolución a la baja de los precios mayoristas de la electricidad, que se refleja en reducciones de las tarifas eléctricas, disminuyendo así el atractivo económico del autoconsumo.



## 5. Bibliografía

- CRE. (2015). *Preguntas frecuentes sobre la nueva regulación en temas eléctricos*. CRE.
- Diario Oficial de la Federación. (2014). *Decreto, del 28 de agosto del 2014, por el que se crea el Centro Nacional de Control de Energía*.
- Diario Oficial de la Federación. (2015). *Decreto por el que se expide la Ley de Transición Energética*.
- EY. (2016). *Renewable Energy Country Attractiveness Index. Issue 48*. Ernst & Young.
- Fomin, UKAid, & BNEF. (2015). *Climascope 2015. Índice de Competitividad en Energía Limpia por País*.
- Fomin, UKaid, Power Africa, Bloomberg. (2015). *Climascope 2015. Índice de Competitividad en Energía Limpia por País*.
- FS-UNEP. (2016). *Global Trends in Renewable Energy Investment 2016*. Frankfurt am Main: Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF.
- IRENA. (2015). *Renewable Energy Policy Brief Mexico*. Abu Dhabi: IRENA.
- Ramiro, M. (2015). *La Comisión Reguladora de Energía ante la Reforma Energética*. CRE.
- SENER. (2016a). *4to Informe de Laborales 2015-2016*. SENER.
- SENER. (2016b). *Manual de Organización General de la Secretaría de Energía*. Ciudad de México: SENER.
- SENER. (2016c). *Sistema de Información Energética*. Obtenido de <http://sie.energia.gob.mx/>
- SENER. (10 de enero de 2017). *Simplificación administrativa y beneficios de los paneles solares*. Recuperado el 11 de 03 de 2017, de <https://www.youtube.com/watch?v=w1BgoENEsVA>
- U.S. Department of Energy. (2007). *The Potential Benefits of Distributed Generation and the Rate-Related Issues that May Impede its Expansion*. U.S. Department of Energy.



# Anexo I: Solicitud de Contrato de interconexión

## SOLICITUD PARA LA CONEXIÓN DE UN CLIENTE CON GENERACION RENOVABLE O SISTEMA DE COGENERACION EN PEQUEÑA O MEDIANA ESCALA

### *Datos comerciales.*

Nombre del Cliente: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ Población: \_\_\_\_\_

Estado : \_\_\_\_\_ RPU: \_\_\_\_\_ Tarifa: \_\_\_\_\_

### *Datos de la instalación actual:*

Voltaje que CFE suministra: \_\_\_\_\_

kVA totales instalados: \_\_\_\_\_ kW instalados: \_\_\_\_\_ kW contratados: \_\_\_\_\_

### *Instalación Propuesta:*

1.- Indicar el tipo de Fuente de Energía para usar:  Solar  Eolica  BioGas  
 Cogeneración  Otro: \_\_\_\_\_

2.- Indicar el número de unidades generadoras ( paneles solares, hélices, etc.): \_\_\_\_\_ unidades

3.- Indicar la capacidad total en Watt de la Planta de Generación: \_\_\_\_\_ Watt

4.- Indicar la producción diaria promedio estimada de la planta de Generación: \_\_\_\_\_ Wh

5.- Indicar el modelo y marca del dispositivo CD / CA : \_\_\_\_\_.

6a.- Indicar las protecciones que se proveen:

Sobre Voltaje  Sincronismo  Anti-isla  
 Sub Voltaje  Frecuencia  Sobre corriente

6b.- En caso de Media Tensión, indicar la marca y modelo de las protecciones incluidas:

7.- Indicar los documentos entregados a CFE:

Convenio completamente llenado  Copia del manual del fabricante del generador  
 Copia del manual del fabricante del dispositivo CD/CA  Croquis de ubicación geográfica.

11.- Observaciones:

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

RECIBE: \_\_\_\_\_