

# Utilización del mecanismo de balance neto para la promoción de la generación de electricidad descentralizada a partir de fuentes renovables en América Latina y Caribe



*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](mailto:factorenergy@wearefactor.com)

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

**Hugo Lucas**, Director del Departamento de Energía

**Juan Carlos Gómez**, Consultor

El informe ha contado con las aportaciones de:

Daniel Bouille, Diego Cebreros, Matthias Grandel, Emmanuel Gómez, Tanya Moreno y Miquel Muñoz

El caso de estudio de Chile se ha beneficiado de la experiencia del proyecto:

“Energía Solar para la Generación de Electricidad y Calor” desarrollado por el Ministerio de Energía (MINENERGIA) y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional, GIZ).

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 (BID)



# Índice

<b>Acrónimos</b>	<b>7</b>
<b>Resumen Ejecutivo</b>	<b>8</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>11</b>
1.1. Paridad de enchufe	11
1.2. Autoconsumo	11
1.3. Balance neto	12
<b>2. Opciones de diseño del mecanismo de balance neto</b>	<b>15</b>
2.1. El autoconsumo y el sistema eléctrico	15
2.2. Opciones de diseño del mecanismo de balance neto	16
<b>3. Casos de estudio de balance neto en ALC</b>	<b>19</b>
3.1. Panorama del balance neto en América Latina y Caribe	19
3.2. Caso de estudio: Chile	23
3.2.1. Introducción	23
3.2.2. Marco social y macroeconómico	24
3.2.3. Sector eléctrico	25
3.2.4. Marco institucional del sector energético	26
3.2.5. Marco regulatorio	28
3.2.6. Otros mecanismos de apoyo a las energías renovables	29
3.2.7. Actores y proceso administrativo	30
3.2.8. Características de diseño del sistema de balance neto	32
3.2.9. Facturación del autoconsumo	34
3.2.10. Resultados de la implementación del sistema	35
3.2.11. Discusión y lecciones aprendidas	36
3.3. Caso de estudio: México	40
3.3.1. Introducción	40
3.3.2. Marco social y macroeconómico	41



3.3.3.	Marco institucional _____	41
3.3.4.	Marco regulatorio y sector eléctrico _____	43
3.3.5.	Tarifas _____	46
3.3.6.	Otros mecanismos de apoyo a la generación distribuida _____	47
3.3.7.	Descripción del sistema de balance neto _____	48
3.3.8.	Resultados de la implementación del sistema _____	51
3.3.9.	Discusión y lecciones aprendidas _____	53
<b>4.</b>	<b>Sistemas de balance neto: Discusión y recomendaciones _____</b>	<b>56</b>
4.1.	<b>Autoconsumo _____</b>	<b>56</b>
4.2.	<b>Balance neto _____</b>	<b>57</b>
<b>5.</b>	<b>Bibliografía _____</b>	<b>60</b>



## Índice de tablas

Tabla 1: Opciones de diseño de balance neto.	16
Tabla 2: Regulaciones de balance neto en ALC.	20
Tabla 3: Indicadores principales del marco socio-económico de Chile.	24
Tabla 4: Capacidad instalada por sistema en junio 2016.	25
Tabla 5: Principales empresas generadoras por sistema.	25
Tabla 6: Principales empresas de transmisión por sistema.	26
Tabla 7: Estructura del mercado de distribución en 2014.	26
Tabla 8: Marco institucional del sector eléctrico chileno.	27
Tabla 9: Opciones de diseño del sistema de balance neto en Chile.	33
Tabla 10: Análisis tarifario por tipo de consumidor final.	35
Tabla 11: Indicadores principales del marco socio-económico de México.	41
Tabla 12: Contratos de interconexión con balance neto.	45
Tabla 13: Ventas de electricidad de CFE por tipo de tarifa (GWh).	46
Tabla 14: Precio medio de venta a los usuarios finales por parte de CFE (PMx/kWh).	47
Tabla 15: Opciones de diseño del sistema de balance neto en México.	49
Tabla 16: Nuevo marco regulatorio generación distribuida bajo la LIE.	50
Tabla 17: Contratos de interconexión a diciembre del 2015.	51
Tabla 18: Capacidad por tipo de fuente y escala de contrato a diciembre 2015.	51
Tabla 19: Contratos por rangos de capacidad instalada a diciembre del 2015.	52
Tabla 20: Recomendaciones.	58

## Índice de figuras

Figura 1: Ejemplo curva de demanda y autogeneración.	13
Figura 2: Instalaciones registradas en la SEC cada mes.	36
Figura 3: Organización del sector eléctrico después de la Reforma Energética.	43
Figura 4: Principales acciones regulatorias en materia de electricidad.	44
Figura 5: Tendencia en generación distribuida en México.	52



## Acrónimos

<b>ACESOL</b>	Asociación Chilena de Energía Solar
<b>ALC</b>	América Latina y Caribe
<b>BM</b>	Banco Mundial
<b>CDEC</b>	Centro de Despacho Económico de Carga
<b>ERNC</b>	Energías Renovables No Convencionales
<b>ESCO</b>	Empresas de Servicios Energéticos
<b>CENACE</b>	Centro Nacional de Control de Energía
<b>CFE</b>	Comisión Federal de Electricidad
<b>CNH</b>	Comisión Nacional de Hidrocarburos
<b>CONAVI</b>	Comisión Nacional de Vivienda
<b>CONUEE</b>	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
<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>GIZ</b>	Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional
<b>IPC</b>	Índice de Precios al Consumo
<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>MEM</b>	Mercado Eléctrico Mayorista
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
<b>O&amp;M</b>	Operación y mantenimiento
<b>PEAER</b>	Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables
<b>PIB</b>	Producto Interior Bruto
<b>PIE</b>	Producción Independiente de Electricidad
<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>PP</b>	Pequeña Producción
<b>PRODESEN</b>	Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional
<b>PTSP</b>	Programa Techos Solares Públicos
<b>RECAI</b>	Renewable Energy Country Attractiveness Index
<b>RISE</b>	Readiness for Investment in Sustainable Energy
<b>SEC</b>	Superintendencia de Electricidad y Combustibles
<b>SEN</b>	Sistema Eléctrico Nacional
<b>SENER</b>	Secretaría de Energía
<b>SIC</b>	Sistema Integrado Central
<b>SIE</b>	Sistema de Información Energética
<b>SING</b>	Sistema Integrado Norte Grande
<b>SUTERM</b>	Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana
<b>VAD</b>	Valor Agregado de Distribución



## Resumen Ejecutivo

Una de las nuevas, y más importantes, realidades a la que están teniendo que hacer frente muchos gobiernos es la denominada paridad de enchufe. La abrupta y continua reducción de costes de la energía fotovoltaica está haciendo que, en más y más mercados, el coste de generación de una instalación fotovoltaica, sea inferior al precio de la tarifa minorista.

Un número creciente de países está adaptando su regulación del sector eléctrico para incorporar la actividad de autoconsumo, clientes de electricidad que producen, consumen su propia energía y en caso de generar excedentes los vierten a la red. El balance neto está siendo el mecanismo más adoptado para la promoción del autoconsumo. Atendiendo a la diferencia en el tratamiento de los excedentes de energía, existen dos tipos de 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).

La proliferación de sistemas de balance neto se ha visto favorecida por, entre otras circunstancias: una drástica reducción de los costes de la generación descentralizada (especialmente fotovoltaica), regulaciones que legalizan esta práctica, mecanismos de apoyo adicionales que refuerzan su eficacia (fiscales, financiación), nuevos modelos de negocio (propiedad de terceros) y mayor conocimiento de sus ventajas por parte de los diferentes actores (clientes, entidades financieras).

A finales del año 2006, Panamá figuraba como el único país de América Latina y Caribe que había implementado una regulación de balance neto. En la actualidad al menos doce países en la región cuentan con balance neto para promover la generación descentralizada a partir de fuentes de energías renovables.

Los mecanismos de balance neto deben de diseñarse para priorizar el autoconsumo frente al vertido a red de excedentes. Además, el balance neto debe de basarse en la rentabilidad financiera de los proyectos, generadas por los ahorros en la factura eléctrica. Sin embargo, para incrementar el atractivo y acelerar la adopción de la generación distribuida, teniendo en cuenta que el principal coste de los proyectos de energías renovables es la inversión inicial en la instalación, los gobiernos pueden promover mecanismos de apoyo financiero adicionales, tales como: financiación preferencial o incentivos fiscales.

Aspectos como: la potencia contratada, el acceso y las condiciones de financiación, la motivación para desarrollar un proyecto de autoconsumo o la información disponible, son diferente para cada tipo de consumidor. Los sistemas de balance neto en ALC muestran una tendencia hacia la sofisticación, con un incremento de condiciones diferenciadas por tipo de cliente.

Una de las principales barreras en la puesta en marcha del balance neto es la relacionada con los procesos administrativos. En los casos de estudio analizados, con la



experiencia adquirida en los primeros años de implementación, los gobiernos han modificado el diseño de su balance neto para incorporar procedimientos simplificados de autorización, incluso mediante simple notificación, para proyectos de energía renovable a pequeña escala. Así mismo, han desarrollado modelos de contrato estándar con la empresa distribuidora.

Otro aspecto coincidente en los casos de estudio es que, en la etapa inicial de puesta en marcha, se han dado casos de insuficiente capacidad de fiscalización por parte de los organismos asignados para la certificación de las instalaciones y en menor medida por parte de las empresas distribuidoras para realizar o fiscalizar la conexión. Es necesario, planificar de antemano, las necesidades de personal, así como garantizar su formación.

La falta de conocimiento de los potenciales usuarios sobre las tecnologías renovables y el potencial ahorro económico del autoconsumo es una de las principales barreras para su adopción. Campañas de comunicación y divulgación, enfocadas al sector comercial e industrial a través de las asociaciones empresariales, son necesarias para incrementar la eficacia de las políticas de autoconsumo.

El autoconsumo presenta beneficios importantes y evidentes para el consumidor y el sistema eléctrico. Inicialmente, el único actor damnificado es la empresa distribuidora, la cual puede ver reducidos sus ingresos. En los casos de estudio analizados, Chile y México, parte del éxito alcanzado se ha debido al papel proactivo de las distribuidoras en la promoción de la generación distribuida. En el caso de Chile el autoconsumo es entendido por las empresas distribuidoras como una oportunidad de negocio por la venta, operación y mantenimiento de la instalación, así como un medio de fidelización del cliente. En el caso de México, donde la principal distribuidora es la empresa pública CFE, la motivación es la mejora de la calidad de suministro y los importantes ahorros para el Estado en subsidios de la tarifa eléctrica.

Para acelerar la transición energética, la promoción del autoconsumo es una oportunidad para el incremento del uso de las tecnologías de la información en el sistema eléctrico. En paralelo a la promoción de la generación descentralizada con renovables, se tiene la oportunidad de desarrollar al máximo la entrada de contadores inteligentes y de aparatos de consumo eficientes e inteligentes.

Finalmente, la tabla a continuación presenta las mejores prácticas en el diseño de sistemas de balance neto.





<b>Criterio de diseño</b>	<b>Recomendación</b>
<b>Límites</b>	Los límites temporales ya sean absolutos, de capacidad instalada o relativos, a partir de los cuales se establece la revisión de la regulación, envían señales al mercado, permiten controlar la introducción de nuevas tecnologías en el sistema y dan certeza a las inversiones.
<b>Fecha inicio/ fin Periodicidad</b>	Para asegurar un desarrollo predecible y estable del mercado, es recomendable incorporar mecanismos de revisión, bien basados en un calendario, bien en función de objetivos de desarrollo del mercado, que una vez alcanzados se evalúe, y en su caso, adapte el diseño. En cualquier caso se debe de garantizar el mantenimiento del sistema por un periodo pre-establecido para las instalaciones existentes.
<b>Compensación por costes fijos de T&amp;D</b>	Evitar las cargas discriminatorias para los proyectos de autoconsumo.
<b>Limitaciones de tamaño/ capacidad de la instalación</b>	Las limitaciones deben de ir acorde o con criterios de seguridad de operación de la red o con vistas a maximizar el autoconsumo frente a inyectar la electricidad.  Exigir que las instalaciones cumplan con unos porcentajes mínimos de autoconsumo es una manera eficaz de promocionar el autoconsumo.
<b>Valor del excedente de electricidad</b>	Es recomendable establecer el valor con criterios de mercado. El precio del mercado mayorista en la hora en que se inyecta; un precio medio del mercado mayorista.
<b>Periodo de medición neto</b>	Periodos mensuales son los más extendidos en ALC, ya que presentan un balance óptimo entre facilidad de implementación y eficiencia.
<b>Propiedad de terceros</b>	Debe permitirse y regularse.
<b>Costes de instalación y O&amp;M</b>	La conexión de una instalación de autoconsumo, implica costes administrativos de la distribuidora, a veces inversiones para actualizar la infraestructura, la instalación en muchos casos de un medidor bidireccional. Es necesario que se regule claramente quién debe cubrir estos costes.
<b>Existen un código específico a cumplir para la conexión</b>	Es necesario garantizar la seguridad de la red, la cual se va a ver expuesta a flujos bidireccionales y a la variabilidad de la generación renovable. Los instaladores deben de contar con instrucciones técnicas concretas a seguir.
<b>Permisos necesarios</b>	Procesos administrativos sencillos. Notificación simple para proyectos residenciales.
<b>Otros mecanismos</b>	Establecimiento de mecanismos financieros específicos para proyectos de autoconsumo.
<b>Específica para una tecnología o neutra</b>	Neutra.
<b>Sanciones</b>	Por mala calidad de la energía inyectada.



# 1. Introducción

## 1.1. Paridad de enchufe

Con la irrupción de las tecnologías renovables no convencionales, estamos presenciando en la actualidad una transición de los sistemas energéticos de un modelo de generación centralizada a partir de recursos fósiles, a un modelo basado en cuatro pilares: 1) fuentes de energía renovable, 2) generación descentralizada, 3) mayor integración entre los tres usos de la energía (electricidad, transporte, calor y frío) y 4) mayor integración entre la oferta y la demanda.

La existencia del recurso solar a nivel global, sumado a la modularidad de la fotovoltaica, hacen a esta tecnología particularmente adecuada para la generación descentralizada a partir de fuentes de energía renovable y en particular para la generación en el mismo punto de consumo (autoconsumo).

Una de las nuevas, y más importantes, realidades a la que están teniendo que hacer frente muchos gobiernos es la denominada paridad de enchufe. La abrupta y continua reducción de costes de la energía fotovoltaica está haciendo que, en más y más mercados, el coste normalizado de generación a lo largo de la vida de una instalación fotovoltaica, o costo nivelado de la electricidad (LCOE, por sus siglas en inglés), sea inferior al precio de la tarifa minorista. El coste de los módulos fotovoltaicos solares se redujo en un 80 % entre 2008 y 2012 (European Commission, 2015) y el precio de los sistemas solares fotovoltaicos en tejado ha disminuido en un 75% en sólo 8 años (SolarPower Europe, 2015).

En otras palabras, en los países donde se ha alcanzado la paridad de enchufe, los consumidores pueden producir electricidad para consumo propio a un coste marginal menor o igual que el precio que pagarían a su comercializadora de electricidad. Además, el coste de la electricidad autoconsumida es fijo a lo largo de la vida del proyecto, por lo que protege al consumidor de la variabilidad del precio de la electricidad.

## 1.2. Autoconsumo

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



Por otro lado, los beneficios para el consumidor que decide producir y consumir su propia energía a partir de fuentes renovables, "prosumidor", son: (i) reducción de la factura eléctrica, (ii) seguridad de suministro y (iii) disminución del riesgo de la volatilidad de los precios de la energía.

Pero no todos son ventajas, la implantación a gran escala del autoconsumo también presenta el inconveniente para las empresas eléctricas de la reducción de las ventas de electricidad y por lo tanto de sus ingresos (IEA-RETD, 2014). Para las compañías distribuidoras se incrementa el reto de la gestión de la red y, por último, los consumidores no productores pueden ver aumentada su factura, ya que los costes fijos son soportados entre un número menor de consumidores.

El autoconsumo a partir de fuentes de energías renovables no es un hecho anecdótico. La energía solar fotovoltaica experimentó otro crecimiento récord en 2015. Se añadieron más de 50 GW. La nueva capacidad instalada en 2015 representa casi 10 veces el tamaño de toda la capacidad instalada sólo hace una década. Los proyectos fotovoltaicos de gran tamaño representaron el 86 % de la nueva capacidad, y el resto, 7 GW, sistemas descentralizados instalados en tejados (REN21, 2016). En Europa y Estados Unidos, se estima que alrededor del 20 % de la capacidad fotovoltaica instalada a finales de 2013 eran sistemas residenciales (IEA-RETD, 2014).

El autoconsumo a partir de fuentes de energías renovables es una tendencia global que implica la necesidad de adaptar los sistemas y mercados eléctricos a un desarrollo a gran escala del autoconsumo. Es importante analizar qué medidas regulatorias y mecanismos de apoyo hay que poner en marcha para beneficiarse al máximo de las oportunidades y minimizar los impactos negativos del autoconsumo.

### **1.3. Balance neto**

Son varios los mecanismos de apoyo utilizados, independientemente, o de manera conjunta, para la promoción del autoconsumo con fuentes renovables. Estos incluyen, entre otros, subvención a la inversión, deducciones fiscales, remuneración de la electricidad vertida a la red, créditos blandos y balance neto. En la actualidad, con la llegada de la paridad de enchufe en muchos países, el balance neto está siendo el mecanismo más adoptado para la promoción del autoconsumo (REN21, 2016).

La Figura 1 ilustra la generación y el consumo de una instalación de autoconsumo típica. Es habitual que instalaciones de autoconsumo viertan excedentes de generación a la red cuando la generación supera la demanda instantánea. El balance neto es la regulación por el cual se salda la diferencia entre la energía eléctrica vertida a la red y la energía eléctrica consumida por un consumidor eléctrico con una instalación de autoconsumo.

Atendiendo a la diferencia en el tratamiento de los excedentes de energía, existen dos tipos de balance neto: si las unidades de energía vertidas a la red se descuentan del

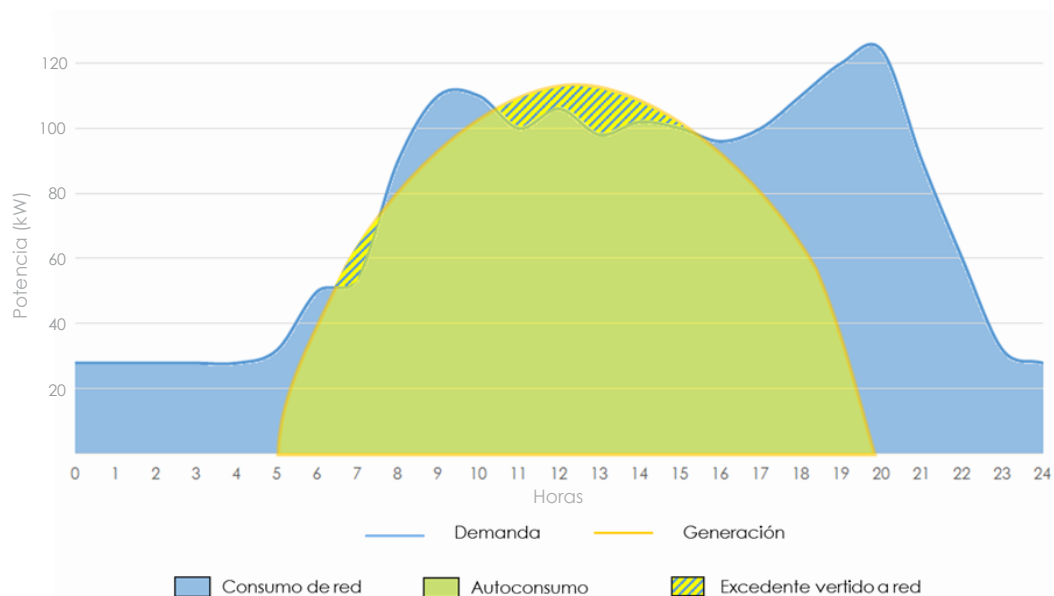


consumo total se denomina medición neta (net-metering) <sup>1</sup>, si se les asigna un valor económico y se descuenta de la factura se denomina facturación neta (net-billing).

En la medición neta, el exceso de electricidad inyectada en la red puede ser usado posteriormente para compensar el consumo en momentos en que la generación renovable in-situ es insuficiente. En otras palabras, bajo este esquema, los consumidores utilizan la red como un sistema de respaldo.

**Figura 1: Ejemplo curva de demanda y autogeneración.**

Fuente: Elaboración propia



La proliferación de sistemas de balance neto se ha visto favorecida por, entre otras circunstancias: una drástica reducción de los costes de la generación descentralizada (especialmente fotovoltaica), regulaciones que legalizan esta práctica, mecanismos de apoyo adicionales que refuerzan su eficacia (fiscales, financiación), nuevos modelos de negocio (propiedad de terceros) y mayor conocimiento de sus ventajas por parte de los diferentes actores (clientes, entidades financieras). A nivel global, a finales del 2006 sólo siete países habían implementado el mecanismo de balance neto y dos países más contaban con balance neto en alguna jurisdicción sub-nacional (REN21, 2007). A finales del 2015 había 42 países con regulación sobre balance neto a nivel nacional y cinco más con un ámbito sub-nacional (REN21, 2016).

El capítulo dos de este informe discute sobre las implicaciones que la regulación del autoconsumo puede tener en el sistema eléctrico. Posteriormente se presentan los principales parámetros de diseño de las regulaciones de balance neto. El capítulo tres

---

<sup>1</sup> El término "net-metering" en los textos en inglés se utiliza indistintamente para hacer referencia a balance neto y a medición neta.



trata el balance neto en América Latina y Caribe (ALC), proporcionando una panorámica de la promoción del autoconsumo mediante balance neto en la región y analizando en profundidad los casos de estudio de Chile y México. El documento concluye con recomendaciones para el diseño de regulaciones de balance neto.



## 2. Opciones de diseño del mecanismo de balance neto

### 2.1. El autoconsumo y el sistema eléctrico

El autoconsumo implica introducir tecnologías disruptivas de generación descentralizada en una infraestructura eléctrica actualmente planteada para la gran generación, el transporte y la distribución. Implica además, adaptar un mercado eléctrico donde los roles de los agentes (suministrador, consumidor) ya no están claramente diferenciados.

Dos son los retos fundamentales en el diseño de un mecanismo de balance neto: (i) establecer las bases en las que cualquier consumidor de electricidad, normalmente ajeno al mundo de la energía, puede convertirse en generador; (ii) establecer las reglas para el uso de las redes y el mercado de la electricidad. Hay pues dos niveles a considerar, el del proyecto de autogeneración y el sistema eléctrico.

En lo que respecta al sistema eléctrico, el actor más afectado es la empresa de distribución. El autoconsumo reduce sus ventas de electricidad e incrementa la complejidad de la operación de la red. El hacedor de políticas debe de tener, desde el inicio, una visión sistémica que puede implicar, en algunos casos, revisar otras regulaciones, como por ejemplo la formación de las tarifas de distribución.

Las tarifas de distribución tienen como objetivo financiar las inversiones, pasadas y futuras, en las redes. Existen fundamentalmente dos enfoques para recuperar el coste de las inversiones:

- Tarifas por capacidad: se basan en la demanda pico, ya que se considera que las inversiones necesarias vienen determinadas por la capacidad demandada. Por lo tanto, los consumidores que tienen un mayor pico de consumo son los que más pagan. Se establece un cargo fijo dependiendo de la potencia contratada. Con medidores inteligentes estos cargos fijos podrían establecerse de manera horaria.
- Tarifas volumétricas: los costes de la distribución se reparten en cada unidad de energía consumida. A su vez pueden ser: (i) proporcionales, si se cargan los costes del sistema por igual a todos los kWh; (ii) progresivas, si la tarifa por kWh se incrementa a mayor volumen de consumo; (iii) regresivas y; (iv) horaria.

También existen modelos híbridos que combinan un cargo por capacidad con una tarifa volumétrica.

Tres son los enfoques aplicados habitualmente para considerar el impacto del autoconsumo en la recaudación de los costes fijos:



- No hacer nada. Considerar que los ahorros (reducción de las pérdidas en transmisión, reducción de la congestión, aplanamiento de la curva de carga, etc.) compensan la pérdida de recaudación.
- Añadir o incrementar (si lo hay) un cargo fijo a todos los consumidores.
- Añadir un cargo sólo a los autoprodutores.

Si bien el presente informe se centra en el análisis del diseño del mecanismo de balance neto para la promoción de proyectos de autoconsumo, y no tiene como objetivo discutir sobre el diseño de tarifas de distribución, a continuación, se listan buenas prácticas para la consideración del impacto del autoconsumo en los costes del sistema (European Commission, 2015):

- Evitar cargos discriminatorios para el auto-consumo.
- Valorar el impacto positivo que el autoconsumo tiene en el sistema eléctrico.
- Garantizar condiciones predecibles, anunciando límites de capacidad de autoconsumo instalada a partir de la cual se revise el mecanismo de tarifas.
- Las modificaciones en la estructura de las tarifas no deben tener impacto retroactivo en las inversiones ya realizadas en autoconsumo.

## 2.2. Opciones de diseño del mecanismo de balance neto

La Tabla 1 presenta las diferentes opciones de diseño que pueden afectar al resultado final de la regulación de balance neto y que han sido utilizados para analizar los casos de estudio de Chile y México en el capítulo tercero del presente informe.

**Tabla 1: Opciones de diseño de balance neto.**

Fuente: Elaboración propia.

Criterio de diseño	Descripción
<b>Límites</b>	Establecen un horizonte, temporal o cuantitativo (número de sistemas de autoconsumo, % de generación distribuida, etc.) a partir del cual se revisarán las condiciones para instalaciones nuevas o sencillamente se terminará.
<b>Cargo al auto-consumidor para financiar costes fijos de T&amp;D</b>	Cargos específicos a auto-consumidores para financiar el coste de las inversiones en infraestructura de transmisión y distribución, así como el coste de su operación y mantenimiento, adicionales a los cargos que por el mismo concepto soporten como consumidores.



Criterio de diseño	Descripción
<b>Limitaciones a la capacidad de la instalación</b>	Consiste en limitar la capacidad de generación máxima de los proyectos de autoconsumo. Se pueden establecer distintos límites al tamaño de la instalación de generación, por ejemplo, en función del tipo de consumidor (residencial, comercial, industrial), en función de la potencia contratada, etc.
<b>Tipo de balance neto</b>	Medición neta. Facturación neta.
<b>Valor del excedente de electricidad</b>	La optimización del autoconsumo suele implicar periodos en los que se genera más que se consume y por lo tanto se inyecta el excedente a la red de distribución. Existen diferentes opciones de diseño que establecen una compensación por esa energía: <ul style="list-style-type: none"><li>• Asignación de créditos de kWh que se pueden utilizar durante un periodo de tiempo predefinido para reducir futuras facturas de electricidad. Esta es la definición original de "medición neta".</li><li>• Venta de esa electricidad a una tarifa regulada. Por ejemplo: una tarifa fija, el precio del mercado mayorista en la hora en que se inyecta, un precio medio del mercado mayorista.</li><li>• Un porcentaje del precio del mercado mayorista (90%) siendo la diferencia el equivalente a un cargo por distribución.</li><li>• Asignación de certificados verdes comercializables por esa electricidad.</li><li>• Nada, se vierte a la red sin compensación económica.</li></ul>
<b>Periodo de balance neto</b>	En el caso de que el excedente genere créditos en forma de kWh, la medición neta suele estar acotada en el tiempo (por ejemplo, a lo largo de un día, un mes, un año).
<b>Compensación geográfica</b>	Este parámetro hace referencia a la posibilidad de que un cliente con diferentes contratos de suministro agregue consumos para ser compensados por la producción de una o varias instalaciones de autoconsumo (balance neto virtual).
<b>Propiedad de terceros</b>	Esta opción de diseño hace referencia a que el propietario de la instalación de generación no sea el consumidor.
<b>Costes de instalación y O&amp;M</b>	La conexión de una instalación de autoconsumo, puede implicar según los casos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Costes administrativos;</li><li>• Inversiones para actualizar la infraestructura;</li><li>• La instalación de un medidor bidireccional;</li><li>• Coste de certificación de la instalación;</li><li>• Otros.</li></ul> Es importante tanto su cálculo como quién debe soportarlos.





Criterio de diseño	Descripción
<b>Existencia de un código específico a cumplir para la conexión</b>	Es necesario garantizar la seguridad de los usuarios y de la red, la cual se va a ver expuesta a flujos bidireccionales y a la variabilidad de la generación renovable. Es habitual contar con códigos técnicos a seguir específicamente adaptados a las instalaciones de autoconsumo.
<b>Permisos necesarios</b>	Proceso administrativo para la puesta en marcha de una instalación de autoconsumo. Los trámites a seguir, la autoridad responsable, la duración y los costes.
<b>Otros mecanismos de apoyo al autoconsumo</b>	Mecanismos de apoyo complementarios tales como: subsidios, líneas de financiación específicas, de tipo fiscal, etc.
<b>Específica para una tecnología o neutra</b>	Normalmente se promueve el uso de renovables si bien también es común ampliar el ámbito tecnológico a la generación eficiente.
<b>Baterías</b>	Posibilidad o no de uso de baterías y tratamiento de las mismas.
<b>Instalaciones nuevas o existentes</b>	Tratamiento de instalaciones de autoconsumo que pudieran estar operando antes de la entrada en vigor de la regulación de balance neto.
<b>Sanciones</b>	Normalmente relacionadas con la legalización de la instalación, calidad de la instalación y de energía vertida.



## 3. Casos de estudio de balance neto en ALC

### 3.1. Panorama del balance neto en América Latina y Caribe

A finales del año 2006, Panamá figuraba como el único país de ALC que había implementado una regulación de balance neto (REN21, 2007). En la actualidad al menos doce países en ALC han optado por el mecanismo de balance neto para promover la integración en el sistema eléctrico de la generación descentralizada a partir de fuentes de energías renovables: Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Puerto Rico, República Dominicana y Uruguay.

En lo que respecta a las distintas opciones de diseño, Colombia es el único país que aplica cargos destinados a contribuir a los costes de distribución y mantenimiento específicos de la actividad de autoconsumo. Es un cargo por confiabilidad y tiene por objetivo incentivar la autogeneración en condiciones de escasez de capacidad en el sistema, es un cargo extra sobre la energía consumida de la red por el prosumidor en esos periodos.

La utilización de la medición neta es la modalidad más utilizada de balance neto. En la mayoría de los casos, la energía vertida a la red en un mes es descontada del consumo del mes siguiente, por lo que se puede decir que se valoriza a precio minorista de la electricidad.

En cuanto al periodo de balance neto lo habitual, tanto medición neta como facturación neta, es una periodicidad mensual.

En cuanto a la propiedad de terceros que permitiría que la inversión pudiera hacerse, por ejemplo, por una empresa de servicios energéticos (ESCO), sólo está explícitamente contemplada en la regulación de balance neto de Brasil.

La capacidad instalada del sistema renovable se limita en casi todos los casos, bien estableciendo capacidades máximas a instalar, en muchos casos por tipo de consumidor: Brasil, Chile, Honduras, México, Panamá, Puerto Rico y República Dominicana, o bien ligando la capacidad máxima de generación a la potencia contratada: El Salvador y Uruguay.

En cuanto al ámbito tecnológico, todos los países permiten cualquier tecnología que genere a partir de fuentes de energía renovables. Brasil, Chile, Colombia y México incluyen además las tecnologías de generación eficiente. La Tabla 2 recopila las características de diseño principales de las regulaciones de balance neto en ALC.



**Tabla 2: Regulaciones de balance neto en ALC.**

Fuente: Elaboración propia.

País	Fecha de inicio	Cargos para financiar costes fijos de T&D	Valor del excedente de electricidad	Periodo de balance neto	Plazo máximo de compensación	Propiedad de terceros	Limitaciones de capacidad de la instalación	Tecnología
<b>Brasil</b>	2013, 2016 (rev.)	No	Medición neta.	Mensual	60 meses	Sí	Hasta 5 MW (hasta 3 MW para hidroeléctrica)	Fuentes renovables y cogeneración
<b>Chile</b>	2014	No	Facturación neta: valor de la energía en el nodo	Mensual	12 meses	No especificado	Hasta 100 kW	Fuentes renovables y cogeneración eficiente
<b>Colombia</b>	2015	Sí	Facturación neta: precio mercado mayorista	Mensual	No especificado	No especificado	Sin límite	Cualquier tecnología
<b>Costa Rica</b>	2015	No	Medición neta. Con límite máximo el 49% de la electricidad generada.	Mensual	12 meses	No	Sin límite	Fuentes renovables
<b>El Salvador</b>	2015	No	Medición neta.  Posibilidad de pactar con la distribuidora un contrato de venta de electricidad excedentaria.	Ciclo de facturación	3 ciclos de facturación	No	Hasta la demanda máxima de potencia de suministro. Producción mensual estimada debe ser menor al consumo medio mensual.	Fuentes renovables
<b>Guatemala</b>	2014	No	Medición neta.	Mensual	Sin plazo máximo	No especificado	Sin límite	Fuentes renovables
<b>Honduras</b>	2013	No	Medición neta.	Mensual	Sin plazo máximo	No especificado	Hasta 250 kW en baja tensión.	Fuentes renovables
<b>México</b>	2007	No	Medición neta.	Mensual	12 meses	No en residencial	Residencial hasta 10 kW.	Fuentes renovables y cogeneración



País	Fecha de inicio	Cargos para financiar costes fijos de T&D	Valor del excedente de electricidad	Periodo de balance neto	Plazo máximo de compensación	Propiedad de terceros	Limitaciones de capacidad de la instalación	Tecnología
							Uso general en baja tensión, hasta 30 kW.	
<b>Panamá</b>	2006 2012 (rev.)	No	Medición neta.	Mensual	12 meses desde el inicio de la acumulación de crédito. Pasado ese periodo, se pierde el crédito acumulado.	No especificado	Hasta 500 kW	Fuentes renovables
<b>Puerto Rico</b>	2008		Medición neta: Descuento de la energía en factura siguiente. Máximo excedente diario contabilizado: 300 kWh residencial, 1 MWh resto. Pasado el cierre del periodo de facturación (junio), se retribuye al productor con un precio fijo.	Mensual	Hasta cierre de periodo de facturación (fin de junio del año en curso).	No especificado	Residencial hasta 25 kW. Resto hasta 1 MW.	Fuentes renovables
<b>República Dominicana</b>	2012	No	Medición neta. Descuento en el cargo fijo y de potencia por la potencia máxima exportada. Pasado el cierre del periodo de facturación (diciembre), se retribuye al productor con 75% del valor de mercado minorista la energía no compensada.	Mensual	Hasta cierre de periodo de facturación (fin de diciembre del año en curso).	No especificado	Residencial hasta 25 kW. Industrial y comercial hasta 1 MW.	Fuentes renovables



País	Fecha de inicio	Cargos para financiar costes fijos de T&D	Valor del excedente de electricidad	Periodo de balance neto	Plazo máximo de compensación	Propiedad de terceros	Limitaciones de capacidad de la instalación	Tecnología
<b>Uruguay</b>	2010	No	Remuneración a valor de mercado minorista, de acuerdo a la tarifa contratada.	Mensual	Mensual	No especificado	Menor o igual a la potencia contratada. Capacidades superiores requieren autorización especial.	Fuentes renovables

---



## 3.2. Caso de estudio: Chile

### 3.2.1. Introducción

Chile ha desarrollado un plan estratégico llamado Energía 2050 para definir su sector energético en el largo plazo. Energía 2050 se sustenta en cuatro pilares: seguridad y calidad de suministro, energía como motor de desarrollo, compatibilidad con el medio ambiente y educación energética. Sobre estas bases, deben desarrollarse las diversas medidas y planes de acción planteados hasta el año 2050. Esta visión, obedece a un enfoque sistémico, impulsado por el gobierno y participado por el sector privado y la sociedad civil.

Entre las principales metas establecidas para el año 2050, se espera que el 70 % de la generación eléctrica nacional provenga de energías renovables y que el 100 % de las edificaciones nuevas tengan altos estándares de construcción sostenible y cuenten con sistemas de gestión de la energía.

El Gobierno de Chile, para impulsar el desarrollo de las energías renovables no convencionales (ERNC), ha aprobado un marco regulatorio que busca expandir la aportación de estas fuentes. Se espera que al 2025 la matriz nacional esté compuesta por un 20 % de ERNC. En Chile, se consideran ERNC la energía eólica, pequeñas centrales hidroeléctricas (hasta 20 MW), biomasa, biogás, geotermia, solar y mareomotriz.

La Ley 20.257, publicada en el 2008, plantea como obligación para los generadores acreditar que un 10 % de la electricidad en el 2024, provenga de fuentes de ERNC. Este porcentaje se actualizó a un 20 % en la Ley 20.698 de 2013.

Siguiendo la estrategia de diversificar la matriz, el gobierno publicó la Ley 20.571, en el 2012, que "Regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales". La ley permite y regula la autogeneración y venta de excedentes de energía por parte de los prosumidores de hasta 100 kW a las empresas distribuidoras.

Chile invirtió en 2015 más de 3,400 millones de US\$ en energías renovables, un 151 % más que en 2014, lo que le sitúa como el décimo mayor inversor en renovables del mundo durante dicho año (FS-UNEP, 2016). El indicador de atractivo para inversiones en energías sostenibles del Banco Mundial (BM), RISE<sup>2</sup>, evalúa a Chile con una puntuación de 73 puntos, respecto a un máximo de 92, obteniendo una valoración alta en los criterios de regulación y política energética.

El indicador "Climascope" que analiza el marco regulatorio y condiciones de inversión para las energías renovables en mercados emergentes situó, en 2015, a Chile en una meritoria tercera plaza por detrás de China y Brasil (Fomin, UKAid, & BNEF, 2015).

---

<sup>2</sup> <http://rise.worldbank.org/>



Finalmente, Chile se sitúa el 4º, por detrás de Estados Unidos, China e India, en el ranking de países más atractivos para realizar inversiones de energías renovables, según el indicador RECAI (EY, 2016; EY, 2016).

### 3.2.2. Marco social y macroeconómico

Con 18 millones de habitantes, Chile ha sido una de las economías de más rápido crecimiento en Latinoamérica en la última década, a un ritmo medio anual del 3.2 %, impulsada por el sector minero y las exportaciones agroindustriales. En el año 2015 fue el tercer país con el producto interior bruto (PIB) per cápita, más alto de ALC, por detrás de Trinidad y Tobago y Bahamas<sup>3</sup>. Sin embargo, desde el 2014 la economía ha registrado un retroceso, debido a la caída de los precios del cobre y una disminución en el consumo privado.

En la Tabla 3, se pueden encontrar los principales indicadores del marco socio-económico de Chile. Se comprueba que son indicadores propios de un país que el día de hoy pertenece a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

**Tabla 3: Indicadores principales del marco socio-económico de Chile.**

Fuente: Elaboración propia.

Indicador	Año	Unidad	Valor	Fuente
<b>Población</b>	2015	Millón de habitantes	17.9	BM
<b>Población urbana</b>	2015	%	90.0	BM
<b>Superficie</b>	2015	km <sup>2</sup>	756,096.4	BM
<b>PIB</b>	2015	Millones US\$	240,200	BM
<b>PIB per cápita</b>	2015	US\$ per cap.	13,418.9	BM
<b>Crecimiento PIB</b>	2006-2015	%/año	3.2	BM
<b>Crecimiento PIB</b>	2011-2015	%/año	4.7	BM
<b>Crecimiento PIB</b>	2015	%/año	1.0	BM
<b>Facilidad para hacer negocios<sup>4</sup></b>	2015	Clasificación	48/ 189	BM
<b>Desarrollo humano</b>	2014	Clasificación	42/ 189	PNUD

<sup>3</sup> <http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GNP.PCAP.CD>

<sup>4</sup> <http://datos.bancomundial.org/indicador/IC.BUS.EASE.XQ>



### 3.2.3. Sector eléctrico

En lo que respecta al sistema eléctrico en Chile existen dos grandes sistemas interconectados y dos sistemas eléctricos medianos: el Sistema Interconectado Central (SIC) y el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) son los grandes sistemas. El Sistema de Aysén y Magallanes son los sistemas medianos.

En la Tabla 4 se señala la capacidad instalada por sistema eléctrico en Chile hasta mediados de 2016. En ella se muestran evidencias de la concentración de capacidad instalada en el SIC; el cual abarca desde Taltal, 892 km al norte de Santiago de Chile, a Chiloé, 1,116 km al sur de la capital. El SIC abastece al 96 % de la población de Chile.

**Tabla 4: Capacidad instalada por sistema en junio 2016.**

Fuente: Bolefín Mercado Eléctrico Sector Generación agosto 2016

Sistema	Tamaño	Capacidad Instalada (MW)	Capacidad Relativa
<b>SIC</b>	Grande	16,215	77.68 %
<b>SING</b>	Grande	4,494	21.53 %
<b>Magallanes</b>	Mediano	101	0.48 %
<b>Aysén</b>	Mediano	62	0.30 %
<b>Total</b>		<b>20,872</b>	<b>100 %</b>

El sector generación se encuentra participado por cinco empresas en el SING y seis empresas principales, con una potencia instalada superior a 200 MW, para el SIC, la única empresa que tiene participación en ambos sistemas es AES GENER. En la Tabla 5 se listan las empresas generadoras.

**Tabla 5: Principales empresas generadoras por sistema.**

Fuente: CDEC SING y CDEC SIC 2016

Empresa	Sistema
<b>AES GENER</b>	SIC y SING
<b>DUKE Energy International Chile</b>	SIC
<b>E-CL</b>	SING
<b>EMPRESA ELÉCTRICA ANGAMOS</b>	SING
<b>EMPRESA ELÉCTRICA COCHRANE</b>	SING
<b>ENDESA</b>	SIC
<b>ENLASA GENERACIÓN Chile</b>	SIC
<b>GAS ATACAMA CHILE</b>	SING
<b>GUACOLDA</b>	SIC
<b>EMPRESA ELÉCTRICA PEHUENCHE</b>	SIC





El sector de transmisión se encuentra dividido en seis empresas, de las cuales cinco operan en el SIC y dos en el SING. Transelec es la única empresa que participa en ambos sistemas. En la Tabla 6 listan las empresas de transmisión.

**Tabla 6: Principales empresas de transmisión por sistema.**

Fuente: CDEC SING y CDEC SIC 2016

Empresa	Sistema
<b>ALTO JAHUEL TRANSMISORA DE ENERGÍA</b>	SIC
<b>COLBUN TRANSMISIÓN</b>	SIC
<b>ELETRANS S.A.</b>	SIC
<b>EDELNOR TRANSMISIÓN</b>	SING
<b>TRANS CHILE CHARRUA TRANSMISIÓN</b>	SIC
<b>TRANSELEC S.A.</b>	SING y SIC

El mercado de distribución está compuesto por 33 empresas. El 78 % de los clientes están concentrados en ocho empresas, y las dos más grandes, Enel y CGE, tienen el 53 % del mercado. En la Tabla 7 se encuentra el detalle de las empresas de distribución.

**Tabla 7: Estructura del mercado de distribución en 2014.**

Fuente: SEC 2014

Empresa	Cantidad de Clientes	
<b>Enel</b>	1,640,690	28.7 %
<b>CGED</b>	1,395,188	24.4 %
<b>Chilquinta</b>	530,171	9.2 %
<b>SAESA</b>	367,219	6.4 %
<b>CONAFE</b>	359,021	6.4 %
<b>FRONTEL</b>	317,534	5.5 %
<b>EMELECTRIC</b>	230,750	4.0 %
<b>ELECDA</b>	162,651	2.8 %
<b>25 restantes</b>	706,259	12.3 %
<b>Total</b>	<b>5,709,483</b>	

#### 3.2.4. Marco institucional del sector energético

Chile tiene un marco institucional sofisticado y bien definido en el sector eléctrico que incluye entre otros: autoridades gubernamentales implementadoras de políticas, un ente regulador y otro fiscalizador, un operador del mercado y compañías privadas en generación, transporte y distribución; todos ellos operando en un mercado dinámico.

De manera general se puede decir que las instituciones del sector energético chileno gozan de capacidad de acción y autonomía de gestión. Esto quiere decir que su autoridad está reglamentada y que gozan de los recursos humanos, técnicos y financieros suficientes para realizar las actividades que le han sido encomendadas. La Tabla 8 recopila los principales actores del sector eléctrico chileno.



**Tabla 8: Marco institucional del sector eléctrico chileno.**

Fuente: Elaboración propia.

Institución	Año	Funciones	Enlace
<b>Ministerio de Energía</b>	2009	El objetivo del Ministerio de Energía es elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector, velar por su cumplimiento y asesorar al gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía.	<a href="http://www.energia.gob.cl">www.energia.gob.cl</a>
<b>Comisión Nacional de Energía</b>	1978	Entidad dependiente del Ministerio de Energía, responsable de diseñar y proponer las normas legales y técnicas para un adecuado desarrollo del sector energético conforme a la política energética vigente.	<a href="http://www.cne.cl">www.cne.cl</a>
<b>Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)</b>	1985	Principal agencia pública responsable de supervisar el mercado de la energía, se relaciona con el gobierno a través del Ministerio de Energía. Es la entidad encargada de velar por la adecuada operación de los servicios de electricidad, gas y combustibles, en términos de seguridad, calidad y precios.	<a href="http://www.sec.cl">www.sec.cl</a>
<b>Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC)</b>	1982	Entidad independiente y conformada por las empresas más importantes del sector eléctrico. Todos los centros de despacho de carga, están interconectados entre sí, es la labor del CDEC coordinar y operar el sistema en su conjunto.	<a href="http://www.cdecsic.cl">www.cdecsic.cl</a>
<b>Honorable Panel de Expertos</b>	2004	Su función es pronunciarse, mediante dictámenes de efecto vinculante, sobre aquellas discrepancias y conflictos que, conforme a la ley, se susciten con motivo de la aplicación de la legislación eléctrica y que las empresas eléctricas y otras entidades habilitadas sometan a su conocimiento.	<a href="http://www.panelexpertos.cl">www.panelexpertos.cl</a>



### 3.2.5. Marco regulatorio

#### Ley General de Servicios Eléctricos

El sector eléctrico en Chile está regido por la Ley General de Servicios Eléctricos (DLF N°4 20.018) del año 2007. Esta Ley divide el mercado eléctrico en las siguientes actividades: generación, transmisión y distribución, las cuales son desarrolladas por empresas privadas. La ley fija para el gobierno el rol de regulador y fiscalizador, buscando establecer criterios que favorezcan una expansión económicamente eficiente del sistema eléctrico.

#### Generación de energía eléctrica con fuentes de ERNC

En lo que respecta a la promoción de las energías renovables el principal instrumento regulatorio es la Ley 20.257, que fue publicada en el 2008, actualizada por la Ley 20.698 de 2013, que plantean como obligación para los generadores acreditar que un porcentaje de la generación provengan de ERNC, aumentando progresivamente hasta alcanzar un 20 % el 2024.

#### Generación distribuida

Siguiendo el camino de diversificar la matriz energética con fuentes limpias, y promover la eficiencia y la seguridad de suministro gracias a la generación distribuida, el gobierno publicó en 2012 la Ley 20.571, que "Regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales", con lo cual se permite la autogeneración y venta de excedentes de energía por parte de la ciudadanía a las empresas distribuidoras.

Los principales documentos regulatorios aplicables a la Ley 20.571 son:

- Reglamento Decreto N°71 de 2014, modificado el 20 de enero de 2017. Estipula el reglamento bajo el cual se articula la Ley 20.571 determinando los requisitos que deberán cumplirse para conectar el medio de generación a las redes de distribución e inyectar los excedentes.
- Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación en Baja Tensión – SEC. Establece los procedimientos, metodologías y demás exigencias para la conexión y operación de equipamientos de generación cuya capacidad instalada total no supere los 100 kW, en redes de concesiones de servicio público de distribución de electricidad.
- Resolución SEC N° 5308: Autorización de Equipamiento – SEC. Establece los procedimientos administrativos para contar con la autorización para la instalación de fuentes de generación residencial que inyecten electricidad a la red de distribución.
- Instrucción Técnica SEC N°02/2014: Diseño y ejecución de las Instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red – SEC. Establece los requerimientos que deben considerar para el diseño, ejecución, inspección y mantenimiento de las instalaciones eléctricas fotovoltaicas que se comunican a la SEC para ser conectada a la red de distribución.



### 3.2.6. Otros mecanismos de apoyo a las energías renovables

El desarrollo de las ERNC para generación de energía eléctrica ha ido en constante aumento, principalmente debido a la remoción de las barreras de entrada que limitaban el desarrollo de proyectos. En este sentido, dos grandes líneas de trabajo fueron fundamentales. La primera, como comentado en los apartados anteriores, el desarrollo del marco regulatorio: sistema de cuotas de renovables a las empresas generadoras y ley de autoconsumo.

La segunda, la implementación de instrumentos de apoyo directo a iniciativas de inversión, tales como:

#### **Programa techos solares públicos (PTSP)**

Iniciativa del Ministerio de Energía que tiene como objetivos:

- Estimular el mercado de soluciones fotovoltaicas a través de la demanda por parte del Estado de instalaciones para edificios públicos.
- Generar información de acceso público y gratuito sobre costos y condiciones de los proyectos fotovoltaicos orientados a autoconsumo en la realidad chilena.
- Evaluar en la práctica las normas y procedimientos en desarrollo para instalaciones fotovoltaicos de autoconsumo.
- Contribuir a la disminución del coste de los sistemas fotovoltaicos en edificios públicos.

Cabe destacar que se resolvió mediante un proceso de subasta pública el concurso para realizar las instalaciones solares en techos públicos. Instalaciones que una vez conectadas, se registrarán bajo el régimen de balance neto. El resultado de la licitación ha sido la adjudicación de 38 sistemas fotovoltaicos que suman una capacidad de 1,427 kW a un precio medio de 1.68 US\$/W.

#### **Proyectos concurso innovación en energías renovables**

El concurso "Innovación en Energías Renovables", lanzado el 28 de diciembre de 2012 por el Comité Innova Chile de Corfo con recursos del Ministerio de Energía, tiene por objetivo apoyar el desarrollo de proyectos pilotos de tecnologías de autoabastecimiento energético en base a energías renovables, utilizando el modelo de ESCOs.

#### **Proyectos concurso fundación de innovación agraria**

El concurso "Proyectos de energías renovables no convencionales para el sector agroalimentario y forestal", fue lanzado el 3 de marzo de 2014 por la Fundación de Innovación Agraria con recursos del Ministerio de Energía. Este instrumento tiene por objetivo cofinanciar proyectos de inversión para la innovación que incorporen tecnologías para el autoabastecimiento energético en base a ERNC en el sector



agroalimentario y forestal, con el fin de mejorar la gestión energética de las empresas del sector y favorecer su competitividad.

### 3.2.7. Actores y proceso administrativo

#### Principales actores en el proceso de puesta en marcha de una instalación de autoconsumo en el marco del balance neto

Los principales actores y sus responsabilidades en la puesta en marcha de un proyecto de balance neto en Chile son:

- *Clientes*

El cliente es el usuario sujeto a una tarifa eléctrica regulada, que quieran instalar un medio de generación renovable o eficiente, tanto para consumo propio como para inyectar los excedentes de generación a la red de distribución local. Corresponden en general, a pequeños y medianos consumidores, que tengan una capacidad conectada inferior a 500 kW, y aquellos con capacidad conectada entre los 500 y 5,000 kW que hayan optado por sujetarse al régimen de los clientes regulados (clientes residenciales, comerciales o industriales pequeños, colegios, etc.).

El cliente debe iniciar los trámites y costear la instalación, tanto los materiales y equipos, como el coste de mano de obra (instalador eléctrico autorizado).

- *Superintendencia de Electricidad y Combustibles*

Entidad estatal encargada de supervisar y fiscalizar las instalaciones de generación distribuida. Además, es la entidad responsable de resolver los conflictos y dificultades entre los clientes y las empresas distribuidoras.

- *Empresas distribuidoras de electricidad*

Responsable de satisfacer la demanda de energía eléctrica en las zonas de concesión de electricidad, a través de sus propias instalaciones (líneas eléctricas de media y baja tensión). En el caso del balance neto, es la entidad responsable de la compra y distribución del excedente de electricidad producida por sus clientes.

- *Instaladores eléctricos autorizados*

Persona y/o empresa certificada por la SEC, encargada de instalar y avalar el correcto funcionamiento de las instalaciones de generación.



## Trámites para la puesta en marcha de la instalación

- *Identificación de la capacidad máxima del sistema*

La potencia máxima a instalar para generar será dada por la distribuidora en función de las capacidades técnicas de la red de distribución. En cualquier caso, la capacidad instalada por sistema no podrá superar los 100 kW.

El interesado deberá iniciar los trámites solicitando a la distribuidora la información técnica relacionada con la capacidad máxima del empalme al cual desee conectarse. La empresa distribuidora tiene un plazo de diez días hábiles para responder a dicha solicitud.

- *Solicitud de conexión*

Posteriormente, el cliente debe presentar una solicitud de conexión a la distribuidora, en la cual debe constar información y datos del cliente, de los equipos y la fuente de generación que se va a utilizar, el inmueble en que estos se ubicarán y la potencia que se conectará.

La distribuidora debe responder a dicha solicitud en un plazo no superior a 5 días hábiles, en el caso de que la capacidad a instalar sea menor que la permitida. En caso contrario será de 20 días.

Salvo en el caso de instalaciones pequeñas, cuya capacidad a instalar sea inferior al 40% de la permitida, que quedan eximidas, El usuario o cliente final, en un plazo no superior a 20 días hábiles contado desde la fecha de recepción de la respuesta a su solicitud de conexión, deberá manifestar su conformidad a la empresa distribuidora.

Toda obra adicional, o adecuación, que sea necesaria para permitir la conexión y la inyección de los excedentes de energía, serán de cargo del cliente y no podrán significar costos adicionales a los demás clientes.

- *Instalación*

En caso de que la propuesta de la empresa distribuidora sea aceptada por el cliente, este tiene un plazo de 6 meses, prorrogables otros 6 meses presentado una justificación, para la construcción y puesta en servicio de la instalación de generación distribuida. La instalación de los equipos debe ser realizada por instaladores eléctricos autorizados por la SEC.

- *Declaración a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles*

Una vez finalizada la instalación, el cliente deberá presentar la declaración de puesta en servicio notificando a la SEC la realización de la instalación. Este proceso tiene por objeto asegurar, tanto al cliente como a la empresa distribuidora, que las instalaciones de generación cumplen con la normativa vigente, con los estándares de calidad y seguridad y no supone un peligro para



personas o bienes. El proceso culmina con la inspección física de la instalación por parte de la SEC.

- *Notificación de conexión y celebración del contrato con la distribuidora*

Posteriormente, el cliente debe presentar una notificación de conexión a la distribuidora, en la cual deberá identificar al solicitante, la capacidad instalada de sus unidades de generación y sus características, los certificados de las instalaciones generadoras y del instalador eléctrico autorizado. Además, deberá de adjuntar, el contrato de conexión firmado por el usuario y una copia de la declaración de puesta en servicio presentada a la SEC. La distribuidora tiene un plazo de 5 días hábiles para aceptar la instalación y celebrar con el cliente un contrato en el cual se establezca y reconozca la tarifa de inyección.

La vigencia del contrato, celebrado entre el cliente y la distribuidora, es de un año, contado desde la fecha de conexión indicada en la firma del contrato. Sin embargo, se considerará automáticamente renovado por periodos sucesivos de un año, contando desde su vencimiento, salvo que el cliente manifieste por escrito a la distribuidora su intención de ponerle término.

- *Conexión*

Después de celebrar el contrato, el instalador autorizado debe presentar el protocolo de conexión del equipamiento de generación a la distribuidora para coordinar de manera conjunta la conexión del medio de generación. La conexión debe de realizarse dentro de 15 días hábiles a partir de la notificación de conexión a la distribuidora.

En el caso de existir reclamos y controversias en cualquier etapa del proceso, el cliente debe recurrir a la SEC para resolver las dudas y discrepancias.

### **3.2.8.** Características de diseño del sistema de balance neto

La ley de autoconsumo entró en vigencia el 22 de octubre de 2014. No se establece ningún objetivo de desarrollo del autoconsumo, ni presenta una fecha de expiración.

La capacidad máxima a instalar por sistema es de 100 kW. La ley permite la instalación de cualquier tecnología que utilice fuentes de energía renovable o generación eficiente.

La energía inyectada se valoriza al mismo precio que la energía consumida y depende de: el lugar donde se conecte el cliente (comuna, sector); si cliente está conectado en baja o en alta tensión y de la fecha en que se realizaron las inyecciones, ya que las tarifas se van ajustando con regularidad (cada 4 años), según lo establecido en la ley. Cada empresa distribuidora deberá mantener publicado el valor de la energía inyectada junto a sus tarifas vigentes.

El valor correspondiente a las inyecciones será descontado en la factura de suministro eléctrico correspondiente al mes en el cual se realizaron dichas inyecciones. De existir



un saldo a favor del cliente, éste será descontado en las facturas siguientes y reajustado de acuerdo al Índice de Precios al Consumo (IPC). Si en el período de tiempo establecido en el contrato, aún queda saldo a favor del cliente, éste será pagado al prosumidor.

Para que se considere la inyección de energía como dentro del balance neto, el cliente tiene que ser el dueño de las instalaciones de generación, por lo cual no se permite la propiedad de terceros, que permita que el excedente se descuente del consumo que en otro emplazamiento realiza el propietario.

Por último, las sanciones pueden ser desde multas, que se reflejan como cobros en la factura eléctrica y que pueden ser debidas a la calidad de la electricidad vertida a la red (inyección de armónicos o mal factor de potencia), hasta, si no se toman en consideración las recomendaciones de la distribuidora, la desconexión de la red por mala calidad en la inyección de energía.

La Tabla 9 recopila las principales opciones de diseño de la regulación de balance neto en Chile.

**Tabla 9: Opciones de diseño del sistema de balance neto en Chile.**

Fuente: Elaboración Propia

Criterio de diseño	Descripción
<b>Límite</b>	El mecanismo está operativo desde el 22 de octubre de 2014. No existe límite, ni absoluto ni relativo, de capacidad instalada o número de instalaciones. Sin fecha de terminación o revisión.
<b>Tipo de balance neto</b>	Facturación neta.
<b>Valor del excedente de electricidad</b>	La energía inyectada se valoriza al mismo precio que la energía consumida. El valor de las inyecciones será descontado en la factura de suministro eléctrico correspondiente al mes en el cual se realizaron dichas inyecciones. De existir un saldo a favor del cliente, éste será descontado en las facturas siguientes y reajustado de acuerdo al IPC.
<b>Cargo al auto-consumidor para financiar costes fijos de T&amp;D</b>	No.
<b>Periodo de balance neto</b>	Mensual.
<b>Compensación geográfica</b>	No.





Criterio de diseño	Descripción
<b>Propiedad de terceros</b>	No.
<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>	Norma técnica de conexión y operación de equipamiento de generación en baja tensión. La instalación debe ser hecha por personal acreditado por la SEC.
<b>Permisos necesarios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Solicitud de conexión a la distribuidora.</li><li>• Declaración de puesta en servicio.</li></ul>
<b>Otros mecanismos de apoyos</b>	No existen subvenciones ni líneas de financiación específicas para este tipo de proyectos.
<b>Baterías</b>	No se especifica su uso en la ley.
<b>Limitaciones de tamaño/ capacidad de la instalación</b>	100 kW.
<b>Específica para una tecnología o neutra</b>	Generación de energía eléctrica por medios de ERNC y de cogeneración eficiente.
<b>Instalaciones nuevas o existentes</b>	Las instalaciones existentes pueden acogerse siempre y cuando regularicen la instalación.
<b>Sanciones</b>	Por mala calidad de la electricidad inyectada desde multas económicas hasta la desconexión del sistema generador.

### 3.2.9. Facturación del autoconsumo

El monto que las empresas distribuidoras cobran por efectuar el servicio de distribución de electricidad, se conoce como Valor Agregado de Distribución (VAD), y se calcula considerando el costo medio en que incurre una "distribuidora modelo" eficiente para proveer el servicio. El VAD es básicamente un costo medio que incorpora todos los costos de inversión y funcionamiento de una empresa modelo o teórica, por lo que no reconoce los costos efectivamente incurridos por las empresas distribuidoras.

El precio de la energía facturada al consumidor final es el precio del nodo en el punto de interconexión con las instalaciones de distribución. Teniendo en cuenta lo anterior, el coste del suministro eléctrico que se factura al usuario final, es la suma del precio de la energía por la compra de electricidad más el VAD.



En la Tabla 10, se hace el ejercicio de determinar una simulación de la factura y los ahorros totales para un consumidor final con una instalación de autoconsumo con una producción mensual de 1,500 kWh, de los cuales ha autoconsumido 958 kWh. Los componentes de la factura son: la energía consumida, el cargo por el uso de la red de transmisión, el valor añadido de la distribución y el cargo por potencia o demanda presente en punta. En el ejemplo en cuestión la instalación de autoconsumo representa unos ahorros de más del 34 % de la factura mensual.

**Tabla 10: Análisis tarifario por tipo de consumidor final.**

Fuente: (Arroyo, 2016)

Concepto	
<b>Ahorro</b>	
<b>Generación estimada</b>	1,500.0 kWh
<b>Autoconsumido</b>	958.0 kWh
<b>Cargo energía base</b>	9.0 cUS\$/ kWh
<b>Ahorro por autoconsumo</b>	<b>85.9 US\$</b>

Concepto				
<b>Factura</b>				
<b>Cargo fijo</b>	17.4	US\$/ cliente		17.4 US\$
<b>Cargo energía base</b>	9.0	cUS\$/ kWh	1.499 kWh	134.0 US\$
<b>Cargo por uso de sistema troncal</b>	0.3	cUS\$/ kWh	1.499 kWh	4.1 US\$
<b>Demanda presente en punta</b>	7.1	US\$/ kW	15.3 kW	109.6 US\$
<b>Descuento energía net-billing</b>	9.0	cUS\$/ kWh	542 kWh	<b>- 48.6 US\$</b>
<b>Total neto</b>				216.5 US\$
<b>IVA</b>	19	%		41.2 US\$
<b>Total factura mes</b>				<b>257.7 US\$</b>

### 3.2.10. Resultados de la implementación del sistema

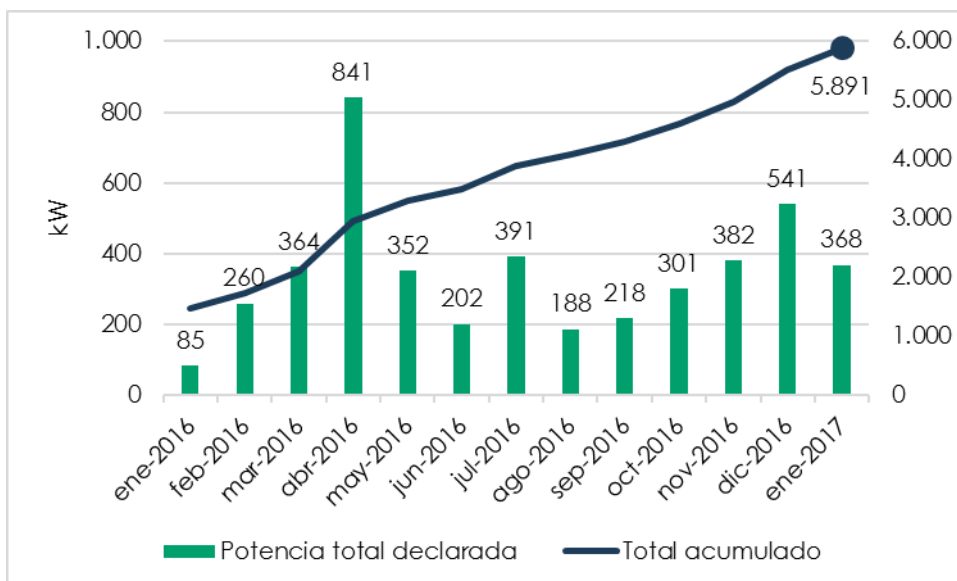
La implementación de la ley avanza a su propio ritmo de maduración con tendencias positivas que se traducen en un incremento constante del número de instalaciones. En los dos primeros años Chile ha aprobado más proyectos de autoconsumo que en el mismo periodo países como México o Uruguay (Ministerio de Energía, 2017).

Al 31 de enero de 2017 se han registrado 828 instalaciones por un total de potencia de 5.89 MW. La Figura 2 muestra la evolución del registro de instalaciones en 2016, mostrando evidencias de una tendencia de crecimiento continuado.

Un aspecto importante es que más del 60 % de los proyectos aprobados por la ley son residenciales.



**Figura 2: Instalaciones registradas en la SEC cada mes.**  
Fuente: (Comisión Nacional de Energía, 2017)



### 3.2.11. Discusión y lecciones aprendidas

Uno de los mayores retos a los que se enfrentan los gobiernos es la adaptación de sus mecanismos de apoyo a unas condiciones del mercado de las energías renovables rápidamente cambiantes. Es muy importante hacer una evaluación continua y adaptar el diseño de los mecanismos de apoyo en función de los resultados y las nuevas condiciones de mercado. En este sentido cabe destacar el excelente monitoreo, reporte y evaluación de la regulación de autoconsumo por parte del gobierno de Chile. La reciente simplificación de los procesos administrativos para proyectos de menor capacidad y de viviendas multifamiliares, es un ejemplo de la adaptación de la regulación a las condiciones de mercado, en función de las lecciones aprendidas.

La evolución de las instalaciones acogidas a la regulación de autoconsumo en Chile se publica, mensualmente, en el sitio de internet de la Comisión Nacional de la Energía en el marco de los "Reportes Mensuales ERNC".

El programa techos solares públicos que promueve la instalación de 38 sistemas fotovoltaicos que suman una capacidad de 1,427 kW, es una medida óptima para conocer el mercado, aprender con la experiencia y, evaluar en la práctica las normas y procedimientos en desarrollo para instalaciones fotovoltaicos de autoconsumo.

El Proyecto Energía Solar para la Generación de Electricidad y Calor de la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), y el Ministerio de Energía, desarrolla un índice de precios de sistemas solares fotovoltaicos instalados y comercializados en el mercado chileno. A partir de encuestas, los precios son analizados al detalle para identificar potenciales de ahorro (GIZ, 2016).



Por último, el Ministerio de Energía ofrece en su sitio de internet un explorador de energía solar para autoconsumo<sup>5</sup>, que ofrece datos del recurso solar y un pre-dimensionamiento de una instalación fotovoltaica para autoconsumo.

Otro de los factores de éxito está siendo el papel proactivo de las empresas distribuidoras chilenas en mantenerse a la vanguardia de los avances tecnológicos y de la búsqueda de nuevos modelos de negocio y, por tanto, la buena acogida que la norma ha tenido en el sector (Barrenechea, 2012). Enel, la principal empresa de distribución en Chile por número de clientes, ofrece la ejecución de las instalaciones de autoconsumo a sus clientes incluyendo soluciones de financiación.

A pesar de los buenos resultados en los dos años que lleva en vigor la facturación neta en Chile, se han identificado una serie de barreras que ralentizan el desarrollo de instalaciones:

### **Rentabilidad financiera**

La principal discusión en la implementación de la ley, se da a nivel de los desarrolladores de proyectos, principalmente al análisis de los retornos a la inversión. Se estima que el tiempo de retorno promedio de la inversión es de 9 años, con una tasa interna de retorno anual del 11.8 %. Este periodo de retorno es particularmente largo para consumidores industriales y comercios.

El principal coste de los proyectos de energías renovables es la inversión inicial en la instalación. No existe ningún tipo de financiación preferencial específica para este tipo de proyectos. Algunas recomendaciones identificadas para superar la barrera del coste de la inversión inicial serían:

- Crear una línea de financiamiento con tasas preferenciales.
- Otorgar subsidios a las importadoras de equipos para instalaciones solares.
- Implementar incentivos tributarios a los hogares.
- Aumentar el precio de la energía inyectada a la red.
- Promover empresas con modelos de negocio diseñado para el balance neto.

### **El programa no tiene en cuenta el tipo de cliente: "one size fits all"**

El programa propone el mismo esquema para todo tipo de clientes (residencial, comercial, industrial, público). Es evidente que son muy diferentes en aspectos como: la potencia contratada, el acceso y las condiciones de financiación, la motivación para desarrollar un proyecto de autoconsumo o la información disponible.

Teniendo en cuenta que para lograr con paneles fotovoltaicos una capacidad de 100 kW se requieren aproximadamente 2,000 m<sup>2</sup>, lo que es excesivo para un tejado de hogar, pero limita su aplicación en tejados de centros comerciales, fábricas o industrias,

---

<sup>5</sup> <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar3/>



sujetos a tarifas reguladas. Es muy probable que un consumidor industrial, tendrá el óptimo de capacidad de la instalación por encima del límite (100 kW).

Además, grandes consumidores industriales y del sector terciario tienen más sencillo el acceso a financiación y en mejores condiciones que un hogar. Su motivación es económica y espera periodos cortos de retorno de su inversión, mientras que las motivaciones son otras y las expectativas menores en un consumidor residencial.

### **Información**

Una de las principales barreras de los programas de promoción del autoconsumo está muy presente en Chile: 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.

El tema es suficientemente complejo como para que campañas masivas de divulgación a los ciudadanos no sean sencillas. Una vez más, el canal y el mensaje deben de adecuarse a los distintos tipos de potenciales clientes. Son necesarias campañas de información al cliente final, trabajando con los canales apropiados: empresas distribuidoras, organizaciones de consumidores y asociaciones sectoriales.

### **Institucionales**

Chile cuenta con unas instituciones consolidadas que disponen de los recursos humanos, técnicos y financieros para la correcta implementación de la regulación de balance neto. En cualquier caso, en la etapa inicial de puesta en marcha se han dado casos de insuficiente capacidad de fiscalización por parte de la SEC en localidades aisladas. Sin embargo, se espera que esta barrera sea resuelta rápidamente mediante el anuncio del incremento de la fuerza de fiscalización de la SEC, así como la implantación de un sistema telemático para la tramitación de los expedientes.

### **Administrativas**

No se han encontrado explícitamente barreras de tipo administrativas. En el reglamento está perfectamente definido el proceso administrativo con responsables identificados y plazos máximos de respuesta en cada etapa del proceso. Así como el papel de la SEC como árbitro de cualquier disputa. Inicialmente, el proceso administrativo recibió críticas del tipo: (i) falta de procesos simplificados para sistemas de poca potencia; (ii) a menudo requiere de la realización de costosos diagramas del sistema a instalar; (iii) el proceso demanda invertir mucho tiempo y su duración se estima entre tres y seis meses.

A este respecto, el 20 de enero del 2017, fueron aprobados cambios al decreto 71 del 2014 entre los que se encuentran: (i) reducción de plazos de permisos asociados a proyectos pequeños que no generan impactos significativos en la red; (ii) un procedimiento de conexión especial para sistemas alojados en complejos habitacionales, para permitir la tramitación desde el comienzo de las obras; (iii) la reducción de documentos exigidos en el proceso de conexión y; (iv) el establecimiento de condiciones legales para que la SEC implemente una plataforma para realizar el proceso en línea.



### **Técnicas y de mercado**

En principio, el sistema cuenta en su diseño con todas las medidas necesarias para garantizar la calidad de los equipos, sistemas y su instalación. Todos los equipos y materiales utilizados en la instalación deben estar certificados para su uso por parte de la SEC. El instalador también debe estar avalado por dicha institución.



### 3.3. Caso de estudio: México

#### 3.3.1. 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 "Climascopio" 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).



### 3.3.2. 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 11 recopila los principales indicadores socio-económicos.

**Tabla 11: 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>6</sup>
<b>Población urbana</b>	2015	78	%	BM <sup>6</sup>
<b>Superficie</b>		1,972,500	km <sup>2</sup>	BM <sup>6</sup>
<b>PIB</b>	2015	1,144,000	M US\$	BM <sup>6</sup>
<b>PIB per cápita</b>	2015	9,010	US\$ per cap	BM <sup>6</sup>
<b>Crecimiento PIB</b>	2006-2015	2.9	% año	BM <sup>6</sup>
<b>Crecimiento PIB</b>	2011-2015	1.9	% año	BM <sup>6</sup>
<b>Crecimiento PIB</b>	2015	2.5	% año	BM <sup>6</sup>
<b>Facilidad para hacer negocios<sup>7</sup></b>	2015	38	Clasificación	BM <sup>8</sup>
<b>Desarrollo humano</b>	2015	0.756 (74)	Índice	PNUD <sup>9</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.

### 3.3.3. 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,

<sup>6</sup><http://datos.bancomundial.org/pais/mexico>

<sup>7</sup> <http://datos.bancomundial.org/indicador/IC.BUS.EASE.XQ>

<sup>8</sup> <http://espanol.doingbusiness.org/>

<sup>9</sup> <http://hdr.undp.org/en/rethinking-work-for-human-development>





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, 2016b).

### **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, 2016b). 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, 2016a).

### **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).



### 3.3.4. Marco regulatorio y sector eléctrico

#### Reforma energética

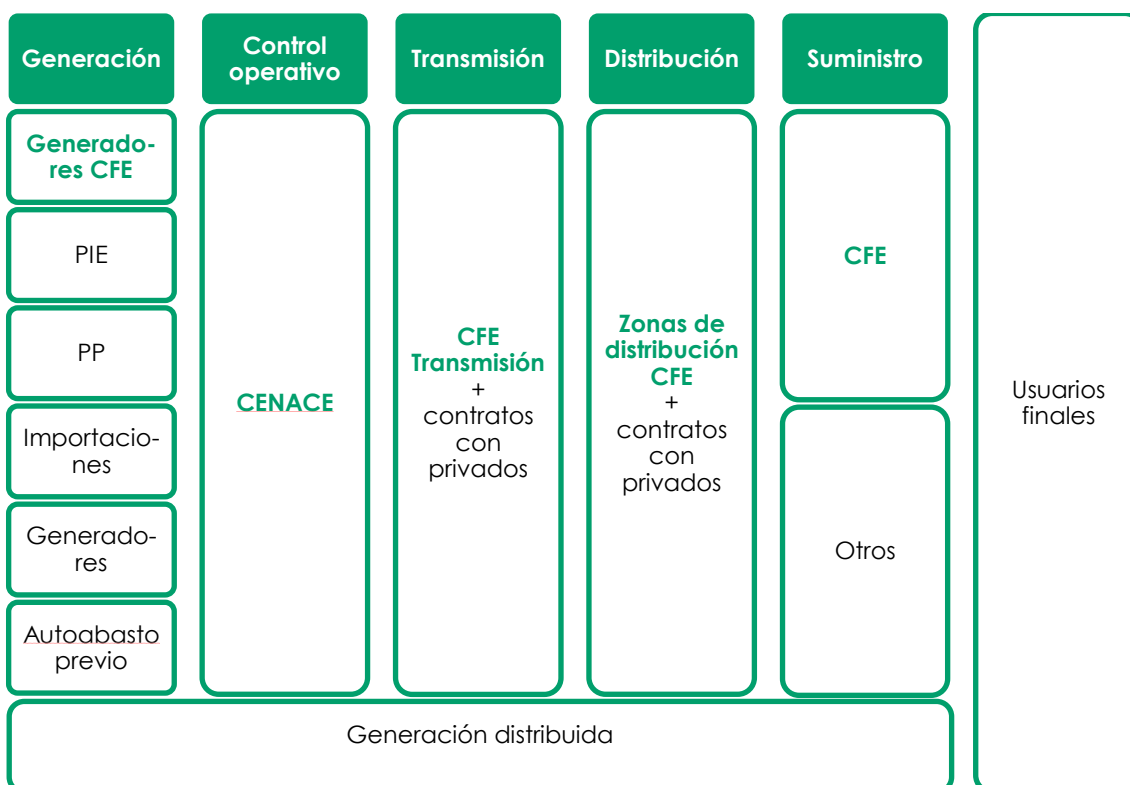
La Reforma Energética inicio su proceso en diciembre del 2013 y consistió en la modificación de los artículos 25, 27 y 28 de la Constitución y 21 artículos transitorios. Durante el 2014 se publicaron 21 leyes secundarias, 24 reglamentos y un ordenamiento. En el 2015 se promulgo la Ley de Transición Energética.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

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

Fuente: Comisión Reguladora de Energía.





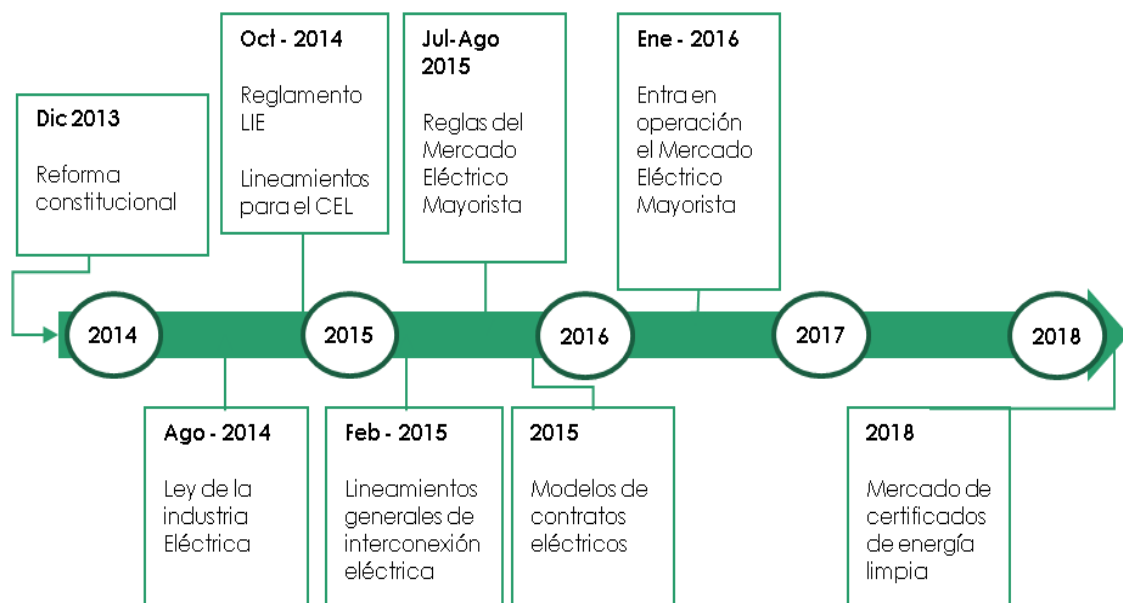
El MEM inició operaciones en el 2016. Los participantes pueden comprar y vender energía eléctrica, potencia, servicios auxiliares y cualquier otro producto asociado que se requiera para el funcionamiento del SEN. El MEM se compone de (CRE, 2015):

- 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, 2016b). 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 4: 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 12 recopila las principales características de los contratos de interconexión.

**Tabla 12: 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.

### 3.3.5. 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>10</sup>.

El cálculo de la tarifa es en base al costo marginal de la energía, a la que se le van sumando los costes 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 13 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 13: 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>

<sup>10</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)



En la Tabla 14 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.

**Tabla 14: 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

### 3.3.6. 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 FOTEA.

### **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 FOTEA.

### **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 FOTEA.

### **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. El proyecto fue lanzado en agosto del 2016 y será operado por FIDE y CFE.

#### **3.3.7. Descripción del sistema de balance neto**

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 15 recopila los principales parámetros del mecanismo de balance neto en México.

**Tabla 15: 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 comerciales e industriales. Bimestral para tarifas residenciales.
<b>Consumo colectivo</b>	Sí.
<b>Compensación geográfica</b>	No.
<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/</b>	Residencial hasta 10 kW. Resto de usos en baja tensión hasta 30 kW.





<b>capacidad de la instalación</b>	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 16 se muestra una comparativa entre el marco existente y los cambios recientemente aprobados para la promoción de la generación distribuida en México.

**Tabla 16: 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.



### 3.3.8. 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 17 se muestra la evolución de los contratos a lo largo del tiempo, con un notable incremento a partir del 2011.

**Tabla 17: 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 18 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 18: 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 19 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 19: Contratos por rangos de capacidad instalada a diciembre del 2015.**

Fuente: CFE-CRE.

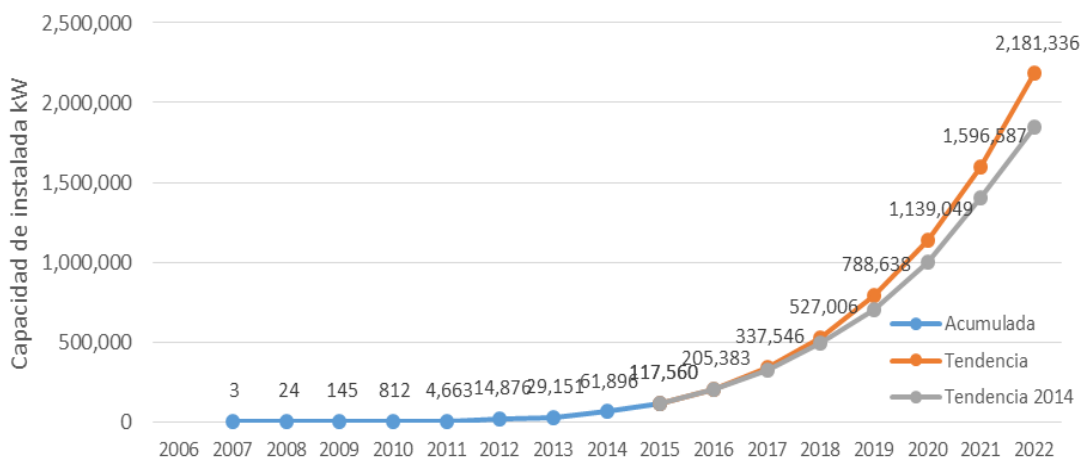
Rango de capacidad instalada	Contratos	kW
<b>0 a 10 kW</b>	15,429	52,656.74
<b>10 a 20 kW</b>	733	10,766.63
<b>20 a 30 kW</b>	310	7,804.80
<b>30 a 50 kW</b>	217	8,566.14
<b>50 a 100 kW</b>	19	13,263.29
<b>100 a 300 kW</b>	87	15,992.17
<b>300 a 500 kW</b>	20	8,510.15
<b>Total al 31 diciembre de 2015</b>	<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 5: 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



### 3.3.9. 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> (Secretaría de Energía de México, 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.



## 4. Sistemas de balance neto: Discusión y recomendaciones

### 4.1. Autoconsumo

La abrupta y continua reducción de costes de la energía fotovoltaica está haciendo que los consumidores pueden producir electricidad para consumo propio a un coste menor que el precio que pagan a su comercializadora de electricidad. Por los efectos positivos que tiene tanto para el consumidor como para el sistema, **los gobiernos deben de garantizar que los consumidores puedan producir energía y utilizar libremente la energía que producen, implementado marcos que regulen el autoconsumo.**

La actividad de autoconsumo debe de considerarse como una acción de ahorro energético, de manera similar a la energía ahorrada a través de medidas de eficiencia energética. **La electricidad auto-consumida no debe ser gravada de manera discriminatoria.**

Para acelerar la transición energética, **la promoción del autoconsumo puede hacerse de manera sinérgica con el incremento del uso de las tecnologías de la información en el sistema eléctrico.** En paralelo a la promoción del autoconsumo, se tiene la oportunidad de desarrollar al máximo la entrada de contadores inteligentes y de aparatos de consumo eficientes e inteligentes. Se debe de **garantizar el acceso del consumidor a los contadores inteligentes** y promover actividades de normalización que faciliten su despliegue, así como el de sistemas de gestión de la demanda y tecnologías de almacenamiento.

Una de las barreras al desarrollo de proyectos de autogeneración es el coste de la inversión inicial. La **puesta en marcha de mecanismos de financiación preferencial**, específico para este tipo de proyectos, es una herramienta muy eficaz.

La falta de conocimiento de los potenciales usuarios sobre las tecnologías renovables y el potencial ahorro económico del autoconsumo es una de las principales barreras para su adopción. **Campañas de comunicación y divulgación**, enfocadas al sector comercial e industrial a través de las asociaciones empresariales, son necesarias para incrementar la eficacia de las políticas de autoconsumo.



## 4.2. Balance neto

**Los sistemas de balance neto han demostrado ser eficaces para impulsar los mercados de generación distribuida.** Los mecanismos de balance neto (medición neta o facturación neta) **deben de diseñarse para priorizar el autoconsumo** frente al vertido a red de excedentes.

Sin embargo, **bajo el modelo medición neta**, los consumidores con autogeneración están utilizando la red para almacenar artificialmente la electricidad producida en un punto de tiempo para consumirla en otro momento, sin reflejar el valor de la electricidad que puede variar sustancialmente en un sentido u otro entre los períodos de tiempo. **La valorización del exceso de producción se realiza a un precio minorista que en la mayoría de los casos excede el valor de esa generación al sistema eléctrico.**

**Reducir el periodo de mediciones netas, hasta hacerlas el balance eventualmente por cada hora, incrementa la eficiencia del coste** por otro lado requiere del despliegue de manera generalizada de medidores inteligentes lo cual está lejos de ser la realidad en la región de ALC.

La facturación neta promueve que el exceso de energía renovable pueda ser remunerado sobre la base de mecanismos de fijación de precios basados en el mercado. **La valorización económica de los excedentes, en modelo de facturación neta, es más compleja de implementar, pero incrementa la eficiencia del coste.**

El balance neto debe de **diseñarse a la medida del tipo de consumidor** (residencial, comercial, industria) en aspectos tales como las capacidades máximas permitidas o los procesos administrativos.

La regulación de balance neto **debe permitir la propiedad de terceros**, por ejemplo, instalaciones de autoconsumo promovido por ESCOs, **así como instalaciones en edificios de viviendas multifamiliares.**

**Establecimiento de procedimientos simplificados de autorización**, incluso mediante simple notificación, para proyectos de energía renovable a pequeña escala. Así mismo, desarrollar **modelos de contrato estándar** con la empresa distribuidora.

Basándose en el análisis de los casos de estudios, así como de la literatura sobre autoconsumo y balance neto, la Tabla 20 recoge a modo de resumen recomendaciones para las distintas opciones de diseño.





**Tabla 20: Recomendaciones.**  
Fuente: Elaboración propia.

<b>Criterio de diseño</b>	<b>Recomendación</b>
<b>Límites</b>	Los límites temporales ya sean absolutos, de capacidad instalada o relativos, a partir de los cuales se establece la revisión de la regulación, envían señales al mercado, permiten controlar la introducción de nuevas tecnologías en el sistema y dan certeza a las inversiones.
<b>Fecha inicio/ fin Periodicidad</b>	Para asegurar un desarrollo predecible y estable del mercado, es recomendable incorporar mecanismos de revisión, bien basados en un calendario, bien en función de objetivos de desarrollo del mercado, que una vez alcanzados se evalúe, y en su caso, adapte el diseño. En cualquier caso se debe de garantizar el mantenimiento del sistema por un periodo pre-establecido para las instalaciones existentes.
<b>Compensación por costes fijos de T&amp;D</b>	Evitar las cargas discriminatorias para los proyectos de autoconsumo.
<b>Limitaciones de tamaño/ capacidad de la instalación</b>	Las limitaciones deben de ir acorde o con criterios de seguridad de operación de la red o con vistas a maximizar el autoconsumo frente a inyectar la electricidad.  Exigir que las instalaciones cumplan con unos porcentajes mínimos de autoconsumo es una manera eficaz de promocionar el autoconsumo.
<b>Valor del excedente de electricidad</b>	Es recomendable establecer el valor con criterios de mercado. El precio del mercado mayorista en la hora en que se inyecta; un precio medio del mercado mayorista.
<b>Periodo de medición neto</b>	Periodos mensuales son los más extendidos en ALC, ya que presentan un balance óptimo entre facilidad de implementación y eficiencia.
<b>Propiedad de terceros</b>	Debe permitirse y regularse.
<b>Costes de instalación y O&amp;M</b>	La conexión de una instalación de autoconsumo, implica costes administrativos de la distribuidora, a veces inversiones para actualizar la infraestructura, la instalación en muchos casos de un medidor bidireccional. Es necesario que se regule claramente quién debe cubrir estos costes.
<b>Existen un código específico a cumplir para la conexión</b>	Es necesario garantizar la seguridad de la red, la cual se va a ver expuesta a flujos bidireccionales y a la variabilidad de la generación renovable. Los instaladores deben de contar con instrucciones técnicas concretas a seguir.
<b>Permisos necesarios</b>	Procesos administrativos sencillos. Notificación simple para proyectos residenciales.



Criterio de diseño	Recomendación
<b>Otros mecanismos</b>	Establecimiento de mecanismos financieros específicos para proyectos de autoconsumo.
<b>Específica para una tecnología o neutra</b>	Neutra.
<b>Sanciones</b>	Por mala calidad de la energía inyectada.



## 5. Bibliografía

- Arroyo, S. (17 de diciembre de 2016). *Agenda de Energía. Principales Aspectos Regulatorios de la Ley 20.571*. Ministerio de energía.
- Barrenechea, G. (05 de 06 de 2012). *ERNC y redes inteligente: ¿Por qué no?* Recuperado el 10 de 03 de 2017, de Empresas Eléctricas A.G.: <http://www.electricas.cl/ernc-y-redes-inteligentes-por-que-no/>
- Comisión Nacional de Energía. (2017). *Reporte Mensual ERNC*. Santiago de Chile: Comisión Nacional de Energía.
- 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.
- European Commission. (2015). *Best practices on renewable energy self-consumption*. Brussels: European Commission.
- EY. (2016). *Renewable Energy Country Attractiveness Index. Issue 48*. Ernst & Young.
- Fomin, UKAid, & BNEF. (2015). *Climascopio 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.
- GIZ. (2016). *Elaboración de un Índice de Precios de sistemas fotovoltaicos (FV) conectados a la red de distribución comercializados en Chile*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH .
- IEA-RETD. (2014). *Residential Prosumers - Drivers and Policy Options (RE-PROSUMERS)*.
- IRENA. (2015). *Renewable Energy Policy Brief Mexico*. Abu Dhabi: IRENA.
- Ministerio de Energía. (06 de 03 de 2017). *Nuevo reglamento facilita proyectos de Generación Ciudadana*. Recuperado el 10 de 03 de 2017, de ENERGÍA.gob.cl: <http://www.energia.gob.cl/tema-de-interes/nuevo-reglamento-facilita>
- REN21. (2007). *Renewables 2007 Global Status Report* . Renewable Energy Policy Network for the 21st Century.
- REN21. (2016). *Renewables 2016 Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century.



Secretaría de Energía de México. (10 de 01 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>

SENER. (2016a). *Manual de Organización General de la Secretaría de Energía*. Ciudad de México: SENER.

SENER. (2016b). *4to Informe de Laborales 2015-2016*. SENER.

SolarPower Europe. (2015). *Renewable Self-Consumption*. Brussels: SolarPower Europe.

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.



Este documento es neutro en carbono.