

Energía solar: Oportunidades para el sector retail



La Asociación Nacional De Tiendas De Autoservicio Y Departamentales (ANTAD) agradece a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por la colaboración y asistencia técnica en la elaboración del presente documento, así como a las cadenas comerciales que apoyaron para la recopilación de información. La colaboración de la GIZ se realizó en el marco del Programa “Energía Solar a Gran Escala en México” (DKTI Solar), el cual se implementa por encargo del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ).

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor y los colaboradores y no necesariamente representan la opinión de la ANTAD, BMZ y/o de la GIZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales

Horacio No.. 1855, piso 6, Col. Polanco 1.a Sección
C.P. 11510. Ciudad de México
Tel: (55) 5580 9900
Fax: (55)5395 2611
<https://antad.net/>

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Oficina de Representación de la GIZ en México
Av. Insurgentes Sur No. 826 - PH
Col. Del Valle, Del. Benito Juárez
C.P. 03100, Ciudad de México, México
www.giz.de/mexico

Edición y Supervisión:

Diana Rebollar, Arno van den Bos, Ángel Azamar, (GIZ)

Autores

Fresh Energy Consulting

Diseño

Sk3 Estudio Creativo S.A. de C.V.

Ciudad de México, septiembre de 2019



Energía solar: Oportunidades para el sector retail

Tabla de Contenidos

Lista de acrónimos	3
Introducción	4
1. El sector retail y la energía eléctrica	6
2. El nuevo modelo del mercado eléctrico	10
3. Opciones de compra y uso de energía fotovoltaica	15
4. Modalidades más atractivas para el sector retail	26
5. Variables de influencia en la implementación de un proyecto solar in situ	27
Conclusiones	29
Bibliografía	30
Anexo: Proyectos piloto. Generación in situ	31



Lista de Acrónimos

ANTAD

Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicios y Departamentales

MEM

Mercado Eléctrico Mayorista

CENACE

Centro Nacional de Control de Energía

MDA

Mercado del Día en Adelanto

CdC

Centro de Carga

MHA

Mercado de Una Hora en Adelanto

CE

Central Eléctrica

MTR

Mercado de Tiempo Real

CEL

Certificado de Energía Limpia

PML

Precio Marginal Local

CCE

Contrato de Cobertura Eléctrica

SENER

Secretaría de Energía

CFE

Comisión Federal de Electricidad

RNT

Red Nacional de Transmisión

CRE

Comisión Reguladora de Energía

RGD

Redes Generales de Distribución

DFT

Derecho Financiero de Transmisión

SLP

Subasta de Largo Plazo

FV

Fotovoltaico

SSB

Suministrador de Servicios Básicos

GD

Generación Distribuida

SSC

Suministrador de Servicios Calificados

GE

Generador Exento

SUR

Suministrador de Último Recurso

GEI

Gases de Efecto Invernadero

UB

Usuario Básico

LIE

Ley de la Industria Eléctrica

UC

Usuario Calificado

LSPEE

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica

UCPM

Usuario Calificado Participante del Mercado

Introducción

La tecnología solar fotovoltaica (FV) es una de las tecnologías que en la última década ha experimentado un acelerado desarrollo tanto científico-tecnológico como comercial, por la consecuente reducción de costos.

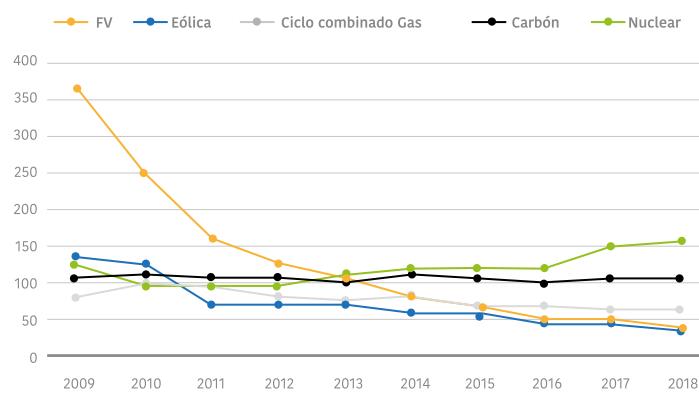
Esta drástica disminución de costos ha derivado muchos cambios en la regulación y el desarrollo del mercado. En México, antes de la implementación de la Reforma Energética, los proyectos FV (al igual que el resto de los proyectos de energías renovables) se podían desarrollar bajo los esquemas de Autoabastecimiento y Pequeño productor, establecidas en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE).

El esquema de Autoabastecimiento, permitía a los proyectos comercializar su energía a consumidores socios del proyecto; sin embargo, este esquema resultó no favorecer a los proyectos FV ya que establecía la acreditación de Potencia para fuentes de energía renovable en función de la energía generada entre las 20 h y las 22 horas, afectando los proyectos FV, que no generan energía a esa hora, frente a los proyectos de otras tecnologías renovables, especialmente la eólica, que sí puede generar energía en dicho horario.

Debido a lo anterior, el número de proyectos fotovoltaicos que consiguieron construirse hasta antes de la Reforma Energética fue muy escaso. No obstante, a partir de los cambios legislativos y regulatorios ocurridos desde diciembre de 2013, el desarrollo de proyectos FV en México se ha incrementado exponencialmente, logrando que a abril 2019 se encontraran operando 28 nuevas centrales solares FV por una capacidad total de 2,667 MW; **9 veces la capacidad instalada bajo la regulación anterior!**

Si bien, la concentración de proyectos FV se observa más cargada al norte del país (ver figura 3), el nivel promedio de irradiación solar de 5 kWh/m², es uno de los mayores a nivel mundial y permite que haya proyectos a lo largo y ancho de México.

FIGURA 1: COSTO NIVELADO DE ENERGÍA (LCOE), 2018



Costo nivelado de energía: valoración económica del costo del sistema de generación de electricidad. Incluye todos los costos a lo largo de la vida útil del proyecto (inversión inicial, operación y mantenimiento, costo de capital, etc)

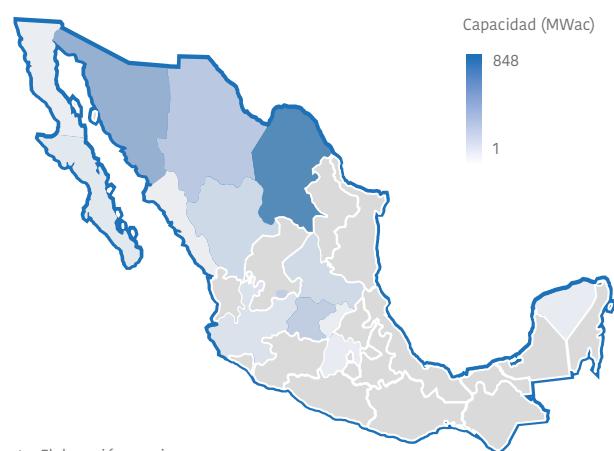
Fuente: LAZARD.

FIGURA 2: PROYECTOS EN OPERACIÓN

Esquema	No. Proyectos	Capacidad (MW)
Subasta de Largo Plazo	12	2,204
Mercado	16	463
Autoabastecimiento (LSPEE)	15	278
TOTAL	43	2,945

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 3: CONCENTRACIÓN DE PROYECTOS FV POR ESTADO



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, la nueva estructura del mercado eléctrico introduce nuevos esquemas que permiten a cualquier tipo de consumidor eléctrico generar directamente electricidad en sus instalaciones para disminuir su consumo de la red (convirtiéndose en lo que se conoce como “prosumidor”, por la conjunción de “productor” y “consumidor”). Derivado de la disminución de costo de la tecnología solar, de la eliminación de costos de transmisión y distribución, también se puede disminuir el costo de la electricidad.

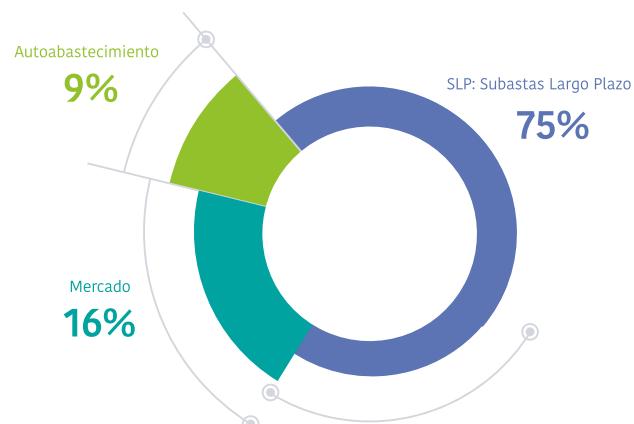
En este contexto, en 2015, el Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) encargó a la Cooperación alemana al desarrollo (GIZ por sus siglas en alemán) la implementación del Programa Energía Solar a Gran Escala en México (DKTI Solar), con el objetivo de mejorar las condiciones tecnológicas, financieras y organizacionales para la aplicación de la energía solar en México.

Siendo el sector privado un motor en el fomento del desarrollo de proyectos FV, la GIZ identificó en las asociaciones empresariales un punto de contacto y un vehículo para la difusión del tema solar dentro de sectores específicos, pudiendo actuar como multiplicadores de conocimientos y asesores hacia sus miembros asociados.



La Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales (ANTAD) reúne más de 100 cadenas comerciales. En su conjunto, la ANTAD aporta un 3.8% del Producto Interno Bruto (PIB) Nacional, atendiendo a más de 25.8 millones de clientes por día, con una venta promedio diaria de alrededor de 5,000 millones de pesos.

FIGURA 4: DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS EN OPERACIÓN



Fuente: Elaboración propia

En 2018 GIZ firmó un convenio con la ANTAD para el apoyo en el desarrollo de capacidades institucionales sobre el uso y compra de energía solar FV entre los miembros de la asociación. En el ámbito de ese convenio, se han realizado entrevistas, un análisis estadístico del sector retail y se ofrecieron hasta 5 acompañamientos técnicos en el diseño e implementación de un proyecto piloto de uso de energía solar FV para cadenas comerciales del sector. Como caso de estudio, se han analizado los patrones de consumo de energía eléctrica y, con base en los objetivos internos y en las opciones disponibles en el mercado, se han identificado las opciones más atractivas de uso de energía solar FV.

Con base en el análisis realizado, el presente estudio tiene como objetivo exponer las oportunidades y el potencial de uso de energía solar FV en el sector de tiendas de autoservicio, especializadas y departamentales de México.

1

El sector retail y la energía eléctrica

La ANTAD representa al sector retail en México, con un total de más de 57,000 tiendas y 29 millones de m² de superficie de ventas distribuidas en toda la República.

Entre las tiendas asociadas, al cierre del 2018:

el 86% corresponde a tiendas especializadas, es decir, establecimientos comerciales minoristas de pequeña o mediana superficie (ej. Conveniencia y farmacias etc.); el 10 % corresponde a tiendas de autoservicio, es decir, lugares en donde el cliente puede elegir y recoger personalmente las mercancías que desea adquirir (ej. Chedraui, Soriana, etc.); el 4% remanente corresponde a las tiendas departamentales, es decir, establecimientos de grandes dimensiones que ofrecen una variedad de productos encaminados a cubrir una amplia gama de necesidades tal como ropa, muebles, alimentación (ej. Liverpool, Palacio de Hierro, etc.).

EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA RENOVABLE EN EL SECTOR

Con el propósito de identificar miembros del sector retail que ya utilizan energía renovable se realizó una investigación en la web. Primeramente, se encontraron datos de empresas que bajo el esquema de autoabastecimiento aprovechan ya de la energía renovable. (ver tabla abajo)

También se identificaron a consumidores como Costco y Liverpool inscritos ante la CRE como Usuarios Calificados, teniendo entonces la posibilidad de recibir suministro de parte de algún Suministrador calificado distinto a la CFE.

Se encontraron además algunos casos, en que recientemente se ha adquirido energía solar mediante la modalidad de Generación Distribuida, la cual al no requerir de un permiso de generación ante la CRE esta siendo aprovechada por cada vez más empresas.

Empresa	Tecnología	Estado	Capacidad Instalada (MW)
Liverpool	Solar FV	Sonora	125
Chedraui	Eólica	Oaxaca	227
La Comer	Eólica	Oaxaca	227
Soriana	Eólica	Tamaulipas	54
Oxxo	Eólica	San Luis Potosí	200
Oxxo	Eólica	Nuevo León	126
Oxxo	Eólica	Oaxaca	396
Palacio de Hierro	Eólica	Coahuila	200
Coppel	Solar FV	Sonora	1
Farmacias del Ahorro	Solar FV	Durango	35.4
Farmacias Guadalajara	Eólica	Zacatecas	140
Home Depot	Eólica	Zacatecas	140
Alsea	Eólica	Jalisco	129

FIGURA 5: LA ANTAD EN NÚMEROS



Metropolitana Centro Norte Noreste Noroeste Sureste Suroeste **TOTAL**

Autoservicio

Unidades*	934	1,510	475	626	895	974	296	5,710
M ² /Miles	2,741	3,954	1,673	1,774	2,383	1,950	722	15,197

Departamentales

Unidades*	439	782	185	218	292	318	140	2,374
M ² /Miles	1,557	1,929	479	581	663	839	311	6,359

Especializadas

Unidades*	4,510	13,183	5,116	7,157	9,495	7,587	2,126	49,174
M ² /Miles	1,188	2,308	688	1,058	1,025	1,045	311	7,623

*Al cierre de 2018



Autoservicios



Departamentales



Especializadas

TOTAL

Unidades al cierre del 2018	5,710	2,374	49,174	57,258
M ² / Miles	15,197	6,359	7,623	29,179

Fuente: Elaboración propia

CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO

Para realizar un análisis de los consumos eléctricos típicos del sector, se contó con la participación de dos cadenas en el ramo de tiendas de autoservicio, una departamental y dos especializadas.

Si bien se analizaron datos de más de 2,000 centros de carga, los siguientes datos son ejemplos que pretenden identificar características de los tipos de tiendas como los procesos que demandan mayor energía eléctrica, las tarifas que más se encontraron y la cantidad de energía eléctrica promedio consumida.

Una vez encontradas las características se extrapolarán los datos para tener un aproximado de la cantidad de energía eléctrica que consume el sector.

Uno de los conceptos que se utilizará a lo largo del presente informe es el precio monómico, es decir el precio unitario de la energía eléctrica en términos de pesos mexicanos por kWh, el cual se calcula como la suma de todos los conceptos que conforman el suministro eléctrico (energía, potencia, CELs, transmisión, distribución, etc.) dividido entre la energía consumida en un periodo dado.

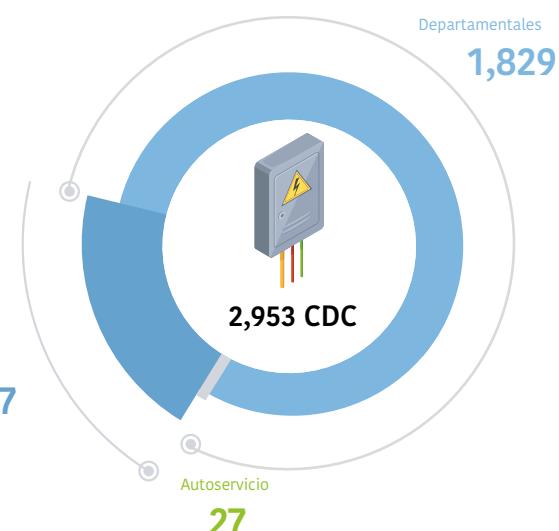
Desde el análisis de la información recopilada de más de 2,953 centros de carga distribuidos en toda la República por un consumo total de 530 GWh/año, se ha realizado un ejercicio de extrapolación de la línea base energética de una tienda “tipo” para cada línea de negocio, es decir se utilizaron los datos de consumo históricos recopilados más representativos por cada tipo de negocio en función de los cuales se calculó el costo promedio de energía anual.

Los resultados del análisis en términos de consumos y precios monómicos se muestran en la Figura 7 y se describen a continuación.

Una tienda tipo especializada:

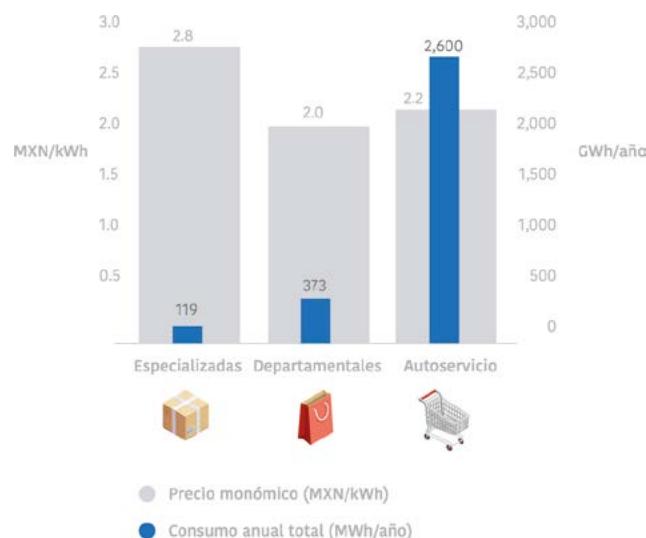
- Consumo en promedio alrededor de 119 MWh de energía eléctrica cada año.
- En general, los procesos que generan mayor demanda de energía eléctrica en una tienda especializada son la refrigeración (típicamente de bebidas), la climatización (sobre todo en verano en el norte del país) y la iluminación.

FIGURA 6: CENTROS DE CARGA (CDC)



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 7: CONSUMOS Y COSTOS DE UNA TIENDA “TIPO”



Fuente: Elaboración propia

- Dependiendo del tamaño, una tienda especializada puede estar conectada al Sistema Eléctrico Nacional en media tensión con tarifa Gran Demanda en Media Tensión Ordinaria (GDMTO), aplicable a centros de carga suministrados en media tensión con una demanda menor a 100 kW, o, en el caso de tiendas pequeñas, en baja tensión con tarifas Pequeña Demanda en Baja Tensión (PDBT), aplicable a centros de carga suministrados en baja tensión con una demanda hasta 25 kW, o Gran Demanda en Baja Tensión (GDBT), aplicable a centros de carga suministrados en baja tensión con una demanda mayor a 25 kW.
- Una tienda especializada, suministrada por CFE Suministrador de Servicios Básicos (SSB), paga anualmente en promedio para el consumo de energía eléctrica alrededor de 329 mil MXN, con un precio monómico de alrededor de 2.8 MXN/kWh.

Una tienda tipo departamental:

- Consumo en promedio 373 MWh de energía eléctrica cada año.
- En general, los procesos que generan mayor demanda de energía eléctrica en una tienda departamental son la climatización (sobre todo en verano en el norte del país) y la iluminación.
- La mayoría de los centros de carga de este tipo está interconectada al Sistema Eléctrico Nacional en media tensión con tarifa de Suministro Básico Gran Demanda en Media Tensión Horaria (GDMTH), aplicable a centros de carga suministrados en media tensión con una demanda igual o mayor a 100 kilowatts.
- Una tienda departamental suministrada por CFE SSB paga anualmente en promedio para el consumo de energía eléctrica alrededor de 741 mil MXN, con un precio monómico de 2.0 MXN/kWh.

Una tienda de tipo autoservicio:

- Consumo en promedio 2,600 MWh de energía eléctrica cada año.
- En general, los procesos que generan mayor demanda de energía eléctrica en una tienda de autoservicio son la refrigeración (particularmente en los supermercados), la iluminación y la ventilación.

FIGURA 8: PROCESOS CON MAYOR DEMANDA ELÉCTRICA

1. REFRIGERACIÓN



2. CLIMATIZACIÓN



3. ILUMINACIÓN



4. VENTILACIÓN

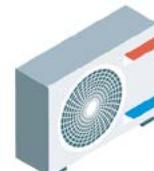
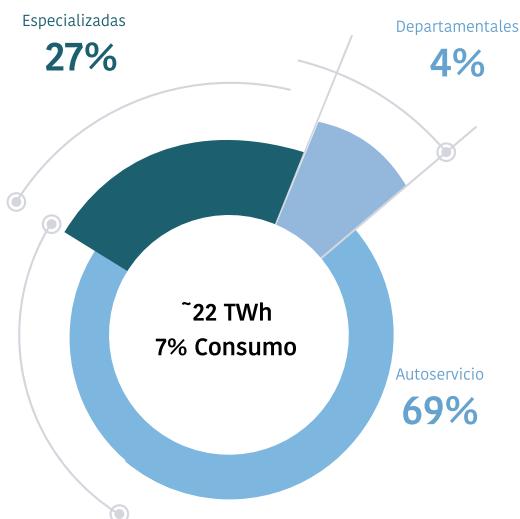


FIGURA 9: CONSUMOS DEL SECTOR



Fuente: Elaboración propia

- Por sus elevados consumos, la totalidad de los CdC analizados presenta una conexión al Sistema Eléctrico Nacional en media tensión con tarifa SSB GDMTH, explicada anteriormente.
- Una tienda de autoservicio suministrada por CFE SSB paga anualmente en promedio para el consumo de energía eléctrica alrededor de 5.8 millones de MXN, con un precio monómico de 2.2 MXN/kWh.

El análisis efectuado ha confirmado la relevancia del sector estimándose un consumo anual total para las tiendas abiertas al público de alrededor 22 TWh de los cuales, el 69% corresponde a tiendas de autoservicio, 27% a tiendas especializadas y el remanente 4% a tiendas departamentales. En 2018 México consumió alrededor de 318 TWh según el último Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN 2019-2033), entonces el consumo estimado correspondería a casi el 7% del consumo total de México en 2018.

Mediante la extrapolación de datos efectuada (línea base energética de una tienda “tipo” para cada línea de negocio), se desprende que el costo anual para las tiendas de ANTAD para el uso de energía eléctrica alcanza los 51 mil millones de MXN, con un precio monómico promedio de 2.3 MXN/kWh consumido. Las estimaciones anteriores son conservadoras, ya que adicionalmente a los locales de venta, existen consumos en centros auxiliares y de soporte logístico y operativo para la ejecución de sus negocios tal como son bodegas, centros de datos, centros de distribución, oficinas corporativas, etc. que no están contemplados en el análisis.

Del total de los CdC analizados, el 83% de las tiendas del sector está conectado en media tensión (GDMTO y GDMTH) y el 17% en baja tensión (PDBT, GDBT y Domésticas).

A partir de las entrevistas efectuadas a las cinco empresas participantes en el análisis, se puede concluir que hay experiencias en el sector eléctrico y objetivos muy variados:

Aunque **todas las empresas presentan interés en el uso de energía renovable para sus actividades**, sólo algunas de ellas tienen objetivos internos definidos de aprovechamiento de energía sustentable o específicos de reducción de su huella de carbono (emisiones GEI);

Si bien algunas de las empresas analizadas ya cuentan con contratos de Autoabastecimiento de energías renovables para la cobertura de una parte de sus consumos (al amparo de la regulación anterior) y **otras ya implementaron proyectos de generación in situ** mediante la instalación de paneles solares FV (bajo la nueva regulación), la mayoría de las tiendas sigue recibiendo su energía de CFE SSB;

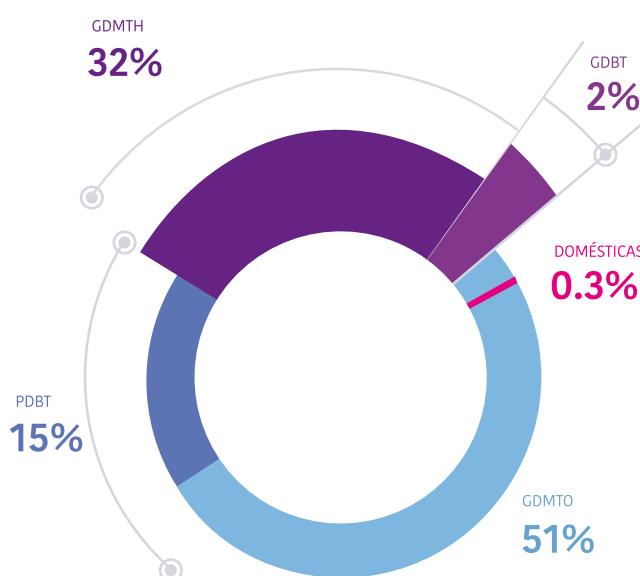
El driver principal que anima las empresas a buscar una fuente de energía eléctrica alternativa a CFE SSB es la reducción de costo. **Las empresas están dispuestas a analizar la compra de energía renovable**, y en particular de energía solar FV, siempre y cuando eso suponga un ahorro en su costo de energía y no se vea reducida la calidad y disponibilidad del suministro.

FIGURA 10: CONSUMOS DEL SECTOR

	Consumo anual (GWh/año)	Importe total de (millones de MXN/año)
Especialidades	5,852	16,186
Departamentales	886	1,757
Autoservicios	14,844	33,067

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 11: TARIFAS DEL SECTOR



Fuente: Elaboración propia

2

El nuevo modelo de mercado eléctrico

2.1 ESTRUCTURA GENERAL

Con los cambios introducidos por las reformas al sector energético, al Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) pueden acceder seis tipos de participantes (Participantes del Mercado):

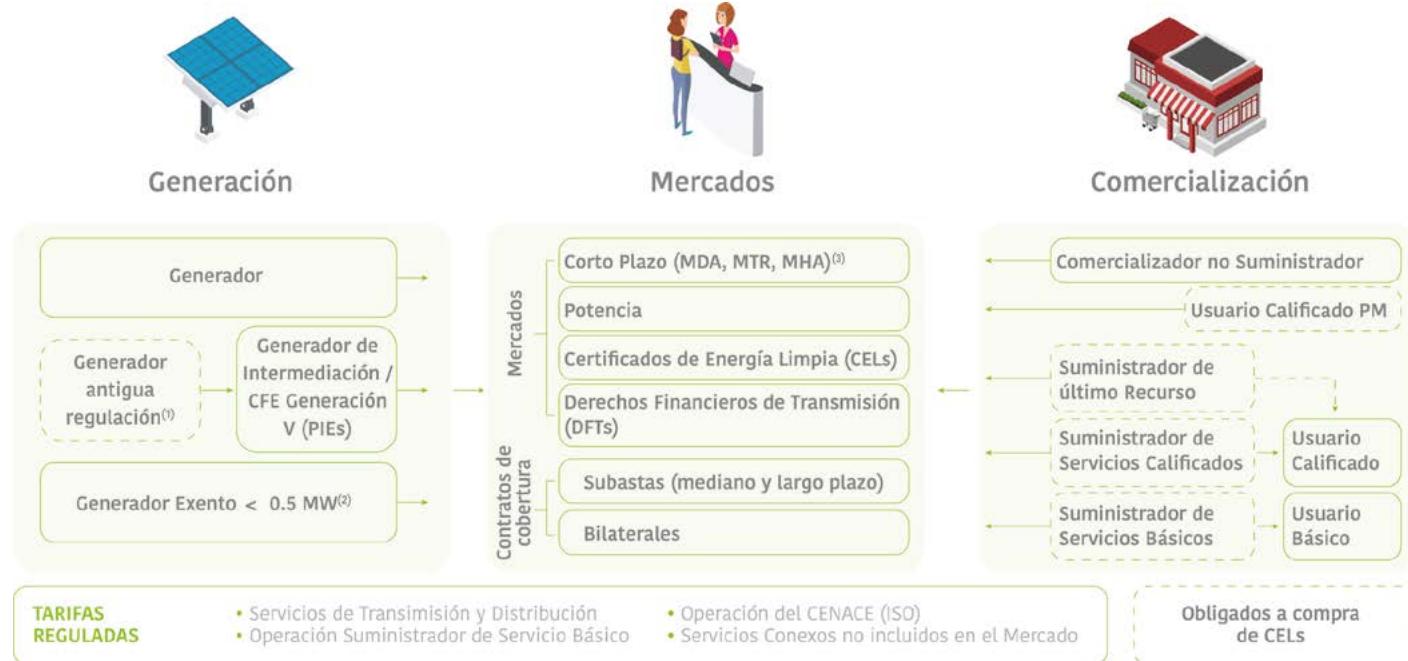
- 1 Suministrador de Servicios Básicos:** permisionario que ofrece el suministro eléctrico a los Usuarios de Suministro Básico como un servicio regulado. A agosto de 2019, únicamente CFE actúa bajo esta figura;
- 2 Suministrador de Servicios Calificados:** permisionario que ofrece el suministro eléctrico a los Usuarios Calificados (UC) en régimen de competencia, siendo responsable por la totalidad de sus consumos y requerimientos de productos. A agosto de 2019, se encuentran 20 Suministradores de Servicios Calificados con contrato activo en el MEM y 30 más en proceso;
- 3 Suministrador de Último Recurso:** permisionario que ofrece el suministro eléctrico a los UC en régimen regulado. El Suministro de Último Recurso se provee bajo precios máximos, por tiempo limitado, con la finalidad de mantener la continuidad del servicio cuando su SSC deje de prestar el suministro. A agosto de 2019 únicamente dos empresas están en proceso de inicio actividades bajo esta figura.
- 4 Usuario Calificado Participante del Mercado:** usuario de gran consumo (demanda máxima superior a 5 MW y consumo anual superior a 20 GWh) que decide participar directamente en el Mercado, como se detalla más adelante;
- 5 Generador:** representante en el MEM de una o varias centrales eléctricas;
- 6 Generador Exento (GE):** central eléctrica con capacidad menor a 0.5 MW, que no requiere permiso para generar electricidad y que sólo puede vender su energía eléctrica y productos asociados a través de un Suministrador o dedicar su producción al Abasto Aislado, como se detalla más adelante;
- 7 Comercializador no Suministrador:** es el titular de un contrato de Participante del Mercado que tiene por objeto realizar las actividades de comercialización, sin representar activos físicos en el mercado.

El nuevo esquema contempla la posibilidad de contratación de los distintos productos de forma bilateral entre diferentes Participantes del Mercado involucrados en la cadena de suministro de energía eléctrica.

Los servicios de Transmisión, Distribución, Operación del Suministrador de Servicios Básicos, Operación del CENACE y Servicios Conexos no incluidos en el MEM son actividades sujetas a tarifas reguladas, establecidas por la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

A continuación, se presenta la estructura simplificada del mercado eléctrico mexicano:

FIGURA 12: EL NUEVO MERCADO ELÉCTRICO



⁽¹⁾ Los titulares de Contratos de Interconexión Legados (Autoabastecimiento y Cogeneración) cuya energía no sea limpia también están sujetos al cumplimiento de las obligaciones de CELs.

⁽²⁾ Un Generador Exento sólo puede vender su energía y productos asociados a través de un Suministrador o dedicar su producción al Abasto Aislado (satisfacer necesidades propias de energía).

Fuente: Elaboración propia

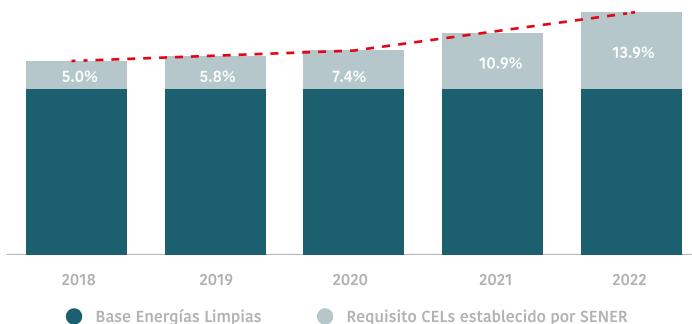
Asimismo, el nuevo modelo de mercado introduce el Mercado de Certificados de Energías Limpias, con el objetivo de dar cumplimiento a las metas de participación de energía limpia del país. De acuerdo a lo establecido en la Ley de Transición Energética (LTE) y en la Ley General de Cambio Climático (LGCC), este objetivo será incrementado de forma gradual hasta alcanzar el 35% de generación de energía limpia para el 2024¹, 40% en el 2035 y 50% en el 2050.

De esta manera, para fomentar la instalación de nueva capacidad limpia, SENER establece las obligaciones de consumo de energía limpia para las Entidades Responsables de Carga (Suministradores y Usuarios Calificados Participantes del Mercado), en forma de porcentajes mínimos de energía limpia sobre su consumo total que se incrementan cada año.

A la fecha, SENER ha dado a conocer las obligaciones de CEL para el periodo 2018-2022, con lo cual se estima que las nuevas inversiones en energías renovables como la solar estarán aseguradas por la necesidad de compra de energía limpia debido a esas obligaciones.

Cabe señalar que los responsables de cumplir con las obligaciones de CELs para los consumos de los Centros de Carga del sector retail son los representantes de dichos CdC en el Mercado, es decir los Suministradores. Solo en el caso de que los CdC se registren como Usuarios Calificados Participantes del Mercado, serían responsables de cumplir con dichas obligaciones.

FIGURA 13: LAS METAS DE ENERGÍA LIMPIA Y LOS REQUISITOS DE CELS



Fuente: Elaboración propia

¹ Recientemente, el Gobierno Federal a través del Plan Nacional de Desarrollo incrementó la meta de participación de energías limpias de 35% al 35.8% al 2024, sin embargo, aún no se cuentan con los instrumentos de detalle ni políticas públicas específicas para su implementación o vinculación a otros instrumentos.

2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS USUARIOS

Con los cambios introducidos por la Reforma Energética, los usuarios finales de energía eléctrica en México se clasifican en los siguientes:

Usuario Básico (UB)

Usuario “regulado” que recibe suministro por parte del Suministrador de Servicios Básicos (actualmente CFE es la única empresa que está operando bajo esta figura) a una tarifa regulada definida por la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

En el caso de que el UB haya empezado a recibir el suministro de energía eléctrica antes de la entrada en vigor de la LIE (12/08/2014), podrá registrarse como “Usuario Calificado” cuando cuente con una demanda máxima mayor a 1 MW. En el caso de que opte por registrarse como Usuario Calificado, deberá ser suministrado por un Suministrador de Servicios Calificados y permanecer por lo menos tres años en este esquema, ya que tiene la opción de regresar a ser un Usuario Básico.

En el caso de que el UB haya empezado a recibir el suministro de energía después del 12/08/2014 y tenga una demanda máxima mayor a 1 MW, estará obligado a registrarse como “Usuario Calificado”. La CRE identificará los CdC que estén obligados a inscribirse como Usuario Calificado y notificará al usuario correspondiente la obligación de inscribirse.

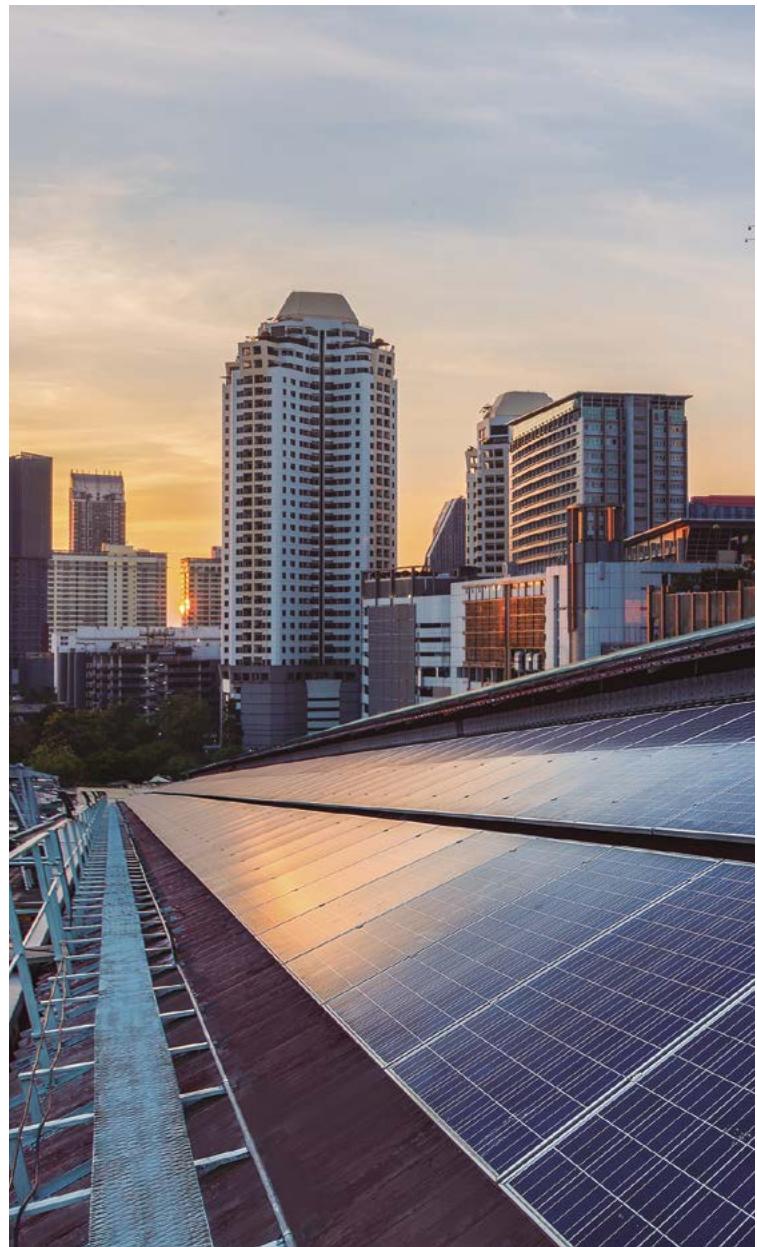
Usuario Calificado (UC)

Usuario “no regulado” que tiene una demanda máxima mayor a 1 MW y se registra como “Usuario Calificado” ante la CRE. El UC recibe suministro por parte de un Suministrador de Servicios Calificados, o, de forma transitoria, por un Suministrador de Último Recurso.

Una vez obtenido el registro por parte de la CRE, el UC contará con un plazo máximo de 90 días hábiles para que informe a la CRE sobre la contratación del servicio de suministro con un Suministrador de Servicios Calificados. Si al finalizar dicho plazo el Usuario Calificado no hubiere efectuado dicha notificación, la CRE le asignará un Suministrador de Último Recurso.

Usuario Calificado Participante del Mercado (UCPM)

Un Usuario Calificado Participante del Mercado es un Usuario Calificado que participa directamente en el mercado, representando a sus propios Centros de Carga en el MEM y comprando energía eléctrica y productos asociados directamente en el mercado y/o al amparo de Contratos de Cobertura. La figura de UCPM es opcional para aquellos usuarios que tengan una demanda máxima superior a 5 MW y un consumo anual de al menos 20 GWh.



2.3 TARIFAS FINALES DE SUMINISTRO BÁSICO

Uno de los aspectos más relevantes para la completa implementación de la Reforma ha sido la definición, por parte de la CRE, de una nueva metodología de cálculo y ajuste de las tarifas finales de CFE SSB. Dicha metodología tiene como objetivo reflejar y permitir la recuperación de los costos eficientes por parte de CFE SSB con un potencial margen (no garantizado, ya que también se busca incentivar al SSB a eficientar sus costos tanto de adquisición de productos como sus costos operativos).

La nueva tarifa final del Suministrador de Servicios Básicos, al basarse en los costos reales de CFE, debería permitir la detonación de la competencia en el Suministro de energía eléctrica a los usuarios finales. Sin embargo, la metodología ha sufrido diferentes ajustes en el curso de los últimos meses, no habiéndose llegado a un mecanismo definitivo, por lo que la metodología actualmente utilizada es transitoria hasta que la nueva administración defina una nueva metodología.

A continuación se describen los componentes de la tarifa final del Suministrador de Servicios Básicos:

COSTOS

Tarifas Reguladas

GENERACIÓN: corresponde a los costos de la generación de energía y productos asociados; está determinado por los costos de Contratos Legados, costos de otras fuentes (Mercado) y otros costos asociados.

TRANSMISIÓN: corresponde al costo de la Red Nacional de Transmisión. Aplica a todos los generadores que participan en el MEM y a todos los consumidores que, ya sea directamente, o a través de sus representantes (Suministradores) adquieran energía en el MEM. El valor aplicable se determina por el nivel de tensión.

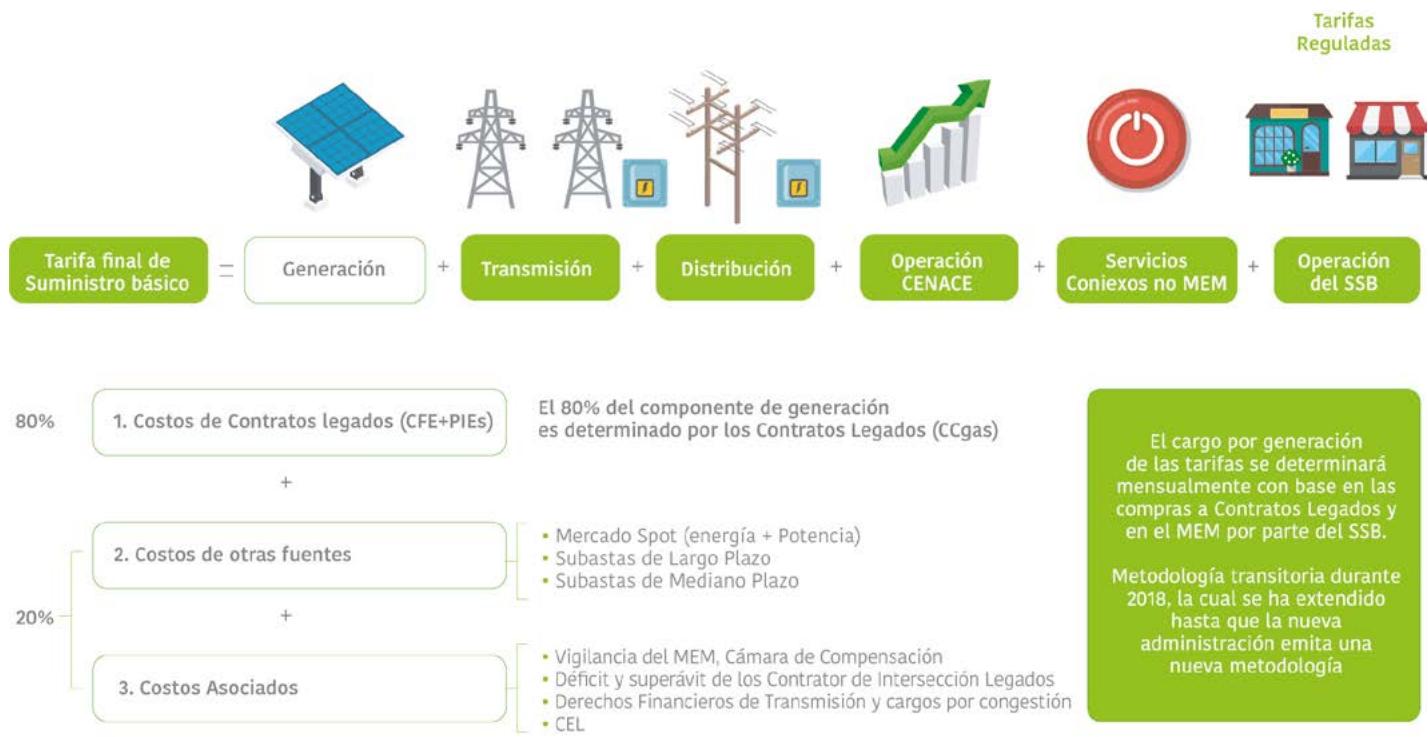
DISTRIBUCIÓN: corresponde al costo de las Redes Generales de Distribución. Aplica a todos los generadores interconectados en la red de distribución (nivel de tensión <69 kV) y a todos los consumidores que, ya sea directamente, o a través de sus representantes (Suministradores) adquieran energía en el MEM conectados a la red de distribución.

OPERACIÓN CENACE: corresponde a los costos de operación y funcionamiento del CENACE. Se reparten en un 30% para generadores y 70% para consumidores.

SERVICIOS CONEXOS NO MEM: corresponde a los costos de los servicios de aportación, absorción y reserva de potencia reactiva para control de voltaje, así como el arranque de emergencia, operación en isla y conexión a bus muerto del sistema. Aplica a todos los consumidores (ya sea directamente o a través de sus Suministradores).

OPERACIÓN SSB: estimada por la CRE de forma anual. Se compone de un cargo fijo mensual que se aplica a todos los usuarios básicos independientemente de su nivel de consumo.

FIGURA 15: COMPONENTES DE LA TARIFA FINAL DE SUMINISTRO BÁSICO

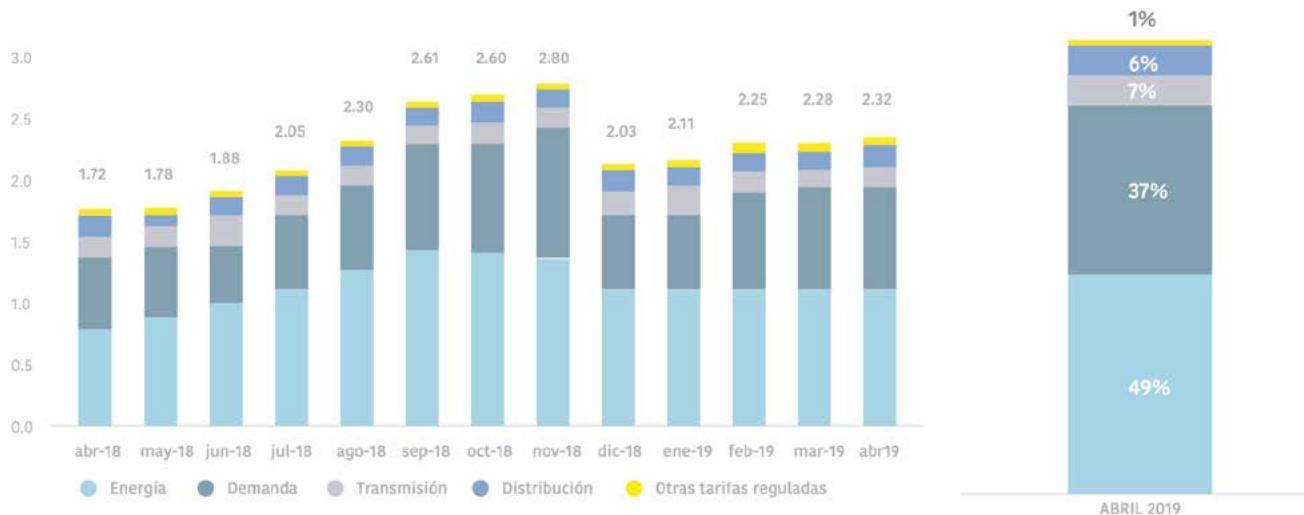


Fuente: Elaboración propia

En el caso concreto de una tienda de autoservicios con tarifa SSB de GDMTH en el norte del país, los componentes de **energía y demanda** pesan por más del 86% del precio monómico total pagado por el usuario. Entre las tarifas reguladas destacan la tarifa de transmisión y la de distribución con un 7% y un 6% respectivamente.

Un Suministrador de Servicios Calificados compite con el Suministrador Básico en los componentes de generación (energía y demanda), siendo las tarifas reguladas aplicables iguales para todos los Suministradores y **no sujetas a negociación entre las partes**.

FIGURA 16: DESGLOSE TARIFA FINAL DE SUMINISTRO BÁSICO (EJEMPLO, GDMTH)



Opciones de compra y uso de energía solar FV

Con base en la regulación vigente en México en materia de electricidad, las tiendas del sector retail tienen diferentes opciones de suministro de energía eléctrica tanto mediante suministro remoto por parte de Suministradores o centrales de generación ubicadas a lo largo de la República, como a través de generación in situ (detrás del medidor). Adicionalmente, cualquier usuario puede estructurar contratos financieros que no implican el suministro físico de energía eléctrica.

El propósito de este apartado es describir las diferentes opciones de compra y uso de energía solar FV que tiene el sector, detectar potenciales riesgos y oportunidades para poder establecer las alternativas más atractivas para el sector.

FIGURA 17: OPCIONES DE COMPRA DE ENERGÍA SOLAR FV



Fuente: Elaboración propia

3.1 Suministro Remoto

ESQUEMA DE AUTOABASTECIMIENTO (ANTIGUA REGULACIÓN)

En aras de salvaguardar las inversiones y los proyectos desarrollados en términos de la regulación anterior a las reformas del sector energético (la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, LSPEE), la Ley de la Industria Eléctrica permite a los proyectos en operación mantener su actividad bajo dicha regulación y considera un periodo transitorio durante el cual los proyectos en desarrollo que cumplan una serie de requisitos podrán seguir acogiéndose a la LSPEE². En ambos casos, el derecho a permanecer bajo el régimen legado será durante toda la vigencia de su contrato de interconexión³.

Cualquier tienda puede permanecer como Usuario Básico y comprar energía eléctrica en suministro remoto a un proyecto solar fotovoltaico mediante el esquema de Autoabastecimiento. Dicho esquema no resulta compatible con los esquemas disponibles bajo la nueva regulación, es decir, en el caso de que un usuario se registre como Usuario Calificado ante la CRE, no podría recibir energía bajo el esquema de Autoabastecimiento.

Antes de la implementación de la Reforma Energética, el esquema de Autoabastecimiento fue el mayor impulsor de energías renovables en México, gracias a que ofrecía los siguientes incentivos para su desarrollo:

- (i) Cargo por servicio de transmisión tipo “estampilla postal”: el costo por la utilización de las infraestructuras de transmisión/distribución para poder entregar energía eléctrica hasta los socios autoabastecidos, está establecido en función de la energía transmitida y del nivel de tensión de cada CdC, independientemente de la distancia entre los dos puntos. Dichos cargos a la fecha resultan ser más competitivos con respecto a los equivalentes bajo la nueva regulación;
- (ii) Banco de Energía: una de las características que limitan el uso de la energía renovable como la solar y dificultan su desarrollo es su intermitencia de generación. El Banco de Energía es un mecanismo de almacenamiento virtual/financiero de energía que permite que la energía generada y no consumida por los CdC en un periodo pueda ser acumulada de forma virtual y entregada en los periodos en que la generación no sea suficiente para abastecer el consumo de los CdC;
- (iii) Reconocimiento de potencia: para Centrales de Generación de Energía Eléctrica con Energía Renovable o Cogeneración Eficiente, se reconoce potencia en base a la energía promedio entregada entre las 20:00 y las 22:00 horas⁴. Dicho tramo horario impide que las CE solares FV puedan generar este producto, ya que éstas no generan en esa franja horaria (nocturna), lo que implicó una desventaja para esta tecnología frente a otras energías renovables como la eólica.

Esquema de Autoabastecimiento solar	
Regulación Aplicable	Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica
Tipología Consumidores	Usuarios Básicos
Modalidad	Suministro Remoto
Condiciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivos a las energías renovables (banco de energía, porteo tipo estampilla) • Plazos 10 - 15 años • Precio fijo con indexación/esquema CFE menos descuento
Factor de emisión	0 tonCO ₂ / MWh para la energía entregada
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Sin inversión • Potenciales ahorros en factura eléctrica • Energía renovable • Back up CFE SSB
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Escasa disponibilidad de Proyectos • Tecnología solar no aporta Potencia Autoabastecida • Contratos de Largo Plazo • No compatible con la nueva regulación

Si bien la energía disponible bajo el esquema de Autoabastecimiento renovable es limitada, esta opción sigue siendo una buena oportunidad a explorar por parte de las tiendas de autoservicios y departamentales, sobre todo para aquellas empresas que presentan una multitud de CdC ubicados a lo largo de la República. Es importante señalar que la falta de reconocimiento de Potencia autoabastecida a los proyectos solares puede perjudicar su competitividad frente a otras tecnologías, como por ejemplo la eólica.

ESQUEMA DE SUMINISTRO BÁSICO

Actualmente la mayoría de los consumidores de energía eléctrica en México reciben suministro por parte de CFE Suministrador Básico. Este esquema corresponde al Business As Usual de cualquier consumidor y, por tanto, es el esquema a considerar como benchmark a la hora de analizar cualquier nueva propuesta de suministro eléctrico.

Los Usuarios Básicos tienen el factor de emisión del Suministrador de Servicios Básicos y están sujetos a tarifa final de suministro básico, que es establecida por la CRE. Sin embargo, como se describirá más adelante en el curso del presente informe, dichos Usuarios podrán implementar soluciones de generación en sitio o acceder a contratos financieros fuera del mercado para fijar el precio de compra de la energía eléctrica, sin necesidad de cambiar su calidad de Usuario Básico.

Esquema Business As Usual (Suministrador de Servicios Básicos)	
Regulación Aplicable	Ley de la industria Eléctrica
Tipología Consumidores	Usuarios Básicos
Modalidad	Suministro Remoto
Condiciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Tarifa Regulada de Suministro Básico definida por la CRE • Plazo indefinido
Factor de emisión	0.527 tonCO ₂ /MWh (factor de emisión de CFE SSB en 2018)
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Tarifa Regulada con base en costos eficientes de Suministro Básico
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones económicas no negociables • Factor de emisión y fuente de suministro no negociable

ESQUEMA DE SUMINISTRO CALIFICADO

En el caso de que una empresa cumpla con los requisitos de demanda (con la posibilidad de agregar varios centros de carga para cumplir dicho requisito, siempre y cuando pertenezcan al mismo grupo de interés económico⁵), puede registrarse como Usuario Calificado ante la CRE y comprar energía eléctrica en suministro remoto a un Suministrador de Servicios Calificados (SSC). En el caso de que una tienda haya empezado el suministro de energía después del 12/08/2014 y tenga una demanda máxima superior a 1 MW, dicha tienda estará obligada a registrarse como Usuario Calificado.

Una vez obtenido el registro por parte de la CRE, el UC contará con un plazo máximo de 90 días hábiles para que informe a la CRE sobre la contratación del servicio de suministro con un Suministrador de Servicios Calificados. Si al finalizar dicho plazo el Usuario Calificado no hubiere efectuado dicha notificación, la CRE le asignará un Suministrador de Último Recurso, con una tarifa más cara. Además, en el caso de usuarios no obligados, una vez registrados como UC, deben permanecer como mínimo 3 años en el MEM antes de poder volver con el Suministrador de Servicios Básicos.

Esquema de Suministro Calificado	
Regulación Aplicable	Ley de la industria Eléctrica
Tipología Consumidores	Usuarios Calificados
Modalidad	Suministro Remoto
Condiciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Suministro 100% desde un SSC Una vez registrado como UC, cuenta con • 90 días para encontrar un SSC • Debe permanecer como mínimo 3 años en el esquema • Plazos 1 - 5 años • Precio variable en función del precio del gas/esquemas de precios all-in
Factor de emisión	<ul style="list-style-type: none"> • >0 tonCO₂/MWh según la cartera de proyectos de generación (cartera diversificada/ equilibrada)
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Sin inversión • Potenciales ahorros en factura eléctrica
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad en trazabilidad de energía solar en la matriz de generación • Complejidad de análisis propuestas • Potencial exposición a riesgos de mercado

⁵ ACUERDO de carácter general por el que se determina el concepto de demanda y los requisitos para la agregación de Centros de Carga para ser considerados como Usuarios Calificados publicado en el DOF el 26/01/2016.

Por dichas razones resulta de fundamental importancia empezar la búsqueda de un SSC⁶ y la negociación de las condiciones contractuales, antes de registrarse como UC.

Un SSC es un proveedor de servicios de comercialización de energía eléctrica que compra los productos de energía, potencia y CELs en el MEM con el fin de cubrir el 100% de los requerimientos del Usuario Calificado.

A la hora de considerar esta opción de suministro y negociar con un SSC, hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

- Un SSC, en general, presenta una cartera de contratos de suministro basados en fuentes de generación diversificados que puede incluir fuentes de energía convencionales y renovables, por lo que el factor de emisión asociado a este esquema de suministro dependerá del mix de contratos que tenga el SSC.
- Un SSC debe garantizar que al menos el porcentaje de consumo anual definido en las obligaciones provenga de fuentes limpias. Para poder solicitar una participación específica de energía solar FV, se requeriría de un mecanismo de trazabilidad de las fuentes de energía utilizadas. Si bien el mecanismo de CELs actualmente prevé un código que permite trazar la procedencia de las fuentes de energía limpias, solicitar al SSC que el total del suministro de energía estuviera acompañado de los CELs generados por proyectos solares FV, podría resultar

económicamente inviable debido a que los CELs tienen un valor independiente a la energía y tenderían a encarecer el suministro final. Adicionalmente el Usuario Calificado, debido a que no es obligado a la compra de CELs, debería registrarse de manera voluntaria en el sistema de registro de CELs para registrar los CELs asociados a su consumo por encima de la obligación.

- Un SSC tiende a ofrecer plazos de contratación de 1-5 años, considerando la dificultad de previsión de su cartera de clientes para horizontes temporales mayor;
- teniendo en consideración la alta volatilidad de los precios del mercado spot, típica de un mercado incipiente recién implementado y poco líquido, algunos SSC suelen ofrecer un precio por una “banda o bloque” de energía contratada. En el caso de que el consumo del usuario sobrepase dicha banda, el UC estaría sujeto a precios de mercado, con el consiguiente riesgo;
- el mercado mexicano se ha configurado como un sistema de precio multinodal, habiendo más de 2,000 nodos de formación de Precios Marginales Locales. En el proceso de liquidación de energía, la diferencia de precio entre el nodo de generación y el nodo de consumo, debida en su mayor parte a la congestión entre unas zonas y otras, implica un cierto riesgo que es importante considerar; por lo general los SSC suelen **trasladar** al usuario dicho riesgo.

ESQUEMA DE PARTICIPANTE DEL MERCADO

En el caso de que una tienda departamental o de autoservicios cumpla con los requisitos de demanda (o agregue sus cargas para tal fin) puede optar por esta figura y ser responsable directo de la adquisición de todos los productos necesarios para su suministro mediante cualquiera de las opciones que se presentan en el mercado, entre las cuales, comprar energía eléctrica en suministro remoto directamente a un Generador con tecnología solar FV.

Los UCPM deben registrarse en el Registro de Usuarios Calificados de la CRE y obtener un Contrato de Participante del Mercado ante CENACE bajo la modalidad de UCPM, para lo cual deberá cumplir con todos los requisitos necesarios como son las garantías de cumplimiento, el establecimiento de la infraestructura necesaria para atender los requerimientos del Centro Nacional de Control de Energía (escritorio 24/7), así como para la presentación de ofertas de compra en el MEM.

Los UCPM pueden configurar su cartera de suministro libremente sin la necesidad de intermediación de un Suministrador, pudiendo participar como comprador en las Subastas de Largo y Mediano Plazo celebradas por el CENACE⁷ accediendo a los precios más bajos de energía renovable a nivel mundial, celebrar contratos directamente con generadores y/o participar directamente en el Mercado de Corto Plazo.

Si bien dicha flexibilidad de opciones puede generar elevados ahorros en la compra de energía eléctrica, los requerimientos técnicos, económicos y de infraestructura que conlleva ser PM, aunados a que el mercado es incipiente y presenta una volatilidad elevada (con el riesgo que eso conlleva), han frenado que los usuarios finales busquen registrarse como UCPM. A la fecha, tras varios años de funcionamiento del mercado, **no existe ningún UCPM operando en el Mercado**.

Sin embargo, las grandes cadenas comerciales de ANTAD con experiencias en mercados liberalizados en otros países y con objetivos firmes de sustentabilidad, o un conjunto de ellas constituida ad hoc con el fin de sumar grandes cantidades de consumos que justifiquen las inversiones requeridas.

Esquema de Participante del Mercado	
Regulación Aplicable	Ley de la industria Eléctrica
Tipología Consumidores	Usuarios Calificados Participantes del Mercado
Modalidad	Suministro Remoto
Condiciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a todas las opciones disponibles (elegir directamente el generador/participar en las Subastas, etc) • Flexibilidad de esquemas (precio, plazos, etc)
Factor de emisión	>0 tonCO ₂ /MWh para la energía entregada en caso de compra directa a proyecto solar
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Sin necesidad de intermediación de Suministradores • Elevados potenciales ahorros en factura eléctrica
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de fuerte know how e infraestructura técnico-económica • Exposición a riesgos de mercado

3.2 Generación *in situ*

ESQUEMA DE ABASTO AISLADO/GENERACIÓN LOCAL

Cualquier tipo de usuario puede implementar un proyecto de generación solar FV *in situ* bajo la modalidad de Abasto Aislado⁸, es decir, obtener un permiso de generación para centrales eléctricas con capacidad mayor a 0.5 MW, instalar dicha central FV en sus instalaciones e interconectarla al CdC a través de una Red Particular para la satisfacción de sus consumos.

En particular, se entiende por Abasto Aislado la generación (o importación) de energía eléctrica para la satisfacción de necesidades propias (o para la exportación), sin transmitir dicha energía por la Red Nacional de Transmisión (RNT) o por las Redes Generales de Distribución (RGD⁹). En el Abasto Aislado, el proyecto FV realizará la entrega física de la energía eléctrica a los CdC utilizando una Red Particular que para esto se establezca.

Las CE que destinen parte de su producción para fines de Abasto Aislado podrán ser interconectadas a la RNT o a las RGD para la venta de excedentes y compra de faltantes¹⁰.

Por “necesidades propias” se entiende a la generación eléctrica consumida por los CdC de una sola persona física o moral, o bien, de un conjunto de éstas que pertenezcan a un **mismo Grupo de Interés Económico**. Es decir, para ser considerado como Abasto Aislado, el titular del permiso de generación deberá ser:

- a. La misma persona física o moral que consume la energía eléctrica,
- b. Una persona moral que pertenece al mismo Grupo de Interés Económico que la persona que consume la energía eléctrica, o
- c. Una empresa de generación (definida como una persona física o moral que mantenga un contrato con el titular de un permiso único de generación para realizar actividades como el financiamiento, instalación, mantenimiento, gestión, operación/ampliación de la CE), siempre y cuando forme parte del mismo Grupo de Interés Económico.

⁸ El esquema difiere de manera sustancial de la modalidad de Autoabastecimiento, que permite al Generador comercializar energía y potencia a sus socios independientemente de su localización, sin requerirse (i) ni una proporción entre la participación en el capital de la sociedad y el aprovechamiento de energía por parte de los socios, (ii) ni una proximidad física entre el Generador y el socio autoabastecido.

⁹ De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 22 de la LIE.

¹⁰ Siempre y cuando se celebre el contrato de interconexión correspondiente y la central eléctrica sea representada por un Generador (o por un Suministrador en caso de ser Generador Exento) para su participación en el MEM sujetándose a las Reglas del Mercado.

FIGURA 18: ESQUEMA DE ABASTO AISLADO



Fuente: Elaboración propia

Si bien el esquema puede presentar algunas complejidades de tipo administrativo (ej. permiso de generación ante la CRE, gestión de excedentes, etc), el esquema de Abasto Aislado representa sin duda una buena opción de compra de energía eléctrica solar a evaluar por parte de las grandes tiendas de autoservicios y departamentales con disponibilidad de espacio en techos/terrenos adyacentes. Las principales características que hacen el esquema atractivo¹¹ son las siguientes:

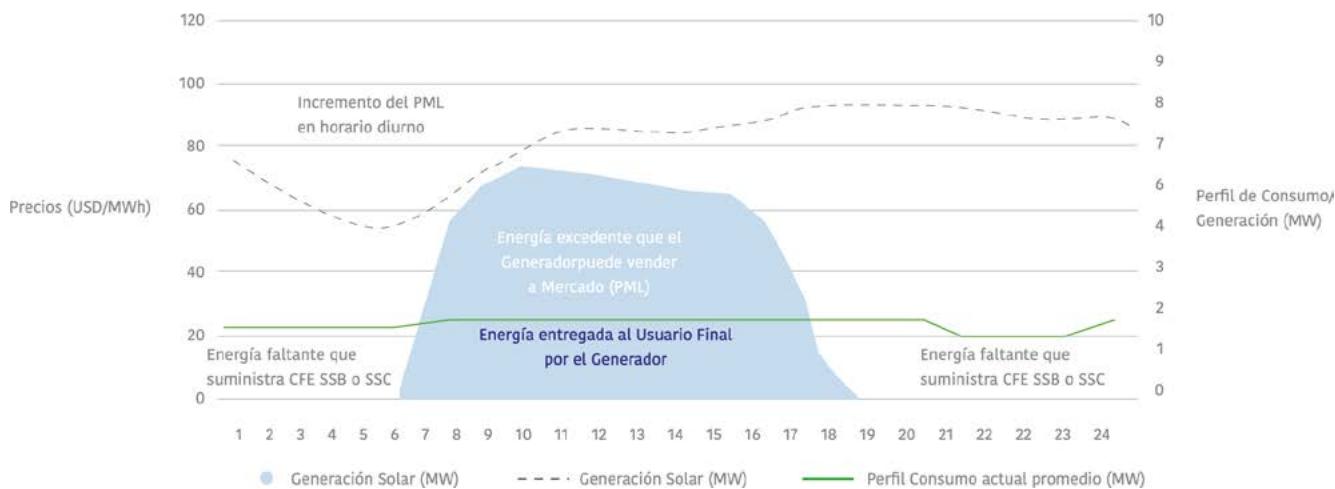
- no está sujeto a las tarifas reguladas para la energía entregada en la Red Particular ni hay necesidad de contar con un Suministrador para la entrega de dicha energía (como ocurre en Generación Local), con el consiguiente ahorro;
- permite acreditar directamente el uso de energía solar y la reducción del factor de emisión del CdC;
- en el caso de interconexión a la RNT/RGD el proyecto solar generaría energía excedente de día (generación > consumo) que se vendería a mercado, pudiendo aprovecharse de los mayores precios en horario diurno;
- el Usuario Final, para el suministro de la energía eléctrica y productos asociados faltantes (generalmente de noche cuando un proyecto FV no genera), puede permanecer como Usuario Básico (sin riesgo frente al escenario Business as Usual) o registrarse como Usuario Calificado/ Usuario Calificado Participante de Mercado;
- no existe riesgo de congestión entre el nodo de generación y el nodo de consumo (siendo el mismo nodo), como suele ocurrir con las opciones de Suministro Calificado;

- no hay sobrecargos por consumos mayores a la energía contratada, como suele ocurrir con las opciones de Suministro Calificado.

En el caso de que el Generador y el Usuario Final no pertenezcan al mismo Grupo de Interés Económico y, por lo tanto, no se pueda utilizar el esquema de Abasto Aislado, la regulación prevé el esquema de Generación Local, la cual se refiere a la generación de energía eléctrica para ser consumida por cualquier CdC siempre utilizando una Red Particular, sin transmitir dicha energía por la RNT o por las RGD.

La Generación Local, que conforme al art. 22 de la LIE no es considerada Abasto Aislado, requiere la participación de un Suministrador de Servicios Calificados para la entrega de la energía eléctrica de la CE a los CdC.

Al igual que en el esquema de Abasto Aislado, las CE que destinen parte de su producción para la Generación Local podrán ser interconectadas a la RNT o a las RGD para la venta de excedentes y compra de faltantes¹².

FIGURA 19: PERFIL DE CONSUMO VS PERFIL DE GENERACIÓN FV EN ESQUEMA DE ABASTO AISLADO

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 20: ESQUEMA DE GENERACIÓN LOCAL

Fuente: Elaboración propia

La principal diferencia entre el esquema de Abasto Aislado y el de Generación Local consiste en que, en el caso de Generación Local, donde el Generador y el Usuario Final no pertenecen al mismo grupo de interés económico, la regulación introduce la obligación de contratación de un Suministrador de Servicios Calificados para la entrega de la energía en la Red Particular con el consiguiente costo adicional a negociar entre las partes. En este caso el Usuario Final, para compra de la energía eléctrica faltante, debe registrarse como Usuario Calificado (no puede quedarse en Suministro Básico) y estará potencialmente expuesto a un riesgo de mercado para esa energía faltante (dependiendo de cómo se negocie ese suministro calificado). Adicionalmente cabe mencionar que, mientras en el caso de Abasto Aislado

el titular del permiso de generación tiene que ser el mismo Usuario Final, en el esquema de Generación Local será el Generador quien tendrá que gestionar todos los trámites para la obtención de dicho permiso ante la CRE.

Sin embargo, también el esquema de Generación Local puede ser una opción a evaluar por parte de las tiendas en cuanto permite acreditar directamente el uso de energía solar y la reducción del factor de emisión del CdC y no presenta riesgo de congestión entre el nodo de generación y el nodo de consumo, como suele ocurrir con las opciones de Suministro Calificado.

Esquema de Abasto Aislado solar		Esquema de Generación Local Solar
Regulación Aplicable	Ley de la industria Eléctrica	
Tipología Consumidores	Usuarios Básicos/Usuarios Calificados/ Usuarios Calificados Participantes del Mercado	Usuarios Calificados/ Usuarios Calificados Participantes del Mercado
Modalidad	Generación in situ	
Condiciones principales	<ul style="list-style-type: none"> Centrales Eléctricas con capacidad instalada >0.5 MW Suministro a centro de carga en Red Particular (mismo grupo de interés económico) Plazos de 10-20 años Energía Faltante suministrada por SSB o SSC Energía Excedente se puede vender en el MEM 	<ul style="list-style-type: none"> Centrales Eléctricas con capacidad instalada >0.5 MW Suministro a centro de carga en Red Particular (diferente grupo de interés económico) Plazos de 10 - 20 años Energía Faltante suministrada por un SSC Energía Excedente se puede vender en el MEM
Factor de emisión	0 tonCO ₂ /MWh para la energía eléctrica entregada en la Red Particular	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> No está sujeto a tarifas reguladas por la energía eléctrica en la Red Particular Potenciales ahorros en factura eléctrica Energía renovable Back up CFE SSB en caso de Abasto Aislado; Energía excedente (durante el día) se vende a mercado a precios elevados 	
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> Necesidad de terreno y recurso cercano al consumidor Complejidad de la operación (gestión de excedentes, permiso de generación, etc) 	<ul style="list-style-type: none"> Necesidad de terreno y recurso cercano al consumidor Complejidad de la operación (gestión de excedentes, permiso de generación, etc) Ausencia de Back Up CFE SSB y potencial riesgo de mercado para energía faltante

ESQUEMA DE GENERACIÓN LIMPIA DISTRIBUIDA

Cualquier tipo de usuario puede implementar un proyecto de generación solar FV in situ con capacidad menor a 0.5 MW en sus instalaciones, sin necesidad de obtención de un permiso de generación ante la CRE. Para la venta de excedentes/compra de faltantes el usuario puede permanecer como Usuario Básico y sujetarse a las contraprestaciones establecidas por la CRE para el Suministrador de Servicios Básicos o registrarse como Usuario Calificado (o Usuario Calificado Participante de Mercado, aunque esta opción a día de hoy no parece una buena opción, como se ha explicado anteriormente) y negociar libremente las condiciones contractuales.

El nuevo marco regulatorio define la Generación Distribuida como la generación de energía eléctrica que se realiza por una central eléctrica con capacidad menor a 0.5 MW (Generador Exento) que se encuentra interconectada las Redes Generales de Distribución. La Generación Distribuida a partir de paneles solares FV se considera como Generación Limpia Distribuida.

Con base en la regulación vigente, un Generador Exento necesita de un Suministrador para la venta de energía y productos asociados. Para poder operar bajo el esquema de GD, una tienda deberá:

- solicitar, a través del Suministrador seleccionado, un **contrato de interconexión** con el Distribuidor (CFE Distribución) para establecer los derechos y obligaciones que tendrán el usuario y el distribuidor al llevar a cabo la interconexión de la central a las Redes Generales de Distribución (RGD);
- firmar un **contrato de contraprestación** con el Suministrador seleccionado para establecer los derechos y obligaciones que tendrán el Suministrador y el Generador Exento por la energía generada y entregada a las RGD;
- adquirir e instalar un medidor a la salida de la central eléctrica y certificar la central como limpia para poder recibir los CELs generados.

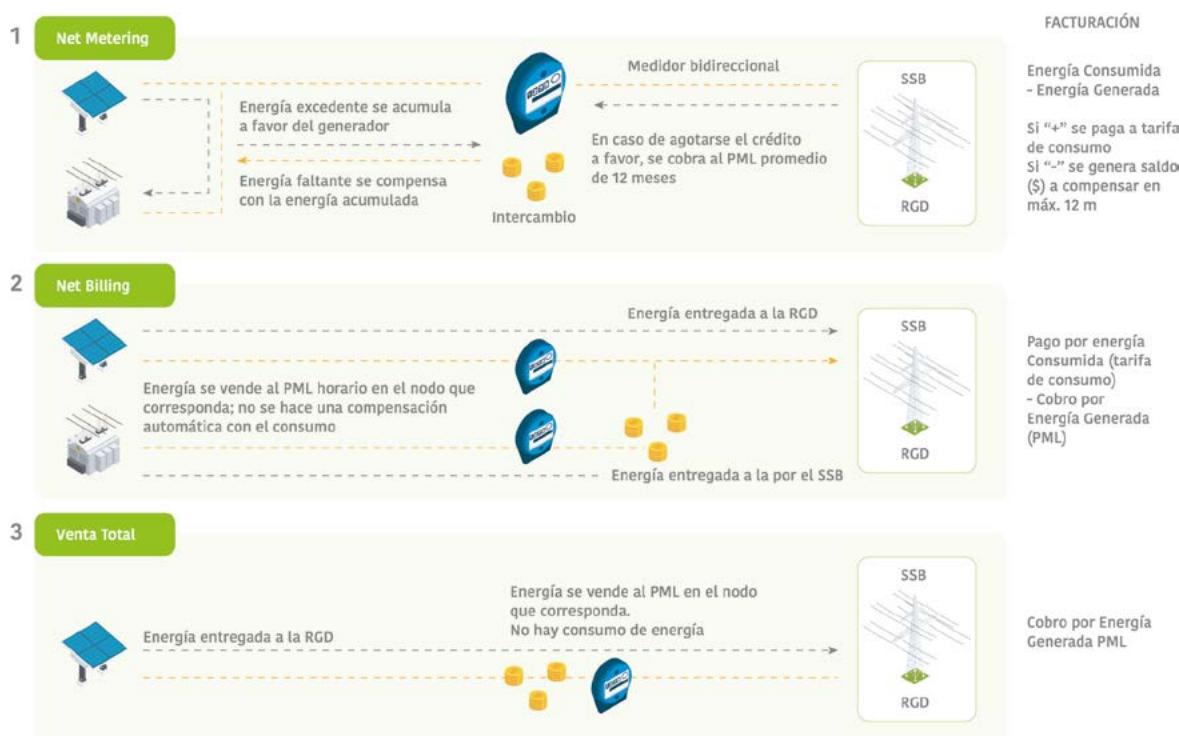
En el caso de que el Usuario desee permanecer en Suministro Básico, la regulación prevé los siguientes esquemas de contraprestación, cada uno con un contrato ya definido (se permite la migración de un régimen a otro después de un año):

Net Metering (Medición Neta): metodología que considera los flujos de energía eléctrica recibidos y entregados desde y hacia las RGD compensando dichos flujos entre sí durante el periodo de facturación. Cuando la diferencia es negativa (generación > consumo) se considera un crédito a favor del consumidor a compensar en un máximo de 12 meses. Cuando la diferencia es positiva (consumo > generación), el consumidor pagará el balance a tarifa SSB;

Net Billing (Facturación Neta): metodología que considera de manera independiente los flujos de energía eléctrica recibidos y entregados hacia las RGD y les asigna un valor monetario. La energía consumida se paga a tarifa de SSB y la energía entregada a las RGD se remunera al Precio Marginal Local (PML) del nodo correspondiente;

Venta Total: en el caso de que no exista un contrato de suministro eléctrico asociado al mismo punto de interconexión de la central, la metodología prevé una remuneración de la energía entregada a las RGD en base al Precio Marginal Local del nodo correspondiente.

FIGURA 21: ESQUEMA DE CONTRAPRESTACIÓN GENERACIÓN LIMPIA DISTRIBUIDA



Fuente: Elaboración propia

En el caso de que el Usuario se registre como Usuario Calificado deberá negociar con su Suministrador las contraprestaciones por la energía entregada a las RGD. En el caso de que Usuario se registrara como Usuario Calificado Participante del Mercado, sus excedentes y faltantes se liquidarían directamente en el Mercado de Corto Plazo.

Finalmente, cabe señalar que en los esquemas de generación FV in situ se pueden explorar diferentes modelos de negocio, dependiendo de los objetivos y políticas internas de cada usuario. A continuación, se describen los principales:

1. Inversión directa: el usuario, dependiendo de sus objetivos de retorno, puede decidir de invertir directamente en el activo de generación, tanto mediante inversión de capital propio (por ejemplo, en proyectos de Generación Distribuida) como a través de esquemas de financiación o estructuras mixtas de co-inversión. En este caso el usuario será dueño del activo y de todos los productos generados pudiendo beneficiarse de incentivos fiscales como por ejemplo la depreciación acelerada¹³.

2. Contrato de compra de energía eléctrica: en este caso una empresa tercera se encarga y asume los costos de instalación, operación y mantenimiento y gestión de la infraestructura necesaria para generar energía eléctrica y entregarla al Usuario Final a cambio de un precio por la energía generada. Este tipo de contratos son a largo plazo de forma que se garantice al tercero la financiabilidad del proyecto. En este caso el usuario no es dueño de la central eléctrica, pero se evita el costo de inversión.

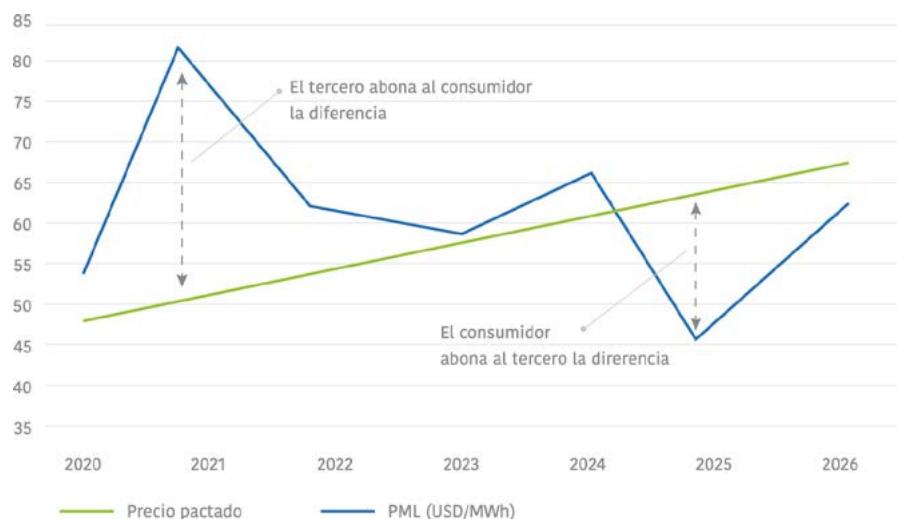
Esquema de Generación Distribuida Limpia solar	
Regulación Aplicable	Ley de la industria Eléctrica
Tipología Consumidores	Usuarios Básicos/ Usuarios Calificados/ Usuarios Calificados Participantes del Mercado
Modalidad	Generación in situ
Condiciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Centrales Eléctricas con capacidad instalada >0.5 MW • Plazos de 10 - 20 años • Necesidad de un Suministrador para la venta de energía y productos asociados • En caso de ser Usuarios Básicos, aplican los esquemas de contraprestación para energía faltante/ excedente de net metering, net billing o venta total • En caso de ser UC o UCPM: esquemas de contraprestación sujetos a negociación
Factor de emisión	0 tonCO ₂ /MWh para la energía eléctrica entregada
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad de esquemas de implementación (inversión, leasing, contratos de suministro de energía, esquemas de financiación) • Ahorros en la factura eléctrica (ahorros dependen de la tarifa CFE SSB aplicable en la actualidad del Centro de Carga) • Energía renovable • Rapidez de implementación (no requiere de permiso de generación, tiempos de interconexión reducidos, etc)
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de espacio en techo/estacionamientos etc, idoneo para la instalación de paneles solares • Potenciales complejidades en caso de que el consumidor no sea dueño de las instalaciones

3.3 Contratos financieros

Cualquier tipo de usuario puede firmar un contrato de compra de energía eléctrica puramente financiero fuera de mercado con un tercero (lo que se conoce como contrato financiero por diferencias). En este tipo de contrato, se fija un nodo de referencia y se pacta una cantidad y precio de energía entre las partes. En el caso de que el precio de mercado (PML) del nodo de referencia sea superior al precio pactado, el tercero abona al usuario la diferencia entre el precio pactado y el PML mientras que en el caso opuesto será el usuario el que tenga que abonar al tercero dicha diferencia.

En este esquema, donde **no hay suministro físico de energía**, resulta de fundamental importancia la elección del nodo de referencia (generación, consumo o cualquier otro nodo) y disponer de unas proyecciones de PML para dicho nodo, ya que el riesgo de que, en el futuro, el PML pueda estar por debajo del precio pactado puede ser elevado, con las consiguientes pérdidas para el usuario.

FIGURA 22: ESQUEMA DE LIQUIDACIÓN CONTRATO FINANCIERO POR DIFERENCIAS



Fuente: Elaboración propia

4 Modalidades más atractivas para el sector retail

Con los datos históricos de precios de Mercado de 3 años, los esquemas para adquirir energía solar fotovoltaica mediante contratación de suministro físico o financiero presentan riesgos a analizar por lo que se requiere de personal experto en mercados liberalizados dentro de la cadena comercial que pueda evaluar la situación particular.

Si bien el esquema de Autoabastecimiento bajo la regulación anterior sigue siendo una buena oportunidad para las tiendas con objetivos de reducción de su huella de carbono y ahorro en su factura eléctrica, la energía disponible bajo dicho esquema está muy limitada y la regulación perjudica la competitividad de proyectos FV frente a otras renovables en aquellos casos en los que el usuario tiene un componente importante de demanda en su recibo de energía.

La decisión de pasar al mercado libre tiene que ser analizada en profundidad por dos factores principales. En primer lugar, por la necesidad de escoger el Suministrador antes de registrarse como Usuario Calificado y, en segundo lugar, por los potenciales riesgos de un mercado volátil que normalmente los Suministradores tratan de trasladar al consumidor final. Adicionalmente, a la fecha, un Suministrador no puede certificar el origen de la energía suministrada al consumidor. En el caso concreto de la opción de ser un UCPM, como se ha explicado, dicha figura implica una estructura organizacional (requerimientos técnicos y económicos) que analice los riesgos actuales y proyectados.

Por otro lado, los contratos puramente financieros disponibles en el mercado, que no suponen el suministro físico, constituyen un negocio diferente al del suministro de energía y presentan un elevado riesgo que requiere un análisis profundo.

Como se ha explicado anteriormente, la generación FV in situ, de pequeña y mediana escala, **representa sin duda una opción muy atractiva** para las tiendas del sector debido a la disminución de los costos de inversión y a la ubicación geográfica privilegiada de México, una de las zonas con mayor irradiación solar a nivel

mundial. Mediante los esquemas de Abasto Aislado (> 0.5 MW) o Generación Limpia Distribuida (< 0.5 MW) una tienda puede obtener ahorros importantes en su factura eléctrica, obteniendo al mismo tiempo energía exenta de emisiones.



Variables de influencia en la implementación de un proyecto solar *in situ*

5

Las principales variables identificadas en la compra y uso de la energía solar FV para las tiendas del sector resultan ser las siguientes:

- 1. Ubicación de la tienda:** si bien los Estados con mayor irradiación solar en México son Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas y Oaxaca, el nivel promedio del país, de 5 kWh/m² es uno de los mayores a nivel mundial.
- 2. Disponibilidad de espacio:** la disponibilidad de espacio físico en las instalaciones del usuario es indispensable para la implementación de proyectos de generación in situ. Para proyectos de GD en general se pueden utilizar tanto los techos de las tiendas como los espacios de estacionamiento. En el caso de proyectos de Abasto Aislado/Generación Local se necesitará de terrenos de mayores dimensiones que reúnan los requisitos para el desarrollo de proyectos FV.
- 3. Propiedad de la instalación:** el 40% de las Tiendas analizadas son instalaciones rentadas, en dichos casos la implementación de proyectos de generación in situ puede llevar a dificultades tanto operativas (ej. acceso al techo) como contractuales debido a la necesidad de convergencia de objetivos de ahorro/vigencia contratos de arrendamiento.
- 4. Tipología de suministro:** en el caso de que las tiendas cuenten con suministro en la modalidad de Autoabastecimiento bajo la regulación anterior, dichas tiendas no pueden implementar proyectos de generación al amparo de la Ley de la Industria Eléctrica.
- 5. Consumo anual:** seleccionar tiendas con mayor volumen de consumo anual podría ser una buena opción para aprovechar de las economías de escalas en la compra de los equipos (ej. paneles solares, inversores, etc.). Sin embargo, hay que tener en consideración que:

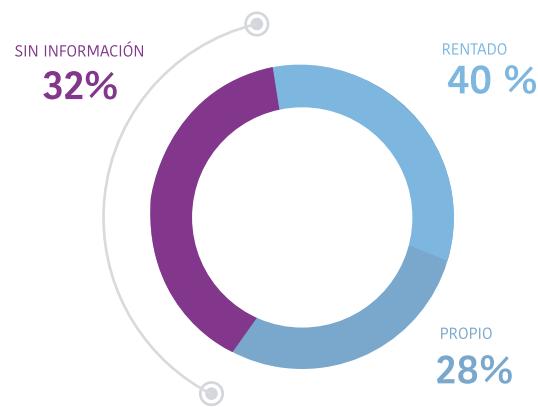
- los potenciales ahorros dependerán del perfil de consumo específico de cada CdC. Por ejemplo, en el caso de tarifas en media tensión con diferenciación horaria hay que tener en consideración que un proyecto FV no suministra energía (ahorros) en el periodo punta;
- en general, dichos CdC al consumir más energía, presentan un precio monómico inferior con respecto al promedio.

FIGURA 23: MAPA DE IRRADIACIÓN SOLAR MÉXICO



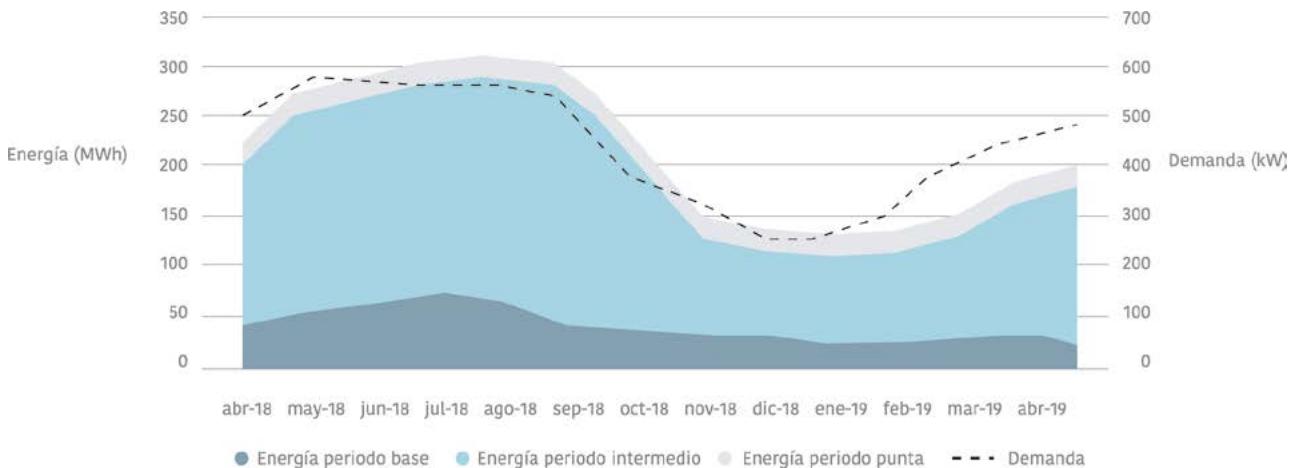
Fuente: Instituto de Investigaciones Eléctricas

FIGURA 24: PROPIEDAD CDC ANALIZADOS



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 25: PERFIL DE CONSUMO ANUAL (EJEMPLO TIENDA AUTOSERVICIOS)



Fuente: Elaboración propia

6. **Tipología de Tarifa SSB y precio monómico:** en general los centros de carga con mayor precio monómico de energía eléctrica, calculado como precio unitario por kWh de consumo (en términos de MXN/kWh), incluyendo el costo de la energía eléctrica y del resto de productos asociados consumidos, presentan mayores oportunidades de ahorro para el usuario.

Con base a la metodología de cálculo de las tarifas finales de Suministro Básico:

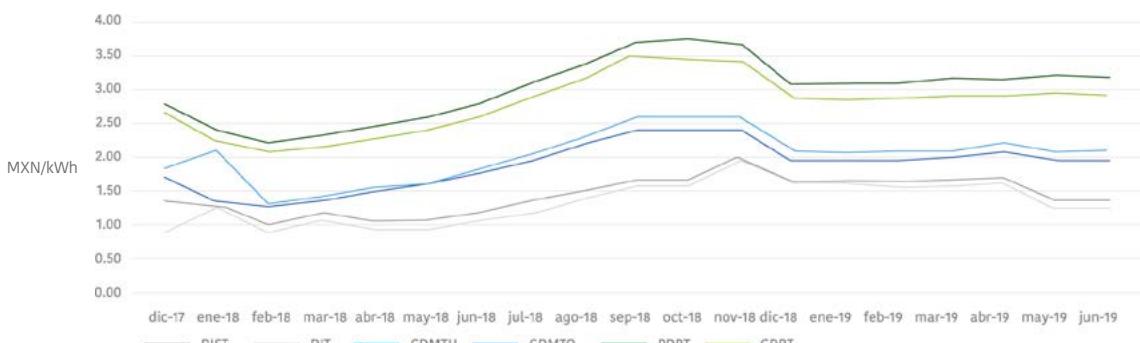
- la ubicación geográfica de las tiendas tiene un impacto en el costo de la energía eléctrica, esto debido tanto al costo de generación del SSB que es diferente a lo largo del país (dependiendo de las fuentes de combustible y por ende de las tecnologías utilizadas en cada región), como al costo de distribución de la electricidad que depende de la eficiencia de las redes (locales) de distribución;
- en general, a mayor tensión menor precio monómico en la compra de energía eléctrica (por ejemplo, las tarifas en alta tensión no pagan cargos de distribución con el consiguiente ahorro). Las tarifas más caras del sector resultan ser las de PDBT y GDBT, en baja tensión.

FIGURA 26: PRECIO MONÓMICO POR ESTADO (EJ. TIENDA AUTOSERVICIOS)



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 27: PROMEDIO PRECIO MONÓMICO POR TARIFA



Fuente: Elaboración propia



Conclusiones

El proceso de liberalización del mercado eléctrico mexicano ha resultado en la definición de un nuevo modelo regulatorio que facilita una mayor participación privada y nuevos entrantes en los sectores de generación y comercialización de electricidad, diversificando tanto las opciones de suministro como el abanico de productos y servicios del mercado eléctrico a disposición de los consumidores.

Concretamente, en lo que se refiere a la compra y uso de energía solar FV para las empresas del sector de tiendas departamentales y autoservicios, las nuevas opciones de suministro remoto mediante contratos físicos y/o financieros, todavía presentan riesgos difíciles de asumir por parte de un consumidor. Una vez que los mercados sean más estables y exista una mayor transparencia en la información de los mismos que permita tener una mejor trazabilidad y predictibilidad de los precios, estos tipos de contratos podrían reconsiderarse como una opción viable, siempre teniendo en consideración el perfil de riesgo de cada empresa.

Con base en lo analizado a lo largo del presente estudio, la generación FV in situ, de pequeña y mediana escala, representa la opción más atractiva para el sector y se está consolidando como uno de los esquemas más importantes para la integración de energía renovable en México en los próximos años. Esto debido principalmente a:

- i.** Las tendencias en la descentralización de la energía.
- ii.** La versatilidad de la tecnología FV para estos tipos de instalaciones.
- iii.** La disminución de sus costos de inversión (CAPEX),
- iv.** La ubicación geográfica privilegiada de México, una de las zonas con mayor irradiación solar a nivel mundial.

Bibliografía

Lazard, Lazard's leveled costs of energy analysis – version 12.0 (<https://www.lazard.com/media/450784/lazards-levelized-cost-of-energy-version-120-vfinal.pdf>)

Asociación Mexicana de Energía Solar (ASOLMEX): Centrales en operación, abril 2019 (<https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6522179693976915968>)

Centro Nacional de Control de Energía (CENACE): nuevas centrales eléctricas en operación, diciembre 2018 (<https://www.gob.mx/cenace/articulos/entran-3024-mw-de-nueva-generacion-al-sistema-interconectado-nacional>)

Centro Nacional de Control de Energía (CENACE): Lista de Participantes del Mercado, agosto 2019 ([https://www.cenace.gob.mx/Docs/MercadoOperacion/ParticipantesMercado/2019/08.%20Lista%20de%20Participantes%20del%20Mercado%20\(Agosto-2019\).pdf](https://www.cenace.gob.mx/Docs/MercadoOperacion/ParticipantesMercado/2019/08.%20Lista%20de%20Participantes%20del%20Mercado%20(Agosto-2019).pdf))

Secretaría de Energía (SENER): Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2019-2033, junio 2019 (<https://www.gob.mx/sener/documentos/prodesen-2019-2033>)

Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicios y Departamentales (ANTAD): Informe anual 2018 (<https://www.antad.net/informeanual/2018/>)

Comisión Federal de Electricidad (CFE): Esquema tarifario vigente (<https://app.cfe.mx/Applicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Negocio.aspx>)

Instituto de Investigaciones Eléctricas: Sistema de Información Geográfica para las Energías Renovables (<http://sag01.iie.org.mx/evaluarer/SIGER.html>)



Anexo: Proyectos piloto Generación *in situ*

Los proyectos piloto han demostrado que la generación FV *in situ* representa una opción muy atractiva para el sector retail y se está consolidando como uno de los esquemas más importantes para la integración de energía renovable en México en los próximos años.

Esto debido principalmente a:

- i.** Las tendencias en la descentralización de la energía;
- ii.** La versatilidad de la tecnología FV para este tipo de instalaciones
- iii.** La disminución de sus costos de inversión (CAPEX), y iv) la ubicación geográfica privilegiada de México.
- iv.** La ubicación geográfica privilegiada de México.

Agradecemos la participación de las cadenas comerciales: Chedraui, 7-eleven, Coppel, Super Gutierrez y Autozone por haber participado en el acompañamiento técnico para la compra de energía solar. Durante el 2019 se realizaron actividades orientadas a apoyar a estos asociados en la planeación de un proyecto piloto para comprar energía solar fotovoltaica mediante un proceso de licitación con el objetivo de crear experiencias y referencias en el sector.

A continuación compartimos algunos datos sobre las oportunidades que se encontraron en los diferentes casos.

Tienda: Autoservicios

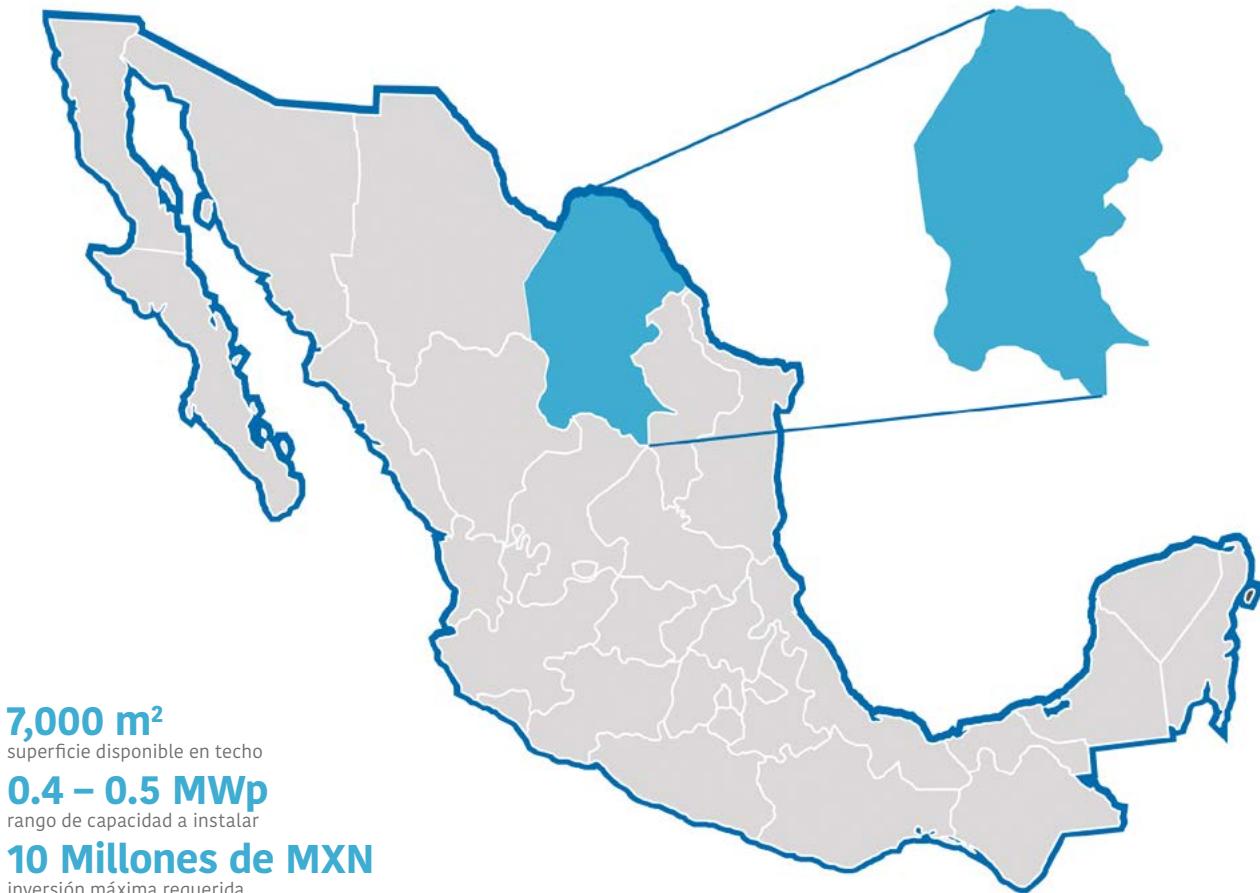
Tipología Usuario: Usuario Básico

Tarifa CFE SSB: GDMTH

Año estimado de instalación: 2020	
Consumo CdC	2,600 MWh/año
% de reducción de consumo	25 – 40 %
Estatus proyecto	En negociación de contratos para selección proveedor final
Ahorros potenciales estimados	> 5 millones de MXN/año
Retorno de inversión estimado	< 5 años
TIR del proyecto estimada	> 16 %



Estado de Coahuila



Tienda: Departamentales

Tipología Usuario: Usuario Básico

Tarifa CFE SSB: GDMTH

Año estimado de instalación: 2020	
Consumo CdC	930 MWh/año
% de reducción de consumo	54 %
Estatus proyecto	En curso de formalización contrato con proveedor final
Ahorros potenciales estimados	> 1.1 millones de MXN/año
Retorno de inversión estimado	< 5 años
TIR del proyecto estimada	> 20 %



Estado de Sonora



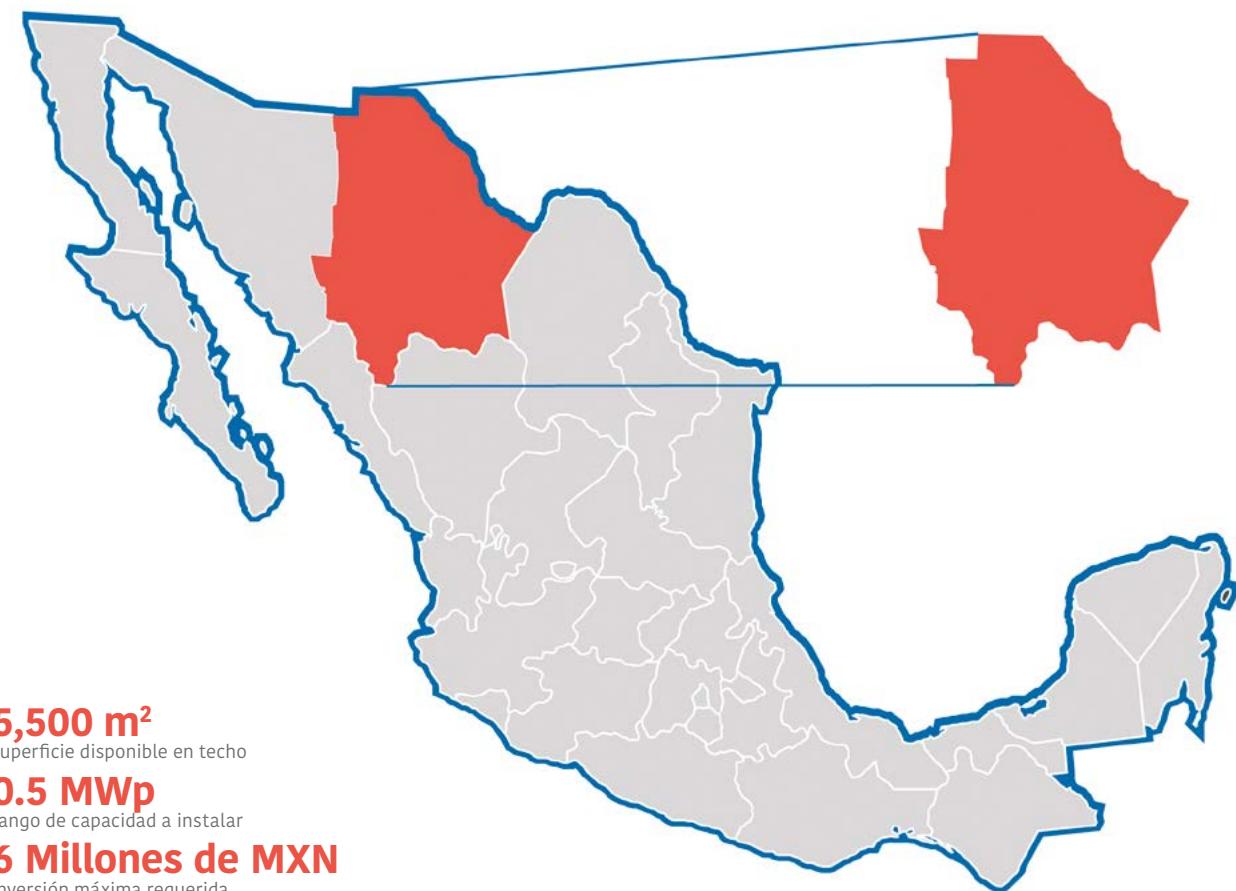
Tienda: Especializadas

Tipología Usuario: Usuario Básico

Tarifa CFE SSB: GDMTH

Año estimado de instalación: 2020		Layout preliminar proyecto
Consumo CdC	2,400 MWh/año	
% de reducción de consumo	35 %	
Estatus proyecto	En negociación de contratos para selección proveedor final	
Ahorros potenciales estimados	> 1.5 millones de MXN/año	
Retorno de inversión estimado	< 5 años	
TIR del proyecto estimada	> 15 %	

Estado de Chihuahua



Tienda: Especializadas

Tipología Usuario: Usuario Básico

Tarifa CFE SSB: GDBT

Año estimado de instalación: 2020	
Consumo CdC	39 MWh/año
% de reducción de consumo	99 %
Estatus proyecto	En curso la ronda 2 de la licitación para mejora de propuestas
Ahorros potenciales estimados	> 90 millones de MXN/año
Retorno de inversión estimado	< 6 años
TIR del proyecto estimada	> 14 %



Estado de Baja California



Tienda: Autoservicios

Tipología Usuario: Usuario Básico

Tarifa CFE SSB: GDMTH

Año estimado de instalación: 2020	
Consumo CdC	10,600 MWh/año
% de reducción de consumo	30 - 43 %
Estatus proyecto	En negociación de contratos para selección proveedor final
Ahorros potenciales estimados	> 5 millones de MXN/año
Retorno de inversión estimado	< 4 años
TIR del proyecto estimada	> 20 %



Estado de Baja California Sur

