



# **“Inversión Extranjera Directa en el Sector Eléctrico Mexicano”**

**Idónea Comunicación de Resultados**

**Lic. Carlos Adrian Rizo Santiago**

**Octubre 2020**

**En colaboración con la Universidad Autónoma Metropolitana y la Universidad Politécnica de Texcoco**

## Resumen

Actualmente, el sector eléctrico en México parece ser uno de los sectores más dinámicos, durante varias décadas en el desarrollo económico del país. Considerando que la demanda de la energía por parte de la población, en actividades como la agricultura, industrias extractivas y manufactureras, y en los servicios es creciente, un desafío para este sector es modernizar sus procesos de producción, logrando competitividad productiva y comercial.

Así, en los últimos años este sector fue sometido a una reforma, que, dada su relación con la economía nacional, se ha consolidado como uno de los sectores más destacados dentro y fuera de México. Lo que se busca es mejorar su eficiencia productiva y comercial mediante la competencia libre y efectiva, que permitirá, por un lado, incrementar la inversión extranjera directa (IED), mejorar su competitividad con beneficios para los consumidores en términos de precios y accesibilidad.

Este proyecto de investigación de idónea comunicación de resultados (ICR), tiene el propósito de analizar los factores que explican la tendencia creciente de IED del sector eléctrico en México, analizando el período de 2000 al 2016.

Las preguntas ejes de esta investigación son: ¿Cuál es la capacidad productiva, de abastecimiento del mercado nacional del sector eléctrico mexicano?, ¿Cómo justifica el gobierno la Reforma Energética en el sector eléctrico?, y por último ¿Qué factores se ven afectados por la creciente IED después de la Reforma Energética? El estudio emplea estadística comparativa y el modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

## **Abstract**

Currently, the electricity sector in Mexico seems to be one of the most dynamic sectors, during several decades in the economic development of the country. Considering that the demand of energy by the population, in activities such as agriculture, extractive and manufacturing industries, and in services is growing, a challenge for this sector is to modernize its production processes, achieving productive and commercial competitiveness.

Thus, in recent years this sector has undergone a reform, which, given its relationship with the national economy, has established itself as one of the most prominent sectors inside and outside of Mexico. What is sought is to improve their productive and commercial efficiency through free and effective competition, which will, on the one hand, increase foreign direct investment (FDI), improve their competitiveness with benefits for consumers in terms of prices and accessibility.

This research project of suitable communication of results (ICR), has the purpose of analyzing the factors that explain the growing trend of FDI in the electricity sector in Mexico, analyzing the period from 2000 to 2016.

The main questions of this research are: What is the productive capacity, supply of the national market of the Mexican electricity sector?, How does the government justify the Energy Reform in the electricity sector ?, and finally What factors are affected by the growing FDI after the Energy Reform? The study uses comparative statistics and the ordinary least squares model (OLS).

# Índice

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Capítulo 1. Antecedentes científicos (Marco Teórico y Conceptual)</b> .....	4
<i>¿Qué es la inversión?</i> .....	4
<i>¿Qué es la inversión extranjera directa?</i> .....	6
<i>La IED en el contexto de la política industrial</i> .....	7
<b>Capítulo 2. Características del Mercado Eléctrico Nacional</b> .....	12
<i>Evolución de la energía eléctrica en México</i> .....	14
<i>Usuarios de energía eléctrica</i> .....	18
<i>Tarifas de energía eléctrica</i> .....	19
<i>Precio medio de energía eléctrica</i> .....	20
<i>Consumo nacional de energía eléctrica</i> .....	22
<i>Ventas por sector</i> .....	24
<i>Infraestructura del Sistema Eléctrico Nacional</i> .....	26
<i>Demanda del Sistema Interconectado Nacional</i> .....	27
<i>Generación de energía eléctrica</i> .....	27
<i>Servicio Público</i> .....	30
<i>Ley de la Industria Eléctrica</i> .....	31
<i>Reforma Energética</i> .....	32
<i>Comercio Exterior</i> .....	33
<i>Interconexiones para comercio exterior</i> .....	33
<i>Balance Nacional de Energía Eléctrica</i> .....	35
<i>Características de la IED del Sector Eléctrico</i> .....	35
<b>Capítulo 3. Metodología</b> .....	39
<b>Capítulo 4: Un análisis a una nueva fuente de energía</b> .....	44
<i>Tipos de energías limpias</i> .....	46
Energía eólica .....	46
Energía hidroeléctrica.....	48
Energía fotovoltaica.....	50
Energía geotérmica.....	51
Energía de la biomasa.....	53
Biogás.....	54

Energía mareomotriz .....	55
<i>Generación de energía en México</i> .....	56
<i>Capacidad y Generación de otras Energías Limpias</i> .....	60
<i>Perspectiva mundial</i> .....	62
<i>Panorama de políticas</i> .....	63
Políticas en energía renovable para electricidad.....	63
Políticas en energía renovable para calentamiento y enfriamiento.....	64
Políticas en energía renovable para transporte .....	66
Políticas en energía renovable en ciudades y gobiernos locales.....	67
<i>Tendencias de industria y de mercado</i> .....	69
Energía de biomasa.....	69
Energía geotérmica.....	72
Energía Hidroeléctrica.....	73
Energía solar FV.....	75
Energía solar térmica de concentración (CSP) .....	79
Calentamiento y enfriamiento solar Térmicos.....	81
Energía eólica .....	83
Energía oceánica.....	86
<i>Flujos de inversión</i> .....	86
<b>Conclusión</b> .....	89
<b>Bibliografía</b> .....	95
<b>Bibliografía de Datos</b> .....	96

# Índice de ilustraciones

<b>Ilustración 1:</b> Inversión Fija Bruta (1994-2017). Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México. Elaboración propia.....	5
<b>Ilustración 2:</b> In Inversión extranjera directa (1999-2017). Fuente: INEGI con datos de la Secretaría de Economía, Dirección General de Inversión Extranjera. Elaboración propia.....	7
<b>Ilustración 3:</b> ¿Cómo se produce la electricidad? Fuente: Guía comunitaria para la SALUD AMBIENTAL (Conant & Fadem, 2008).....	12
<b>Ilustración 4:</b> Línea de tiempo: Historia de la energía eléctrica en México. Fuente: (El ombligo de la luna, 2014). Elaboración propia .....	17
<b>Ilustración 5:</b> Usuarios de Energía Eléctrica 1999-2016. Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad. Elaboración propia.....	19
<b>Ilustración 6:</b> Precios Medios de Energía Eléctrica 1999-2016. Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad. Elaboración propia. ....	22
<b>Ilustración 7:</b> PIB y Consumo de Energía Eléctrica, 2005-2015. Fuente: Prospectiva del Sector Eléctrico 2016-2030. ....	23
<b>Ilustración 8:</b> Ventas y Consumo de Energía Eléctrica. Fuente: Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031. ....	24
<b>Ilustración 9:</b> Ventas Internas de Energía Eléctrica 1999-2016. Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad. Elaboración propia. ....	25
<b>Ilustración 10:</b> Generación Bruta 1999-2016. Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro. Elaboración propia.....	30
<b>Ilustración 11:</b> Participación de energías limpias generación (2016). Fuente: (Villanueva, 2017) .....	44
<b>Ilustración 12:</b> Participación de energías limpias capacidad (2016). Fuente: (Villanueva, 2017).....	45
<b>Ilustración 13:</b> Evolución de la energía eólica 2004-2016. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017) .....	47
<b>Ilustración 14:</b> Evolución de la energía hidroeléctrica 2004-2016. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017).....	50
<b>Ilustración 15:</b> Evolución de la energía fotovoltaica 2004-2016. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017).....	51
<b>Ilustración 16:</b> Evolución de la energía geotérmica. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017) .....	53
<b>Ilustración 17:</b> Evolución de la energía de biogás 2004-2016. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017) .....	55
<b>Ilustración 18:</b> Generación Total. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017).....	57
<b>Ilustración 19:</b> Capacidad Instalada para Generación de Energía Eléctrica 2016. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017).....	58
<b>Ilustración 20:</b> Generación de Energía Eléctrica 2016. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017).....	58
<b>Ilustración 21:</b> Capacidad instalada de Energías Renovables 2016. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017) .....	59
<b>Ilustración 22:</b> Generación con Energías Renovales 2016. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017).....	59
<b>Ilustración 23:</b> Generación de otras Energías Limpias. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017).....	60
<b>Ilustración 24:</b> Crecimiento de las energías limpias 2015-2016. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017) .....	61
<b>Ilustración 25:</b> Crecimiento de la capacidad instalada en Energías Limpias 2015-2016. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017) .....	61
<b>Ilustración 26:</b> Países con políticas de energía renovable, por tipo, 2016. Fuente: (Ren21, 2017) .....	64
<b>Ilustración 27:</b> Países con políticas de calentamiento y enfriamiento de energía renovable, 2016. Fuente: (Ren21, 2017).....	65
<b>Ilustración 28:</b> Países con obligaciones de biocombustible para el transporte, 2016. Fuente: (Ren21, 2017).....	66
<b>Ilustración 29:</b> Porcentaje de biomasa en el consumo total final de energía y en el consumo final de energía, por uso final, 2015. Fuente: (Ren21, 2017) .....	70
<b>Ilustración 30:</b> Generación mundial con bioenergía, por región, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017).....	71

<b>Ilustración 31:</b> Tendencias mundiales en la producción de etanol, biodiésel y aceite vegetal de palma hidrotratado (HVO), 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017) .....	71
<b>Ilustración 32:</b> Adiciones a la capacidad de energía geotérmica, participación por país, 2016. Fuente: (Ren21, 2017).....	72
<b>Ilustración 33:</b> Capacidad de energía geotérmica y adiciones, 10 países líderes, 2016. Fuente: (Ren21, 2017)...	73
<b>Ilustración 34:</b> Capacidad mundial de energía hidroeléctrica porcentajes de los 6 países líderes y el resto del mundo. Fuente: (Ren21, 2017).....	74
<b>Ilustración 35:</b> Capacidad de energía hidroeléctrica y adiciones, 9 países líderes en capacidad añadida, 2016. Fuente: (Ren21, 2017).....	75
<b>Ilustración 36:</b> Capacidad mundial de energía solar FV y adiciones anuales, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017)	76
<b>Ilustración 37:</b> Capacidad mundial de energía solar FV, por país y región, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017)..	77
<b>Ilustración 38:</b> Capacidad de energía solar FV y adiciones, 10 países líderes, 2016. Fuente: (Ren21, 2017).....	77
<b>Ilustración 39:</b> Adiciones a la capacidad mundial de energía solar FV, porcentaje de los 10 países líderes y el resto del mundo, 2016. Fuente: (Ren21, 2017). .....	78
<b>Ilustración 40:</b> Adiciones mundiales de energía solar FV, porcentaje de instalaciones conectadas a la red y fuera a la red, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017).....	78
<b>Ilustración 41:</b> Capacidad mundial de energía solar térmica de concentración, por país y región, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017).....	80
<b>Ilustración 42:</b> Capacidad mundial de almacenamiento de energía solar térmica de concentración CSP y adiciones anuales, 2007- 2016. Fuente: (Ren21, 2017).....	80
<b>Ilustración 43:</b> Capacidad mundial de colectores de calentamiento solar de agua, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017).....	82
<b>Ilustración 44:</b> Adiciones de colectores solares para calentamiento de agua, 20 países líderes por capacidad añadida, 2016. Fuente: (Ren21, 2017).....	82
<b>Ilustración 45:</b> Capacidad mundial de energía eólica y adiciones anuales, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017)...	84
<b>Ilustración 46:</b> Capacidad de energía eólica y adiciones, 10 países líderes, 2016. Fuente: (Ren21, 2017) .....	84
<b>Ilustración 47:</b> Capacidad mundial de energía eólica marina, por región, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017).....	85
<b>Ilustración 48:</b> Porcentaje de demanda de electricidad generada por la energía eólica, países seleccionados con más de 10% y UE28, 2016. Fuente: (Ren21, 2017). .....	85
<b>Ilustración 49:</b> Nueva inversión mundial en energías renovables por tecnología, en países desarrollados y en desarrollo, 2016. Fuente: (Ren21, 2017). .....	88
<b>Ilustración 50:</b> Inversión mundial en capacidad de energía, por tipo (energía renovable, fósil, combustible y nuclear), 2012-2016. Fuente: (Ren21, 2017).....	88
<b>Ilustración 51:</b> Población total 1950-2015. Fuente: (INEGI, 2015).....	90
<b>Ilustración 52:</b> Grafico, y Tabla de inflación histórica de México por año. Fuente: (inflation.com, 2019).....	91

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Evolución de la energía eléctrica en México. Fuente: (El ombligo de la luna, 2014). Elaboración propia. ....	16
<b>Tabla 2:</b> Usuarios de Energía Eléctrica 2016 (Miles de usuarios). Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad. Elaboración propia. ....	18
<b>Tabla 3:</b> Precios Medios de Energía Eléctrica 2016 (centavos por kWh a precios corrientes). Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad. Elaboración propia. ....	21
<b>Tabla 4:</b> Ventas Internas de Energía Eléctrica 2016 (Gigawatts-hora). Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad. Elaboración propia. ....	25
<b>Tabla 5:</b> Generación Bruta 2016 (Gigawatts-hora). Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro. Elaboración propia. ....	29
<b>Tabla 6:</b> Ley de la Industria Eléctrica. Fuente: (SENER, 2017).....	31
<b>Tabla 7:</b> México: Inversión Extranjera Directa en electricidad, 1999-2008 (Millones de dólares y porcentajes). Fuente: (Romo & Ibarra, 2009) .....	38
<b>Tabla 8:</b> Modelo 1. Regresión econométrica de Usuarios de Energía Eléctrica. Elaboración propia. ....	40
<b>Tabla 9:</b> Modelo 2. Regresión econométrica de Precios Medios de Energía Eléctrica. Elaboración propia. ....	41
<b>Tabla 10:</b> Modelo 3. Regresión econométrica de Ventas Internas de Energía Eléctrica. Elaboración propia. ....	42
<b>Tabla 11:</b> Energías Limpias. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017) .....	56
<b>Tabla 12:</b> Indicadores de energía removable 2015. Fuente: (REN21, 2017).....	69

## Índice de ecuaciones

<b>Ecuación 1:</b> Tasa de crecimiento .....	21
<b>Ecuación 2:</b> Modelo econométrico aplicado en Turquía. Fuente: (Acaravci, Erdogan, & Akalin, 2015).....	39
<b>Ecuación 3:</b> Modelo 1. Usuarios de Energía Eléctrica. Elaboración propia. ....	39
<b>Ecuación 4:</b> Modelo 2. Precios Medios de Energía Eléctrica. Elaboración propia. ....	40
<b>Ecuación 5:</b> Modelo 3. Ventas Internas de Energía Eléctrica. Elaboración propia. ....	42

# Introducción

Actualmente, el sector eléctrico en México parece ser uno de los sectores más dinámicos durante varias décadas del desarrollo económico del país. Considerando que la demanda de la energía existente por parte de la población, tanto en las actividades como la agricultura, las industrias extractivas y manufactureras, y por último en los servicios, que ha sido de manera creciente, ocasionando un desafío para este sector, donde la mejor opción es modernizar sus procesos de producción, logrando competitividad productiva y comercial.

Así, en los últimos años, este sector fue sometido a una reforma, que, dada su relación con la economía nacional, se ha consolidado como uno de los sectores más destacados dentro y fuera de México. Lo que se ha buscado es mejorar su eficiencia productiva y comercial mediante la competencia libre y efectiva, que permitirá, por un lado, incrementar la inversión extranjera directa (IED), mejorar su competitividad con beneficios para los consumidores en términos de precios y accesibilidad.

Con un nuevo diseño del mercado eléctrico y con la implementación de la nueva Reforma Energética es una oportunidad histórica con la que México podrá aprovechar sus recursos energéticos de forma racional, sustentable y con apego a los principios de soberanía nacional, eficiencia económica y beneficio social (Gobierno de la Republica).

La Reforma Energética tiene como finalidad modernizar y atraer inversiones al sector energético, con la finalidad de impulsar el apoyo a la economía familiar mediante la disminución del precio de la luz, el desarrollo social, el cuidado al medio ambiente, la protección de los trabajadores y el bienestar de la población al fomentar la generación de energía a partir de fuentes renovables y tecnologías limpias (Gobierno de la Republica).

Con la Reforma Energética en el país, se transitará hacia un modelo energético más dinámico, basado en los principios de competencia, apertura, transparencia, sustentabilidad y responsabilidad fiscal de largo plazo (Gobierno de la Republica).

Este proyecto de investigación de idónea comunicación de resultados (ICR), tiene el propósito de analizar los factores que explican la tendencia creciente de IED del sector eléctrico en México, analizando el período de 2000 al 2016.

Las preguntas ejes de esta investigación son: ¿Cuál es la capacidad productiva, de abastecimiento del mercado nacional del sector eléctrico mexicano?, ¿Cómo justifica el gobierno la Reforma Energética en el sector eléctrico?, y por último ¿Qué factores se ven afectados por la creciente IED después de la Reforma Energética?

El objetivo general de la investigación es el de analizar los factores que explican la tendencia creciente de IED del sector eléctrico en México durante el período 2000-2016, esto mediante la caracterización de la capacidad productiva, del abastecimiento y de la competitividad del sector eléctrico mexicano, estudiando el contexto en el que ocurre la Reforma Energética, en el sector eléctrico y por último, explicando los factores que afectan la creciente IED después de la Reforma Energética.

Se observa que la capacidad productiva del sector eléctrico muestra un rezago tecnológico, que se expresa en un desempeño productivo y comercial decrecientes, con problemas de abastecimiento regional, al igual que la Reforma Energética trata de explicar que el sector eléctrico nacional no presenta una política industrial propia, por ende, se entiende la intervención extranjera en este sector y por último, la IED en el sector eléctrico ha ido aumentando con mayor rapidez después de la promulgación de la Reforma Energética.

Esta investigación de ICR contara con un total de 4 capítulos, cada uno sistematizado y siguiendo una tendencia de la teoría económica actual. En el capítulo 1 se comenzará con la definición de inversión, al igual que la definición de IED, punto clave de dicha investigación, pero, se analizará bajo dos condiciones; primero, bajo la condición teórica, con apoyo de diversos autores que estudian la teoría económica, tanto a nivel macroeconómico y microeconómico, tales como Paul Krugman, Rudi Dornbusch y Gregory Mankiw; y segundo, en el contexto de la política industrial, analizando criterios de autores como Howard Pack y Kamal Saggi.

En el capítulo 2, tratara del estado actual del mercado eléctrico nacional, comenzando con la evolución de la energía eléctrica en México, y de ahí, explicar cómo está conformado el mercado, analizando cada una de sus variantes tales como la cantidad de usuarios de energía eléctrica, los precios, y el consumo nacional, este último distribuido desde a nivel doméstico, hasta grandes industrias.

También se hablará sobre la Ley de la Industria Eléctrica, la Reforma Energética desde el punto de vista de la energía eléctrica y como todo esto está conectado con el comercio exterior.

En el capítulo 3, se analizará la parte metodológica de esta investigación, esto mediante tres modelos econométricos de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), esto, analizando si efectivamente si la IED ha afectado lo que es la evolución de los usuarios, precios y ventas de energía eléctrica en México, esto con datos obtenidos desde el 2000 hasta el 2016.

En el capítulo 4, se analizará una nueva propuesta, la entrada de las energías limpias a México, donde, actualmente, las grandes industrias han tomado la iniciativa del cuidado del medio ambiente, y con ello la creación de combustibles y fuentes de energías limpias. Analizando cada una de estas energías limpias con ayuda de publicaciones hechas por la Dirección General de Energías Limpias (DGEL), correspondiente a la Secretaría de Energía (SENER), y con apoyo de Renewable Energy Policy Network of the 21st Century (REN21).

Por último, al final de esta investigación se dará a conocer las conclusiones, obtenidas bajo la investigación y observación de los capítulos ya antes mencionados, y sobre todo, analizando los resultados obtenidos en el capítulo 3.

# Capítulo 1. Antecedentes científicos (Marco Teórico y Conceptual)

## *¿Qué es la inversión?*

La inversión de acuerdo con (Dornbusch, Fischer, & Startz, 2009) es la compra de capital nuevo, principalmente en el sector empresarial, la inversión une el presente con el futuro, une los mercados de dinero con los de bienes, además, las fluctuaciones de la inversión impulsan en buena medida el ciclo comercial<sup>1</sup>.

Tal puede definirse, que la inversión no es más que un gasto que ha sido destinado para aumentar capital de una economía, relacionada con el ahorro y el consumo. La inversión es la parte de la producción usada por las empresas privadas para asegurar la producción en el futuro, el gasto e inversión puede ser considerado como la parte del Producto Nacional Bruto (PNB), utilizada para incrementar el stock de capital<sup>2</sup> de una nación (Krugman, Obstfeld, & Melitz, 2012).

En términos más simples, puede decirse que la inversión no es más que una actividad que está destinada a la producción, a la transformación de bienes y servicios, también a la compra de bienes, que serán utilizados en el futuro para la producción de otros bienes y servicios.

En el Producto Interno Bruto (PIB), la inversión significa la compra de bienes (como capital, infraestructura e inventarios) utilizados para producir otros bienes.

De acuerdo con la Teoría de la Inversión de (Nicholson, 2008), para que una empresa desee tener más servicios de capital tiene dos opciones. En primer término, puede contratar las máquinas adicionales que necesita en el mercado de alquiler. En segundo, la empresa puede comprar más maquinaria para satisfacer sus necesidades.

---

<sup>1</sup> Se conoce como ciclo comercial al conjunto de procesos de negocios que identifica los diferentes puntos de interacción del cliente final con la empresa distribuidora.

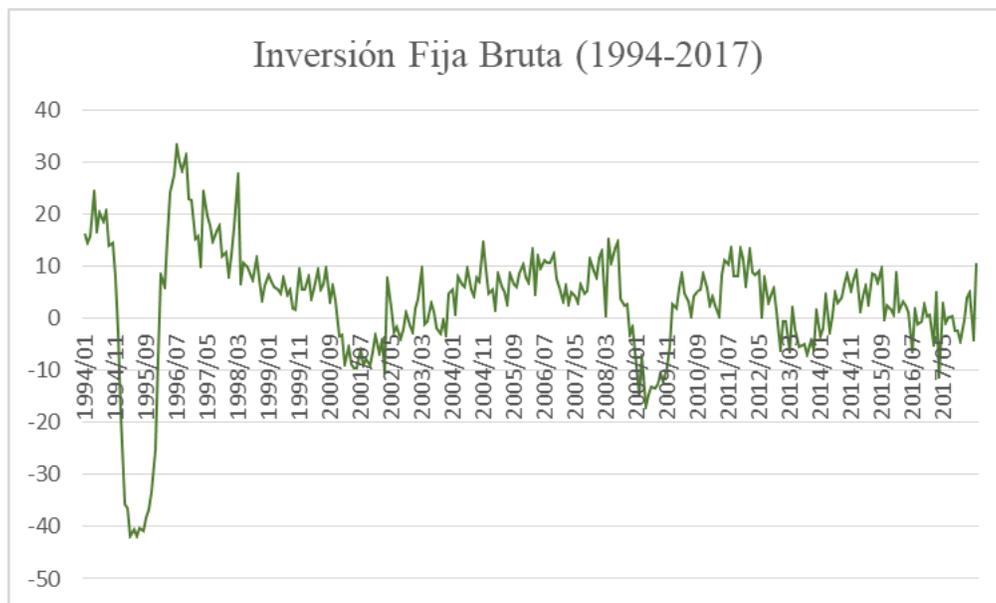
<sup>2</sup> Es un conjunto de bienes durables empleados en la producción. Se trata de bienes no homogéneos en varios aspectos: naturaleza, función, edad, eficiencia productiva, etc.

Esta segunda alternativa es la que se suele elegir con más frecuencia y se dice que la adquisición de algún equipo nuevo por parte de la empresa es una inversión. La demanda de inversión es un elemento importante de la demanda agregada<sup>3</sup>.

A menudo se utiliza el término inversión para describir las compras que realizan los particulares de acciones, bonos o propiedad inmobiliaria. La inversión puede ser privada, esta tiene una gran importancia en el mundo moderno, por constituir un elemento reactivador de la economía.

Varios autores entre ellos (Mankiw, 2006), coinciden en la división de inversión en tres categorías según su destino:

- Inversión fija de las empresas: Constituye la categoría más significativa dentro de las tres, no sólo en términos absolutos, sino por las implicaciones que tiene sobre la actividad y el crecimiento económico.
- Inversión residencial: Se refiere principalmente al gasto en la construcción y mantenimiento de la vivienda.
- Inversión en existencias: Comprende el gasto en existencias de materia prima, bienes en proceso de transformación y bienes terminados.



*Ilustración 1: Inversión Fija Bruta (1994-2017). Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México. Elaboración propia.*

<sup>3</sup> Se conoce como demanda agregada a la suma del gasto en bienes y servicios que los consumidores, las empresas y el Estado que están dispuestos a comprar a un determinado nivel de precios, y en relación a la política monetaria y fiscal junto a otros factores.

## *¿Qué es la inversión extranjera directa?*

La IED de acuerdo con (SE, 2010) es aquella inversión que tiene como propósito crear un interés duradero y con fines económicos o empresariales a largo plazo por parte de un inversionista extranjero en el país receptor, en este caso México.

Es la actividad por la cual una entrada de capitales da como resultado la construcción de empresas de propiedad extranjera, que buscan beneficiarse del hecho de que el país receptor les ofrezca mejores condiciones que las que encuentran en sus países de origen, en los cuales, seguramente, existe ya una saturación que disminuye considerablemente el nivel de sus utilidades (Dussel Peters, 2000).

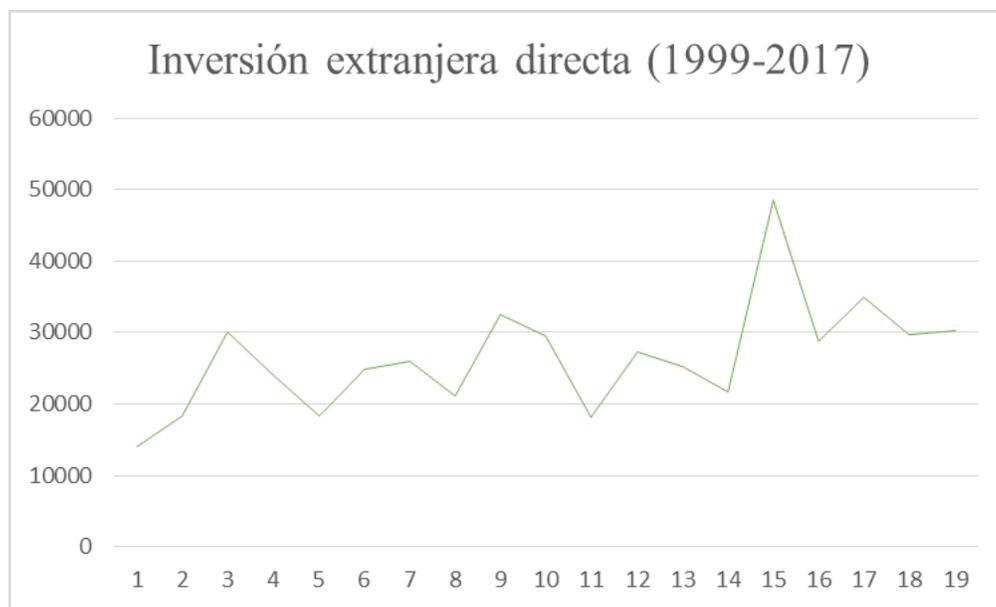
Los determinantes de la IED pueden ser agrupados en macroeconómicos y microeconómicos. Entre los macroeconómicos se encuentran los modelos neoclásicos, que explican el fenómeno de la IED en el mundo mediante movimientos de capital. El argumento básico de este modelo es que, si dos países tenían la misma función de producción, el país rico tendrá una tasa de retorno más baja del capital. En caso de existir flujos comerciales no financieros, el capital fluiría para equilibrar los rendimientos en ausencia del comercio (Krugman, Obstfeld, & Melitz, 2012).

La IED está asociada a la transferencia de tecnología y a la nueva introducción de nuevos conocimientos, habilidades administrativas y de mercadotecnia que en su conjunto constituyen los recursos intangibles de las corporaciones multinacionales.

La IED de acuerdo con (Krugman, Obstfeld, & Melitz, 2012), puede ayudar a elevar los niveles de ingresos y la tasa de crecimiento del país anfitrión, ya que potencialmente abarca los dos siguientes tipos de externalidades:

- I. Externalidades tecnológicas, producidas por las derramas de tecnología y conocimiento avanzado de empresas cuya propiedad es extranjera hacia las empresas domésticas.
- II. Externalidades monetarias, debido al aumento de la demanda de los productos de las empresas locales ocasionados por las empresas extranjeras de bienes intermedios producidos por las domésticas.

La IED ha sido un factor de impulso a la actividad económica internacional. De manera particular, a partir de la aceleración del proceso de mundialización, se ha constituido en el mecanismo usado por las grandes compañías transnacionales para ampliar sus mercados (Romo & Ibarra, 2009).



*Ilustración 2: In Inversión extranjera directa (1999-2017). Fuente: INEGI con datos de la Secretaría de Economía, Dirección General de Inversión Extranjera. Elaboración propia.*

## *La IED en el contexto de la política industrial*

El término de política industrial, para diversos economistas, son acciones que buscan resolver los problemas de mercado. La política industrial en una economía abierta consiste en aprovechar y generar ventajas comparativas. Esto supone reconocer que han desaparecido las fronteras entre el mercado externo y el interno, y que la competencia entre los mercados se basa en desarrollar la productividad y la competitividad.

Entre las deformaciones del mercado destacan las externalidades<sup>4</sup>, como aquello que no puede ser controlado por la parte privada, monopolios u oligopolios, y mercados incompletos. Asimismo, las acciones de la política industrial propician la colaboración entre el sector privado y el gobierno para desarrollar los sectores con mayor impacto en el crecimiento económico (Pack & Saggi, 2006).

Los objetivos de la política industrial se centran en proporcionar información a los agentes económicos; implementar acciones e instrumentos específicos como la promoción del capital humano, financiamiento y en coordinar, focalizar y priorizar las acciones conjuntas entre el sector privado y los distintos órdenes de gobierno.

<sup>4</sup> Son aquellas actividades que afectan a otros sin que estos paguen por ellas o sean compensados.

A nivel general, hay espacios para la intervención del gobierno cuando hay mercados diferentes o cuando los mercados están incompletos. El argumento de la industria naciente es uno de los argumentos más antiguos para la protección comercial y quizás el único argumento que los economistas no descartan.

Para las industrias nacionales recientemente establecidas, los costos de producción pueden ser inicialmente mayores a comparación de los competidores extranjeros. Sin embargo, los productores nacionales pueden reducir los costos y eventualmente pueden alcanzar la producción de sus rivales extranjeros.

De acuerdo a (Pack & Saggi, 2006), mencionan “que una versión más sólida del argumento, la industria nacional podría incluso ser capaz de alcanzar costos de producción por debajo de sus rivales extranjeros si se le da suficiente protección. En esta versión del argumento, la verdadera ventaja comparativa reside en la industria nacional y la protección temporal puede ser de interés mundial, porque los consumidores en el resto del mundo también se benefician de la eventual baja costo de producción de la industria nacional.”

En el anterior argumento sobre la industria, suponen que, con certeza, es que está será rentable, parece más probable que las perspectivas para la mayoría de las nuevas industrias son inciertas y nadie sabe realmente si una industria en particular será rentable en el futuro.

Bajo tales circunstancias, los mercados de capital de las empresas requerirían una compensación por los riesgos involucrados, y las tasas de interés resultantes, pueden hacer que la inversión no sea rentable.

(Pack & Saggi, 2006), “la distinción entre el aprendizaje a través de la empresa y el nivel industrial se vuelve bastante importante porque las empresas son heterogéneas”. Supongamos que algunas empresas son más eficientes en el aprendizaje que otras.

Los subsidios óptimos tendrían que ser no uniformes, y es poco probable que el gobierno posea la información necesaria para implementar un programa de subsidio óptimo. Por lo tanto, podría tener sentido que el gobierno adopte una política uniforme, aunque esta podría no ser la mejor política.

Mientras que, en teoría, se podrían diseñar mecanismos que induzcan a las empresas a revelar sus capacidades de aprendizaje, la relevancia práctica de tales mecanismos está lejos de ser clara. Si bien, este argumento no menciona que la industria está implicada en una externalidad potencial, el entendimiento general, puede conducir a las externalidades que justificarían los subsidios (Pack & Saggi, 2006).

En otras palabras, la inversión en nuevas industrias podría dar lugar a externalidades informativas, el aprendizaje, donde raramente es exógeno, y generalmente requiere un esfuerzo considerable y la inversión de las empresas.

Si se realizan tales inversiones, las empresas deben ser capaces de apropiarse de los beneficios del conocimiento adquirido. El conocimiento es un bien no rival y, una vez creado, cualquier número de agentes puede usarlo simultáneamente.

Si las empresas no pueden evitar la filtración de conocimiento, tienen pocos incentivos para crear tal conocimiento. Si los derechos de propiedad sobre el conocimiento son no ejecutables, esto puede crear un fundamento para la intervención del gobierno.

En los países en desarrollo, el caso de la política industrial no suele ser una cuestión doméstica. Las aportaciones internacionales son fundamentales, por ejemplo, el papel de las exportaciones y la participación de la IED ha recibido considerable atención (Pack & Saggi, 2006).

La intervención política con respecto a la IED tiene una larga historia. La razón tiende hacia los efectos de la IED en la productividad de las empresas locales, a través de la tecnología, en efectos de transferencia y vinculación. La IED tiene una relación íntimamente con el desarrollo industrial, esto corresponde bastante bien al razonamiento de falla de coordinación para la política industrial.

Ahora analizando el caso de México, desde mediados de los ochenta la economía mexicana opera bajo un modelo económico liberal ortodoxo<sup>5</sup>, cuyas políticas económicas se profundizan en los años noventa con los principios del Consenso de Washington<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> Se refiere a una amplia liberalización de la economía, el libre comercio en general, una drástica reducción del gasto público y de la intervención del Estado en la economía en favor del sector privado, que pasaría a desempeñar las competencias tradicionalmente asumidas por el Estado.

<sup>6</sup> El término Consenso de Washington fue acuñado en 1989 por el economista John Williamson. Su objetivo era describir un conjunto de diez fórmulas relativamente específicas, el cual consideró que constituía el paquete de reformas “estándar” para

Este modelo económico está sustentado en dos pilares fundamentales: la estabilización macroeconómica antiinflacionaria del corto plazo y la liberalización indiscriminada del comercio internacional y de los flujos de capital. La principal falla del modelo económico ortodoxo liberal mexicano radica en su incapacidad estructural para generar crecimiento económico, principalmente en el sector industrial y manufacturero, y por ende en su imposibilidad por generar empleo y aumentar la productividad (Calderón & Sánchez, 2012).

En un artículo publicado por (Calderón & Sánchez, 2012) mencionan que “el bajo crecimiento económico que enfrenta la economía mexicana desde hace 24 años es el resultado de una industria manufacturera que no crece adecuadamente. Durante los últimos 29 años, pueden distinguirse dos etapas contrastantes:

- 1) 1982 a 1993 es una etapa de desarrollo económico trunco, en la que todavía se aplicaron políticas industriales activas, que enfatizaron en la necesidad de un cambio estructural hacia una mayor apertura al exterior, la promoción selectiva condicionada de ramas y regiones industriales prioritarias. Desafortunadamente escasearon los recursos para llevarlas a cabo y algunas políticas macroeconómicas operaron en su contra
- 2) 1993 a 2005, cuando la política industrial activa desaparece, y se implementa el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que dio un fuerte impulso a las maquiladoras, al comercio intra-industrial y a la inversión extranjera.”

De acuerdo con la Secretaría de Economía (SE, 2010), “Entre las distorsiones de mercado destacan las externalidades, monopolios u oligopolios, mercados incompletos, información asimétrica y de coordinación de los agentes. Asimismo, las acciones de política industrial propician la colaboración entre el sector privado y el gobierno para desarrollar los sectores con mayor impacto en el crecimiento económico. La política industrial procura un crecimiento regional más balanceado en las regiones explotando sus ventajas comparativas, aprovecha las derramas de conocimiento y las economías de escala para fomentar el desarrollo económico.”

---

los países en desarrollo azotados por la crisis, según las instituciones bajo la órbita de Washington D. C. como el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial y el Departamento del Tesoro de los Estados Unidos. Las fórmulas abarcaban políticas que propugnaban la estabilización macroeconómica, la liberalización económica con respecto tanto al comercio como a la inversión, la reducción del Estado, y la expansión de las fuerzas del mercado dentro de la economía interna.

Los objetivos de la política industrial se centran en proporcionar información a los agentes económicos; implementar acciones e instrumentos específicos como la promoción del capital humano y financiamiento y en coordinar, focalizar y priorizar las acciones conjuntas entre el sector privado y los distintos órdenes de gobierno (Calderón & Sánchez, 2012).

Ahora bien, estos principios económicos liberales se articulan en una serie de programas de fomento a la industria, tanto de carácter horizontal como vertical, que buscan fortalecer sobre todo a la IED.

Existen cuatro grupos diferenciados de políticas de atracción de la IED: el primer tipo de políticas aplicadas combina la protección, incentivos financieros y fiscales para promover la localización de las transnacionales en sectores nuevos y estratégicos; un ejemplo de esto es el apoyo a la industria automotriz y la “naciente” industria aeronáutica. El segundo tipo de políticas consiste en un número de medidas originalmente dirigidas a sectores específicos. Éste es el caso de los apoyos para la localización de las transnacionales de la industria de la electrónica, software y computación.

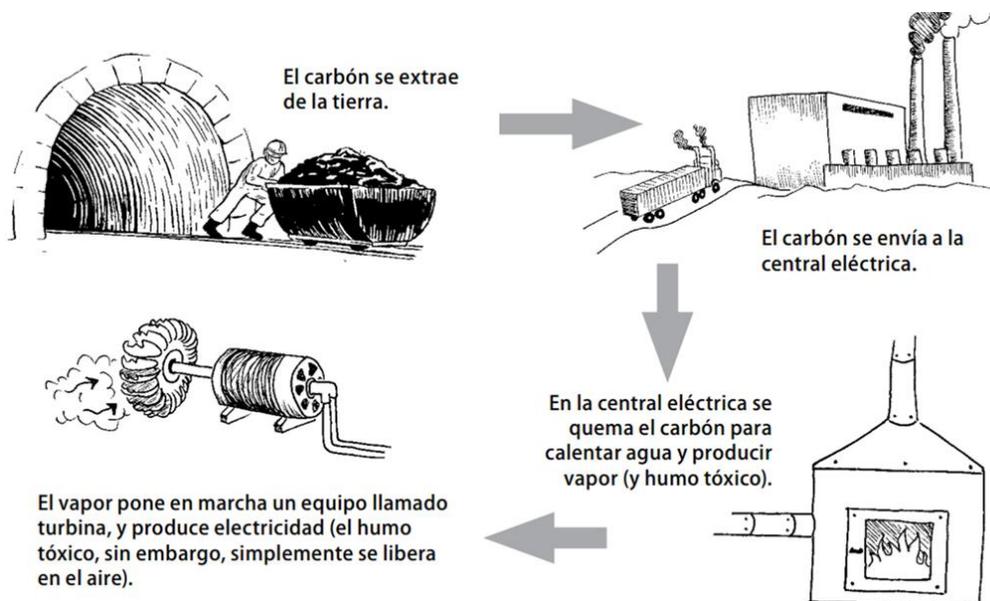
El tercer tipo de políticas orientadas a las actividades altamente concentradas, que muestran grandes economías de escala y redes, tales como la electricidad, telecomunicaciones, petróleo y gas natural. El cuarto tipo de políticas territoriales de medidas de apoyo a los llamados clústeres, particularmente empresas de tamaño pequeño y mediano, o actividades en las cuales opera un elevado número de pequeñas firmas básicamente bajo el liderazgo de grandes compañías transnacionales (Calderón & Sánchez, 2012).

(Pack & Saggi, 2006), comentan que la experiencia de México en la industria del automóvil es ilustrativa de cómo la IED puede contribuir al desarrollo industrial en el país anfitrión. Las inversiones iniciales de EE.UU. en México dieron como resultado la competencia en el automóvil, la industria aumentó en múltiples etapas de la producción y la eficiencia mejoró.

## Capítulo 2. Características del Mercado Eléctrico Nacional

Actualmente se necesita electricidad para cualquier cosa, tales como el funcionamiento de aparatos electrónicos (televisión, radio, computadora, tableta, celular, etc.), para el funcionamiento de maquinaria de producción, y entre otras cosas.

Históricamente, el sector eléctrico ha sido un factor importante de impulso a la economía nacional. Con la Reforma Energética se ha establecido el objetivo de brindar al país un servicio eléctrico de mayor calidad, menor costo y más amigable al medio ambiente.



*Ilustración 3: ¿Cómo se produce la electricidad? Fuente: Guía comunitaria para la SALUD AMBIENTAL (Conant & Fadem, 2008)*

Gracias al creciente desarrollo y disponibilidad de gas natural, se han disminuido los costos de generación de energía eléctrica, sustituyendo combustibles como el combustóleo<sup>7</sup> que es más caro y altamente contaminante.

El sector eléctrico en México se encuentra en un profundo proceso de modernización y gracias a la Reforma Energética avanza con pasos firmes. Como resultado de las subastas eléctricas, hoy existe mayor inversión en nueva capacidad de generación eléctrica limpia y con ello, se prevé el

<sup>7</sup> Producto residual derivado de la destilación atmosférica y de la destilación al vacío del petróleo crudo. Está compuesto por moléculas con más de 20 átomos de carbono, sustancia de color negro, viscosa, olor a petróleo (chapotote) e insoluble en agua.

fortalecimiento de la Red Nacional de Transmisión y Distribución, que permitirá cubrir todas las necesidades que tiene el país de energía eléctrica y lograr un mayor dinamismo en la economía (SENER, 2017).

Con apenas dos años y medio de existencia, el mercado eléctrico mexicano, diseñado tras la Reforma Energética, logro hacer a un lado la planeación burocrática dictada desde un escritorio y dio paso a nuevas inversiones, a la ampliación de redes de transmisión, a mayores plantas de generación con tecnologías limpias y fundamentalmente a un sector más dinámico (Global Energy, 2018).

El sector eléctrico en México se ha transformado en los últimos años, el principal cambio fue de pasar de un modelo monopolístico a un mercado de libre competencia, donde todos sus participantes tienen las mismas oportunidades de participación. Así, ante las crecientes necesidades de la sociedad mexicana, este nuevo modelo se ha adaptado eficientemente a una economía en expansión y con retos mayores al lograr la estabilidad y seguridad energética que requiere el país (SENER, 2017).

El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) es el lugar virtual en donde se compra y vende energía en competencia. Las operaciones del MEM tienen por objetivo abastecer de energía al país a precios competitivos, así como garantizar su operación continua y ofrecer un servicio de calidad con eficiencia en beneficio de todos los usuarios (García, CFE 81 Aniversario, un nuevo capítulo en su historia, 2018).

La puesta en marcha del MEM a partir de enero de 2016, marcó el inicio de uno de los mayores retos de la Reforma Energética, pues tras un par de años de maduración, el sector logró abrir su red para permitir que la iniciativa privada compitiera en la distribución y transmisión de electricidad contra el único jugador hasta entonces dentro de esta industria, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) (García, CFE 81 Aniversario, un nuevo capítulo en su historia, 2018).

Actualmente solo existe un suministrador de servicio de energía eléctrica: CFE; pero la ley prevé la posibilidad de que en el futuro se incorporen nuevos suministradores de servicio.

Uno de los grandes retos para los próximos años y una de las razones por las que la Reforma Energética apuesta a que la inversión fluya, no solamente en generación, sino también en transmisión y distribución, para reducir las pérdidas paulatinamente y hacer que la tarifa de distribución disminuya con el tiempo.

Por otro lado, cuando se habla de MEM se debe tener en mente que éste es un mercado de gran complejidad, la cual se da en primer lugar por la naturaleza propia de los fluidos eléctricos, que no se pueden almacenar todavía de manera comercial o masiva (García, CFE 81 Aniversario, un nuevo capítulo en su historia, 2018).

En todo el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) existen más de 2,500 nodos<sup>8</sup>, y estos nodos determinan precios a partir de cada hora de las 8,800 que tiene un año; así, cada hora es determinada por un precio en cada uno de los nodos, y estos precios son denominados Precios Marginales Locales (PML), los PML son los costos marginales de la energía eléctrica en una hora y lugar determinados (García, CFE 81 Aniversario, un nuevo capítulo en su historia, 2018).

### *Evolución de la energía eléctrica en México*

Para entender el uso e importancia de la energía eléctrica en México, hay que comprender su evolución y desarrollo, de forma detallada, la evolución de la energía eléctrica en México se puede ver resumida en la **Tabla 1** y la **Ilustración 4**.

---

<sup>8</sup> Pequeñas regiones a partir de las cuales se determinan los precios.

<b>Evolución de la energía eléctrica en México</b>	
<b>1325</b>	Iluminación con fuego en la antigua Tenochtitlan. Esta labor la realizaban dos grupos de hombres. Un grupo, que laboraba durante el día, cortaba leña y la agrupaba en lugares estratégicos de Tenochtitlan; el segundo, que trabajaba por las noches, tenía la misión de encender las antorchas y fogatas. De esta manera los pobladores contaban con iluminación durante las noches.
<b>1777</b>	El Gobierno virreinal comenzó a ocuparse del alumbrado como un servicio público. Los españoles llegaron a idear un sistema mediante el cual los habitantes encendían velas en las afueras de sus casas antes de dormir.
<b>1879</b>	Primera planta generadora de energía en León Guanajuato de la fábrica textil “La Americana”. Al poco tiempo la industria minera también utilizó este tipo de energía; pasó tiempo para que fuera aplicada para la iluminación pública y residencial.
<b>1881</b>	Inicio el servicio público de electricidad en la capital de la República Mexicana bajo La Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica.
<b>1885</b>	Las instalaciones que repartían el gas para el alumbrado público contaban con una cañería que alcanzaba los 100 kilómetros. Se pudieron contabilizar 50 focos de luz eléctrica, 2 mil faroles de gas y 500 de aceite para los barrios alejados del centro. Uno de los grandes pasos hacia la iluminación residencial y pública se dio cuando se colocaron las primeras 40 lámparas “de arco” en la Plaza de la Constitución, 100 en la Alameda Central y se inició la instalación de la iluminación de Reforma y otros lugares de la Ciudad de México.
<b>1887</b>	En el periodo de 1887-1911, en México ya existían 199 compañías de luz y fuerza motriz.
<b>1889</b>	Primera planta minera de energía hidroeléctrica en Batopilas Chihuahua, misma que extendió sus redes de distribución hacia mercados urbanos y comerciales donde la población era de mayor capacidad económica. Así fue como inició la iluminación de unas cuantas residencias, sólo las de las personas adineradas.
<b>1897</b>	Generador eléctrico con vapor en la empresa cuprífera de El Boleo en Baja California.
<b>1898</b>	Entrada de inversión extranjera, The Mexican Light and Power Company, de origen canadiense (más tarde Luz y Fuerza del Centro) se instaló en la capital.
<b>1903</b>	Porfirio Díaz otorgo a The Mexican Light and Power la concesión de la explotación de las caídas de las aguas Tenango, Necaxa y Xaltepuxtla, naciendo el primer proyecto hidroeléctrico.
<b>1905</b>	La planta Necaxa del estado de Puebla comienza a alimentar de energía a la Ciudad de México.
<b>1910</b>	México contaba con una de las mejores tecnologías en el campo de la electricidad en América Latina. Esto se debió en gran medida a compañías extranjeras y mexicanas, las cuales hacían del país un laboratorio de pruebas, al poner diversos sistemas, métodos de trabajo y maquinaria novedosa a funcionar.
<b>1933</b>	El mandatario Abelardo (1932-1934), considero la electricidad como actividad y utilidad pública. En 1933, envió al Congreso de la Unión la iniciativa que decretaba la creación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), pero la presión de las empresas transnacionales para mantener el monopolio fue tan fuerte que lograron posponer dicha iniciativa cuatro años más.
<b>1937</b>	El 38% de la población, contaban con electricidad. En esté entonces sólo 3 compañías controlaban la energía eléctrica y distribuían, principalmente, a la población urbana. El 14 de agosto de 1937 nació la Comisión Federal de Electricidad con el objetivo de “organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos, sin propósitos de lucro y con la

	finalidad de obtener con un costo mínimo, el mayor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales”.
<b>1938</b>	La creciente demanda de los habitantes obligó a la CFE a aumentar su capacidad de generación mediante proyectos en 4 estados del país: Guerrero (Teloloapan), Oaxaca (Suchiate y Chía), Michoacán (Pátzcuaro) y Sonora (Ures y Altar). Llevó a los miembros de la CFE a construir canales, caminos y carreteras, el gran proyecto hidroeléctrico de 1938, el cual, posteriormente, se convirtió en el Sistema Hidroeléctrico Ixtapantongo, en el Estado de México, al que después nombraron Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán. Las compañías extranjeras dejaron de invertir y la CFE se vio obligada a generar energía.
<b>1960</b>	El presidente Adolfo López Mateos anuncia la nacionalización de la industria eléctrica, mediante la adquisición de fondos públicos y deuda externa, lo bienes e instalaciones de las empresas transnacionales.
<b>1974</b>	Después de la nacionalización de The Mexican Light and Power, fue reorganizado por el estado mexicano como sociedades anónimas bajo el nombre de Compañía de Luz y Fuerza, seguida por la región o zona que ocupaban, por ejemplo, la de la capital de la República llamada "del Centro" o la de la capital de Hidalgo, denominada "de Pachuca". En 1974 el entonces presidente Luis Echeverría Álvarez autorizó la disolución de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. y todas las empresas hermanas, para su posible fusión con la Comisión Federal de Electricidad. Con lo cual comienza una primera liquidación. Ante este escenario, el Sindicato Mexicano de Electricistas se opuso radicalmente a tal resolución. El enfrentamiento entre el sindicato y el gobierno se postergó, lo cual propició un periodo de estancamiento tanto de las paraestatales como del servicio que brindaban. Debido a esta situación incrementaron las tomas clandestinas conocidas como "diablitos". La distribución y comercialización se convirtió en un reto constante.
<b>1990</b>	Carlos Salinas reformo la ley de Servicio Público de Energía. En este decreto se afirmaba que las empresas concesionarias prestarán el servicio hasta ser totalmente liquidadas.
<b>1994</b>	Se creó por decreto presidencial el organismo descentralizado de Luz y Fuerza del Centro.
<b>2006</b>	Por decreto presidencial de Felipe Calderón, se declaró la extinción y liquidación de Luz y Fuerza del Centro a partir del primer minuto del día 11 de octubre.

*Tabla 1: Evolución de la energía eléctrica en México. Fuente: (El ombligo de la luna, 2014). Elaboración propia.*

## Línea de tiempo: Evolución de la energía eléctrica en México

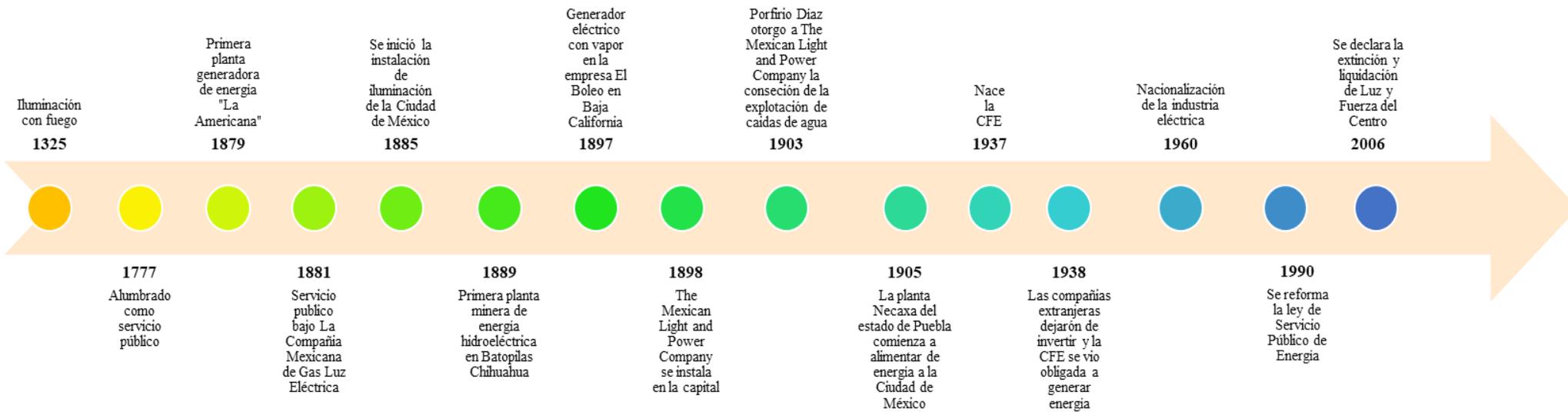


Ilustración 4: Línea de tiempo: Historia de la energía eléctrica en México. Fuente: (El ombligo de la luna, 2014). Elaboración propia

## *Usuarios de energía eléctrica*

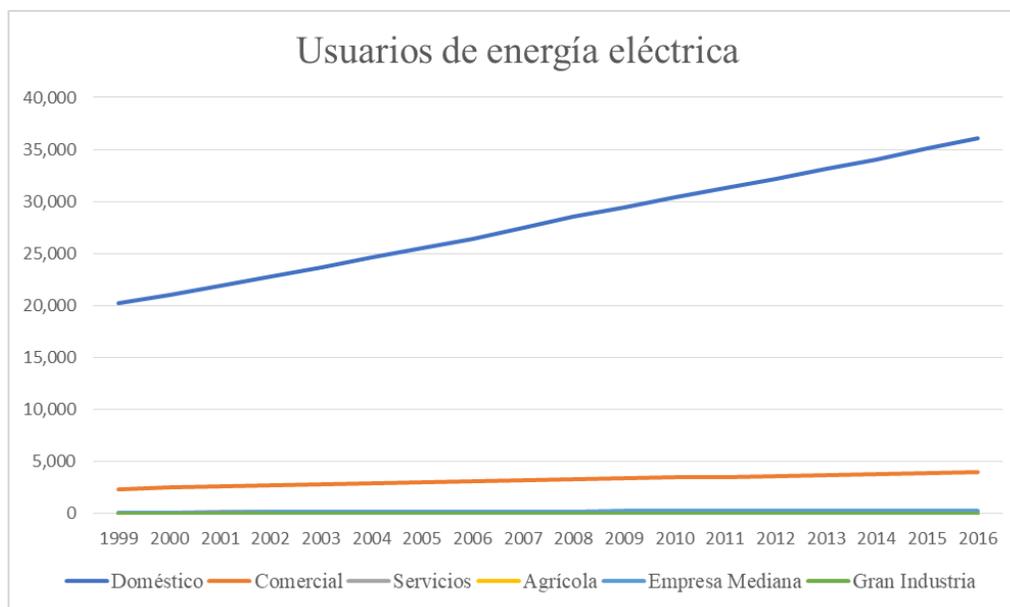
De acuerdo con (SENER, 2017), en 2016, el 98.5% de la población contaba con el servicio de energía eléctrica. La CFE proporcionó este servicio a cerca de 40.8 millones de clientes, los cuales han tenido una tasa de crecimiento medio anual de más de 5.8%, durante los últimos diez años.

Al cierre de 2016, como podemos ver en la **Tabla 2** y en la **Ilustración 5**, podemos observar que el uso de la energía eléctrica en México se divide en seis zonas establecidos por la Presidencia de la República.

Al identificar cada una de estas zonas, nos permite comprender el comportamiento regional de los usuarios de energía eléctrica, pues están relacionados con su desarrollo industrial-comercial o sus necesidades climáticas.

<b>Usuarios de Energía Eléctrica 2016 (Miles de usuarios)</b>							
<b>Mes</b>	<b>Doméstico</b>	<b>Comercial</b>	<b>Servicios</b>	<b>Agrícola</b>	<b>Empresa Mediana</b>	<b>Gran Industria</b>	<b>Total</b>
<b>Enero</b>	35,179	3,888	204	128	311	1.01	39,711
<b>Febrero</b>	35,274	3,901	205	128	313	1.01	39,821
<b>Marzo</b>	35,357	3,911	205	128	314	1.01	39,916
<b>Abril</b>	35,452	3,922	206	129	315	1.01	40,024
<b>Mayo</b>	35,519	3,934	206	129	317	1.01	40,106
<b>Junio</b>	35,599	3,940	206	129	318	1.02	40,194
<b>Julio</b>	35,697	3,952	207	129	320	1.02	40,305
<b>Agosto</b>	35,802	3,963	209	129	321	1.02	40,425
<b>Septiembre</b>	35,875	3,971	209	128	322	1.03	40,506
<b>Octubre</b>	35,949	3,979	209	129	323	1.03	40,590
<b>Noviembre</b>	36,053	3,988	209	129	324	1.03	40,704
<b>Diciembre</b>	36,114	3,988	209	129	325	1.04	40,766

*Tabla 2: Usuarios de Energía Eléctrica 2016 (Miles de usuarios). Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad. Elaboración propia.*



*Ilustración 5: Usuarios de Energía Eléctrica 1999-2016. Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad. Elaboración propia.*

## *Tarifas de energía eléctrica*

La tarifa de electricidad, con base en (SENER, 2017), depende de distintos factores, entre ellos los costos asociados con generación, transmisión y distribución de electricidad. En éstas, también se incluye los costos operativos, de mantenimiento y depreciación de las centrales de generación y, forman parte de la tasa de retorno, o ganancia, que sirve para la obtención de nuevos ingresos que activarán la reinversión en los sistemas de electricidad.

Los precios de los combustibles utilizados para la operación de las centrales de generación influyen de manera directa en las tarifas de energía, por lo que es importante considerar el efecto de la volatilidad en los precios de los combustibles ya que su impacto dentro de los costos de generación y, por ende, en las tarifas es considerable. Asimismo, la inflación y el tipo de cambio son variables que, aunque en menor proporción, también impactan a las tarifas en los distintos sectores (SENER, 2017).

De acuerdo con (SENER, 2017), las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica se agrupaban de acuerdo con el uso que se le daba a la energía, siendo:

- Tarifas de uso específico: domésticas, agrícolas, bombeo de aguas potables y alumbrado público.
- Tarifas de uso general: son las que se aplicaban para la industria en general y, a su vez, se clasifican de acuerdo con la tensión en la que se suministran.
  - Baja Tensión
  - Media Tensión
  - Alta tensión
- Tarifas interrumpibles
- Para los autos abastecedores existían las tarifas de respaldo por falla y mantenimiento, así como los convenios de transmisión.

### *Precio medio de energía eléctrica*

En México, de acuerdo con (SENER, 2017) en los últimos años, los precios de electricidad se han mantenido sin fuertes fluctuaciones, en el caso específico de las zonas doméstica y la agrícola, esto es en gran medida debido al otorgamiento de subsidios.

Sin embargo, con la incorporación de nuevas tecnologías para la generación de electricidad, se espera diversificar la producción de electricidad, contar con centrales más eficientes, sustituir los combustibles con mayor precio relativo y, con ello, disminuir las tarifas de electricidad.

Dentro de las múltiples causas por las que se atribuye un aumento a las tarifas eléctricas se encuentra los altos precios de los combustibles fósiles. En los últimos años se ha dado un aumento en los precios de combustóleo y diésel, combustibles que son empleados en las centrales de generación eléctrica, lo que ha ocasionado variaciones en las tarifas de la energía eléctrica (SENER, 2017).

Observando la **Tabla 3** y la **Ilustración 6**, observamos que, en el período de enero 2016 a diciembre 2016, el precio medio de la energía eléctrica (centavos por kWh) obtuvo una tasa de crecimiento del 22.21%.

<b>Precios Medios de Energía Eléctrica 2016 (Centavos por kWh a precios corrientes)</b>							
<b>Mes</b>	<b>Doméstico</b>	<b>Comercial</b>	<b>Servicios</b>	<b>Agrícola</b>	<b>Empresa Mediana</b>	<b>Gran Industria</b>	<b>Total</b>
<b>Enero</b>	132.18287	267.00105	261.46675	39.200789	130.30577	97.457742	136.73061
<b>Febrero</b>	128.3834	268.32195	253.34754	60.575431	139.46226	98.312103	138.56125
<b>Marzo</b>	123.13471	275.93155	265.61527	59.095892	134.49223	95.146839	134.08835
<b>Abril</b>	124.71311	273.2347	263.74197	57.306012	133.09373	99.216379	133.37707
<b>Mayo</b>	116.4382	283.00525	264.32455	52.281783	127.45946	92.66701	128.36783
<b>Junio</b>	106.8719	270.07814	273.43478	56.077694	131.05536	95.044673	127.51811
<b>Julio</b>	108.3665	275.43579	267.53742	55.555982	136.95263	104.01513	132.46056
<b>Agosto</b>	111.1767	289.0234	270.85956	56.433114	143.67006	110.74417	138.28287
<b>Septiembre</b>	110.30692	295.2956	270.73132	56.410924	152.77041	119.2648	144.44879
<b>Octubre</b>	109.18195	308.3416	272.05959	62.964563	151.61056	116.24414	145.22534
<b>Noviembre</b>	122.17639	309.40153	273.4945	68.952776	164.70882	124.23982	156.8182
<b>Diciembre</b>	131.76975	313.14797	275.77306	82.003761	172.16466	131.86777	167.10655

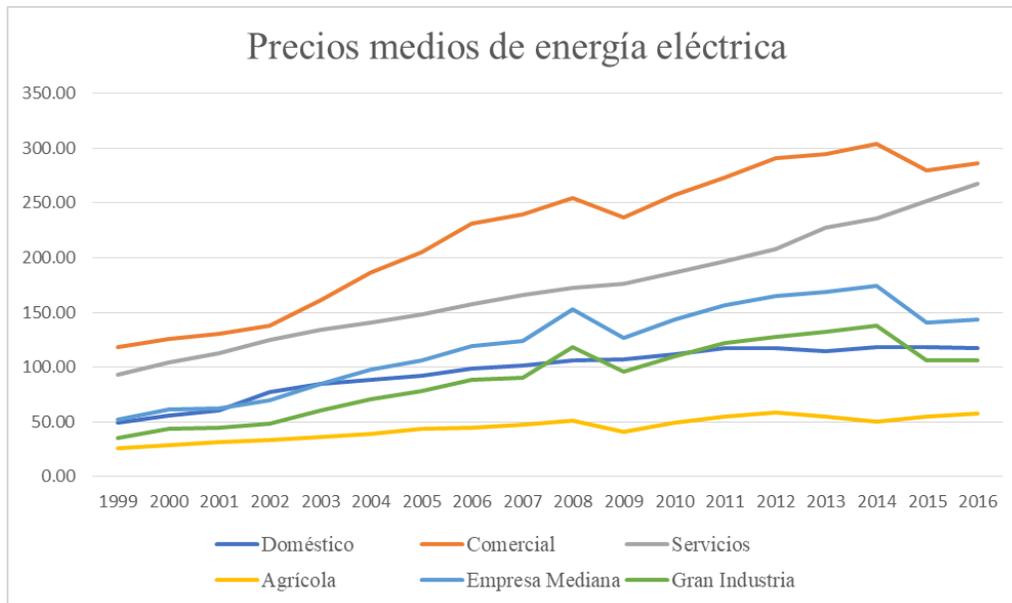
*Tabla 3: Precios Medios de Energía Eléctrica 2016 (centavos por kWh a precios corrientes). Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad. Elaboración propia.*

La zona agrícola, a pesar de que se encuentra subsidiado al igual que el doméstico desde enero 2016 hasta diciembre 2016, presentó un crecimiento del 109.18% y el doméstico tuvo una reducción del 0.31%. Las zonas comercial y servicios son los que tienen una mayor variabilidad en sus precios, durante el año 2016 han aumentado 17.28% y 5.47% respectivamente. Por su parte, la zona gran industria, ha tenido un crecimiento de 35.30% en el mismo período, y en la zona empresa mediana obtuvo un crecimiento de 32.12%.

La fórmula utilizada para calcular las tasas de crecimiento de cada una de las zonas fue:

$$tasa\ de\ crecimiento = \frac{Año\ Final - Año\ Inicial}{Año\ Inicial} * 100$$

*Ecuación 1: Tasa de crecimiento*



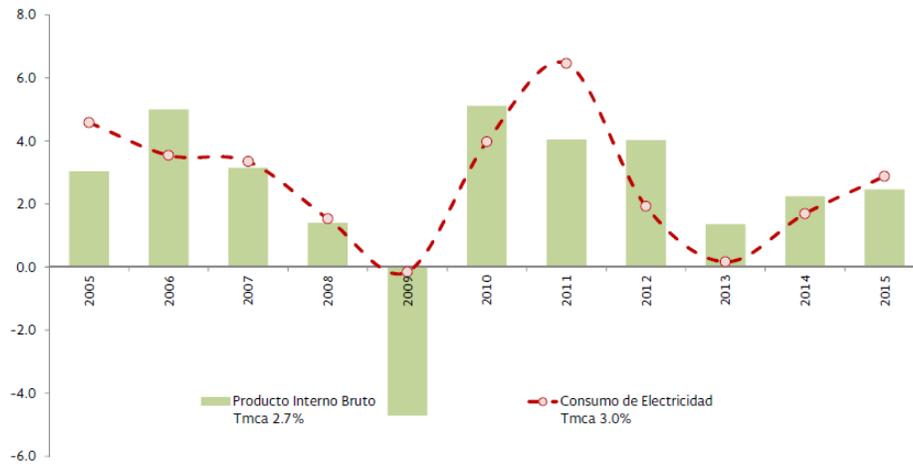
*Ilustración 6: Precios Medios de Energía Eléctrica 1999-2016. Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad. Elaboración propia.*

### *Consumo nacional de energía eléctrica*

Existe una fuerte correlación entre la economía mexicana y el consumo de energía eléctrica. Esto se debe a que el desempeño económico de un país está directamente relacionado con las actividades productivas que se desarrollan, y en todos los casos, las actividades industriales, comerciales, servicios requieren de electricidad para poder llevarse a cabo.

(SENER, 2017), explica que, entre 2005-2015, el PIB creció 2.7% en promedio anual, mientras que el consumo de energía eléctrica lo ha hecho a un ritmo de 3.0%, como se muestra en la **Ilustración 7**.

FIGURA 2. 8. PIB Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, 2005-2015  
(Tasa anual)



Fuente: SENER con información de CENACE e INEGI.

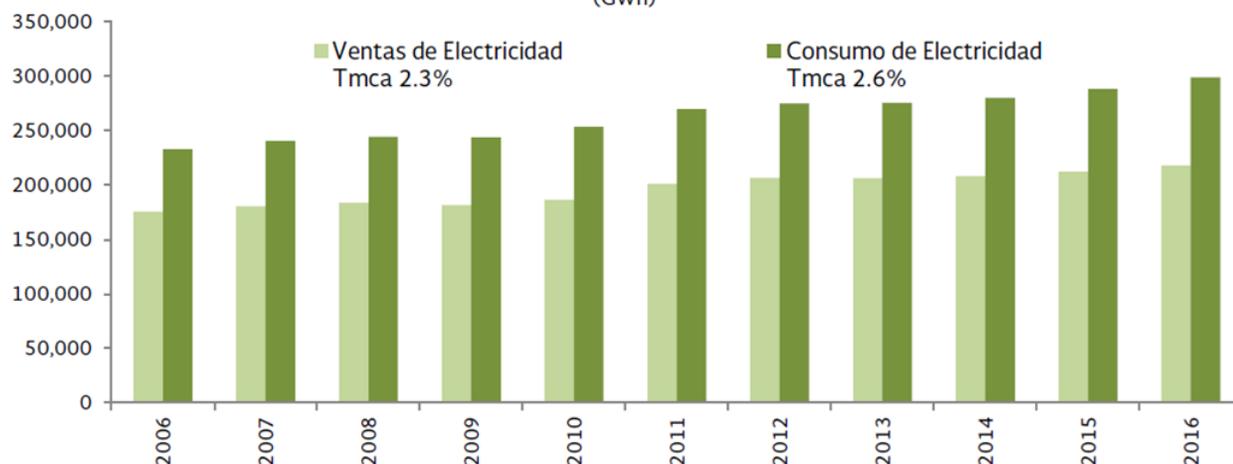
*Ilustración 7: PIB y Consumo de Energía Eléctrica, 2005-2015. Fuente: Prospectiva del Sector Eléctrico 2016-2030.*

En el período comprendido entre enero 2006 y diciembre 2016, el consumo de energía eléctrica creció a una tasa de 2.6% anual, pasando de 232,658.0 GWh a 298,791.7 GWh (Véase la **Ilustración 8**).

La Reforma Energética dará un impulso al crecimiento económico del país, dado que se espera un aumento en la producción de petróleo y gas, además de proveer de insumos energéticos más baratos a las industrias mexicanas, con ello se espera un incremento en la demanda de electricidad.

El consumo nacional de energía eléctrica se compone por la suma de las ventas internas y la energía generada por el auto abastecedor, que son en mayoría, compañías que generan electricidad para su propio consumo (SENER, 2017).

FIGURA 2. 6. VENTAS Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (GWh)



Fuente: Elaborado por SENER con datos del CENACE.

*Ilustración 8: Ventas y Consumo de Energía Eléctrica. Fuente: Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031.*

### *Ventas por sector*

En el nuevo modelo de mercado eléctrico, cada empresa debe gestionar las ventas de la energía que produzca, considerando todas las peculiaridades que tiene cada uno de los usuarios. Desde este punto de vista, (SENER, 2017) explica que en los seis sectores de la economía (agrícola, comercial, gran industria, domestica, empresa mediana y de servicios), han contribuido en conjunto, a un crecimiento de las ventas de energía de 2.3%. (Véase la **Tabla 4** y la **Ilustración 9**).

Retomando la **Ecuación 1**, en año 2016, la zona Agrícola presentó una reducción del 1.35% en ventas de energía eléctrica, y, por otro lado, en la zona domestica tuvo un incremento de 9.23%.

Analizando la zona comercial y servicios, estos tuvieron un incremento del 14.99% y 7.62% respectivamente, y para los casos de la zona empresa mediana presento un incremento de 4.66%; mientras que la zona Gran Industria, presento una reducción de 7.64%.

Ventas Internas de Energía Eléctrica 2016 (Gigawatts-hora)							
Mes	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria	Total
Enero	4052.0242	1134.7496	729.90668	633.70467	6132.60982	3036.10138	15719.0962
Febrero	3941.4533	1112.6974	735.80429	776.26632	6017.48573	3319.65309	15903.3601
Marzo	3644.5683	1126.8982	697.5535	1022.5309	6515.39511	3533.96716	16540.9132
Abril	3943.2341	1180.0855	738.7684	1297.0846	6858.68075	3705.29471	17723.148
Mayo	4471.5365	1294.9668	729.83569	1464.0439	7326.06348	3587.7225	18874.1689
Junio	5144.7035	1377.0455	701.01428	1419.4181	7398.24006	3607.51007	19647.9316
Julio	5819.9875	1398.1282	692.4097	1109.1032	7589.53822	3585.69412	20194.861
Agosto	6158.3829	1363.7041	709.13704	909.42154	7622.40581	3605.02302	20368.0744
Septiembre	6072.3352	1393.9677	704.08495	746.32542	7359.29347	3470.63955	19746.6462
Octubre	5650.6494	1351.1585	718.21509	673.64113	7400.00318	3438.7118	19232.3791
Noviembre	5042.9954	1309.4153	700.88419	651.18941	6865.574	3187.0727	17757.131
Diciembre	4426.2601	1304.944	785.59766	625.09445	6418.83952	2803.84724	16364.5829

Tabla 4: Ventas Internas de Energía Eléctrica 2016 (Gigawatts-hora). Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad. Elaboración propia.

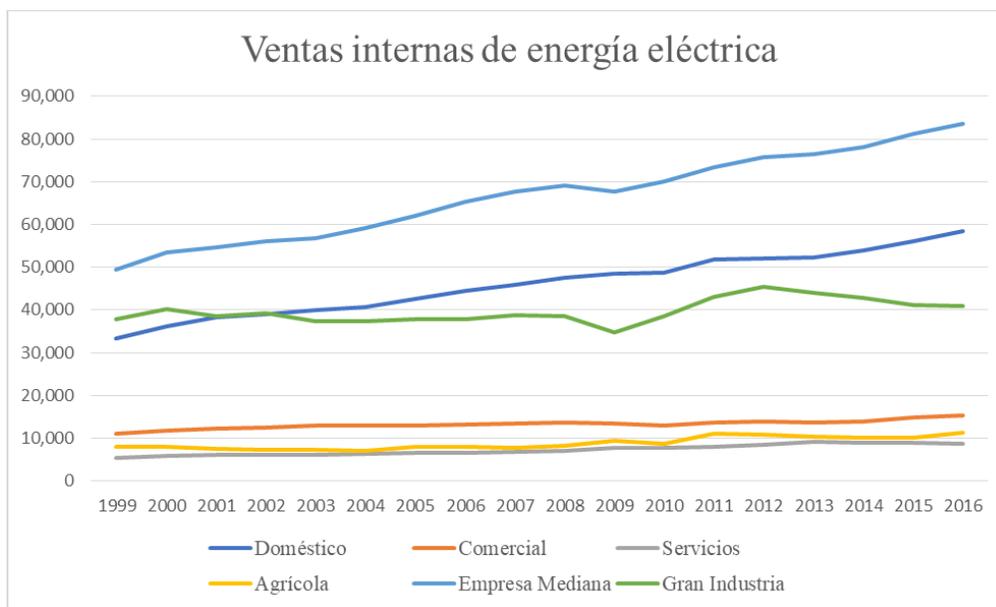


Ilustración 9: Ventas Internas de Energía Eléctrica 1999-2016. Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad. Elaboración propia.

## *Infraestructura del Sistema Eléctrico Nacional*

La infraestructura del SEN de acuerdo con (SENER, 2017), se conforma de las siguientes fases:

- Generación
- Transformación y transmisión en alta tensión
- Distribución en media y baja tensión
- Ventas usuarios finales.

El SEN se organiza en nueve regiones que son el Sistema Interconectado Nacional, Baja California y Baja California Sur. Además, se considera a los pequeños sistemas aislados. La operación de estas nueve regiones está bajo la responsabilidad de ocho centros de control ubicados en las ciudades de México, Puebla, Guadalajara, Hermosillo, Gómez Palacio, Monterrey y Mérida; las dos regiones de Baja California se administran desde Mexicali.

Contar con una infraestructura confiable que garantice el abastecimiento de la energía eléctrica, es uno de los objetivos que se ha tenido en los últimos años en la planeación energética, donde esta energía, además de ser más amigable con el medio ambiente, debe ser lo más económica posible.

La importancia de contar con una mayor diversificación en las fuentes de generación de energía eléctrica significa una mayor inclusión de energías renovables, cuyos costos se han reducido notablemente, y el máximo aprovechamiento de energías convencionales, como es el caso del gas natural que en los últimos años ha presentado una alta disponibilidad y bajos precios, por lo que se ha promovido el desarrollo de infraestructura de transporte del combustible y elevar así, la generación eléctrica con nuevos proyectos o la reconversión de algunas centrales, a partir de este combustible (Secretaría de Energía, 2017).

En esta sección se detalla la evolución que ha tenido la infraestructura del sector eléctrico mexicano, como es la capacidad instalada y la capacidad de transmisión y distribución, elementos claves para que la energía eléctrica esté al alcance de todos los usuarios.

## *Demanda del Sistema Interconectado Nacional*

El estudio del mercado eléctrico parte de la consideración de zonas y regiones para llegar al pronóstico a nivel nacional. Con base en (SENER, 2017), actualmente se encuentran interconectadas siete áreas operativas del territorio nacional, lo que se conoce como Sistema Interconectado Nacional (SIN). Los sistemas aislados, Baja California y Baja California Sur están separados del resto.

Para los pronósticos de la demanda de energía eléctrica se toma en consideración diversos factores como la evolución de las ventas en las diversas zonas del país, la evolución de la energía por pérdidas eléctricas, el comportamiento histórico de los factores de carga y de diversidad, los escenarios de consumo sectorial de electricidad, entre otros.

Otro de los factores en la estimación de la demanda agregada, es la determinación de la capacidad requerida, considerando las variaciones temporales (estacionales, semanales, diarias y horarias) para abastecer la demanda máxima del año, es decir, el valor máximo de las demandas que se presentan en una hora de tiempo en el año para cada área.

## *Generación de energía eléctrica*

Hoy en día, la generación de energía en México se encuentra más diversificada que en años anteriores, hoy existe una mayor participación de otras energías, actual mente la SENER cuenta con tres áreas de producción de energía, la energía de hidrocarburos, la energía eléctrica y la planeación y transición energética, en esta última encontramos lo que son las energías limpias (energías renovables, geotermia, bioenergéticos).

Para la generación de electricidad, de acuerdo con (SENER, 2017), se requiere de centrales que utilizan diversos combustibles como carbón, gas natural, combustóleo y uranio para producir electricidad. También se utilizan combustibles renovables como el agua, sol, viento, geotermia y biomasa. El tipo de combustible empleado, el costo de generación y la eficiencia de la planta generadora determinan como se operarán las distintas plantas de un sistema.

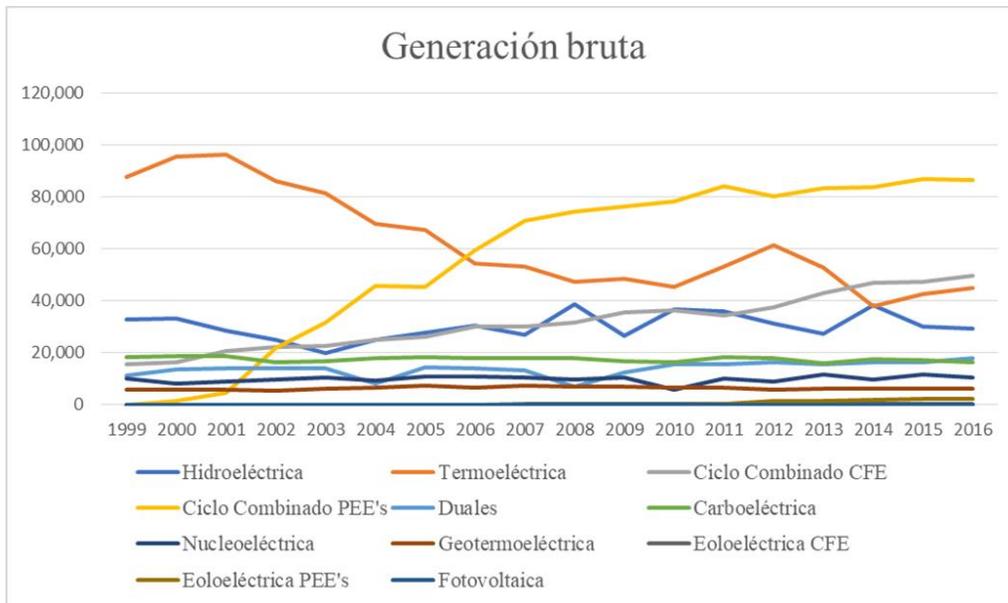
Existen tecnologías que presentan un costo marginal alto, pero pueden ponerse en marcha rápidamente, como es el caso de planta con turbinas de gas que utiliza gas natural, útiles en los períodos de demanda pico. Caso contrario los generadores que emplean carbón o uranio, sus costos marginales son menores, pero no se pueden poner en marcha rápidamente y cubren principalmente, la demanda base continua de electricidad.

Otras tecnologías como las centrales que utilizan energía renovable, no emplean combustibles, pero su construcción es costosa, así como su mantenimiento; un punto a su favor es la reducida o nula emisión de contaminantes al ambiente. Todos estos factores han contribuido que, a lo largo de los años, se haya buscado la diversificación de la matriz energética, que promueva el uso de energías limpias pero que se mantenga el respaldo de la energía con tecnologías con costos bajos y precios de combustibles accesibles (Secretaría de Energía, 2017).

En 2016, la generación total de energía se ubicó en 263,393.038 GWh. Observando la **Tabla 5** y la **Ilustración 10**, tenemos que la generación de energía eléctrica divide en 11 diferentes formas.

<b>Generación Bruta 2016 (Gigawatts-hora)</b>												
<b>Mes</b>	<b>Hidroeléctrica</b>	<b>Termoeléctrica</b>	<b>Ciclo Combinado CFE</b>	<b>Ciclo Combinado PEE's</b>	<b>Duales</b>	<b>Carboeléctrica</b>	<b>Nucleoeléctrica</b>	<b>Geotermoeléctrica</b>	<b>Eoloeléctrica CFE</b>	<b>Eoloeléctrica PEE's</b>	<b>Fotovoltaica</b>	<b>Total</b>
<b>Enero</b>	1301.41	2332.1166	4351.6415	7002.1895	1133.7045	1443.7579	536.1724	534.5574	20.2089	266.4855	0.7545	18922.9988
<b>Febrero</b>	1661.9138	2694.6855	3641.9974	6461.193	1528.7487	1433.4953	450.9123	490.5429	16.3319	271.5392	0.9412	18652.3013
<b>Marzo</b>	2466.6731	3059.6229	4234.6183	6888.8011	1826.3254	1543.7809	256.3388	478.8821	12.1163	138.4618	1.116	20906.7367
<b>Abril</b>	3162.7178	3897.8327	4018.6029	6816.7758	1757.844	1344.8247	574.8864	494.1363	14.8605	158.0353	1.198	22241.7144
<b>Mayo</b>	3533.559	3839.5358	4424.6018	7587.6558	1679.156	1648.8017	934.7995	515.7835	8.9114	89.7307	1.4448	24263.9799
<b>Junio</b>	2880.7008	4548.9714	4378.6158	7645.8518	1613.6673	1620.0529	1104.5587	509.2866	10.1414	97.8407	1.2949	24410.9825
<b>Julio</b>	2976.477	4766.4988	4389.8885	7877.8784	1677.8912	1522.1323	1177.9275	485.3472	19.9779	178.9042	1.2063	25074.1293
<b>Agosto</b>	3381.8179	4489.562	4416.089	7626.7727	1616.2364	1396.8427	1170.4297	507.5286	12.3213	121.8763	1.1377	24740.6143
<b>Septiembre</b>	3049.3927	4328.8885	4268.0022	7368.3408	1284.9453	1153.0936	1055.7807	491.3476	13.4281	126.8603	0.9868	23141.0666
<b>Octubre</b>	2383.047	4178.5335	4194.7998	7408.5253	1191.2411	1156.6026	1136.9152	502.9891	22.4246	268.6531	0.941	22444.6724
<b>Noviembre</b>	1314.5829	3691.0702	3489.5041	6896.9871	1159.2113	1079.5225	1109.2808	495.5311	20.1833	299.9904	0.7492	19556.613
<b>Diciembre</b>	1026.0842	3203.7681	3732.6728	6819.0877	1350.527	1045.7991	1059.1723	526.8689	16.1354	256.5307	0.5828	19037.229

*Tabla 5: Generación Bruta 2016 (Gigawatts-hora). Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro. Elaboración propia.*



*Ilustración 10: Generación Bruta 1999-2016. Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro. Elaboración propia.*

## Servicio Público

De acuerdo con (SENER, 2017), la generación total de energía eléctrica para el servicio público alcanzó 258, 255.8 GWh al cierre de 2014, lo que representó una disminución de 0.1% con relación al 2013. Entre las tecnologías que presentaron una disminución en su generación se tienen las centrales termoeléctricas con una reducción en su generación de 29.0%; turbo gas y combustión interna con 18.6%; nucleoeléctrica con 17.9%; Solar fotovoltaica con 3.0% y geotérmica con 1.1%.

Una de las razones del porqué ocurrió lo anterior es que actualmente se busca orientar al cambio entre las centrales térmicas a centrales de ciclo combinado, buscando aprovechar las ventajas de eficiencia global de generación y la reducción de contaminantes que representa. Por otra parte, las centrales que incrementaron su generación fueron las hidroeléctricas con el 38.9% entre 2013 y 2014; carboeléctricas en 8.7% y dual con 3.7% (SENER, 2017).

## Ley de la Industria Eléctrica

La Ley de la Industria Eléctrica (LIE) surge del fortalecimiento al proceso de Planeación del SEN y fue decretada el 11 de agosto de 2014, como una Ley reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En ella se establece un Régimen de libre competencia para la generación y comercialización de energía eléctrica, además de incluir la participación de particulares en el servicio público de transmisión y distribución, bajo nuevos modelos contractuales considerando que al igual que la planeación y el control del SEN, se mantienen como actividades exclusivas del Estado (SENER, 2017).

El objetivo de la LIE es 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, además 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 energías limpias y la reducción de emisiones contaminantes (SENER, 2017).

Ley de la Industria Eléctrica								
De las Autoridades			De la Planeación y Control del SEN		De las distintas Actividades del SEN			
					De la Generación de Energía Eléctrica	De la Transmisión y Distribución	De la Comercialización	
La SENER está facultada para: -Establecer, conducir y coordinar la política energética del país en materia de energía eléctrica. -La coordinación de la evaluación del desempeño del CENACE y del MEM	La CRE esta facultada para: -Regular y otorgar permisos de generación de electricidad y modelos de contratos de interconexión. - Emisión de las bases del MEM y vigilancia de su operación.	El CENACE será el operador del MEM, revisará y actualizará las disposiciones operativas del mismo. -Llevar a cabo subastas para la celebración de contratos de cobertura eléctrica entre los generadores y los representantes de los centros de carga	La SENER desarrollará programas indicativos para la instalación y retiro de las Centrales Eléctricas, cuyos aspectos relevantes se incorporarán en el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional.	El Estado ejercerá el Control Operativo del SEN a través del CENACE, quien determinará los elementos de la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución y las operaciones de los mismos que correspondan al MEM.	Las Centrales Eléctricas con capacidad $\geq$ a 0.5 MW y las Centrales Eléctricas de cualquier tamaño representadas por un Generador en el Mercado Eléctrico Mayorista requieren permiso otorgado por la CRE para generar energía eléctrica.	El Estado, a través de la SENER, los Transportistas o los Distribuidores podrá formar asociaciones o celebrar contratos con particulares para que lleven a cabo por cuenta de la Nación, entre otros, el financiamiento, instalación, mantenimiento, gestión, operación y ampliación de la infraestructura necesaria para prestar el Servicio Público de T&D.	La comercialización comprende el prestar el Suministro Eléctrico a los Usuarios Finales; Representar a los Generadores Exentos en el Mercado Eléctrico Mayorista; Adquirir los servicios de transmisión y distribución con base en las Tarifas Reguladas y entre otras.	

Tabla 6: Ley de la Industria Eléctrica. Fuente: (SENER, 2017)

## *Reforma Energética*

Nuestro país ha sorprendido al mundo con su reforma histórica, la apertura de un sector intocable durante décadas será determinante para la trayectoria de su economía los próximos años (Energy, 2018). En la administración pasada de México se llevó a cabo la gran Reforma Energética, esperada desde hace muchos años y que a partir de 2014 se hizo realidad.

La Reforma Energética será el legado para las siguientes generaciones (Sandoval & Coldwell, 2018), sin duda tiene que revisarse muchos elementos que la conforma. La reforma consiste, en pocas palabras, en abrir el sector a las inversiones privadas nacionales y extranjeras.

En México la Reforma Energética generó ya un nuevo mercado, con participantes globales en los diversos mercados que se abrieron a la participación privada. Los cambios terminaran con el monopolio de estado en el sector energético, ahora la iniciativa privada puede participar y generar rentabilidad para sí misma y para el país (Energy, 2018).

En el 2018, la Reforma Energética tenía comprometidas inversiones cercanas a los 200 mil millones de dólares en un horizonte de cinco años, y se calcula que la cifra seguirá creciendo con el paso del tiempo. La apertura del sector energético mexicano es la gran revolución económica que el mundo esperaba, se trata de una reforma integral, profunda y con muchos ángulos que fomentaran el crecimiento económico del país (Energy, 2018).

La Reforma Energética es uno de los grandes legados para las siguientes generaciones, al margen de quien la impuso, quien la concreto o quien tiene la obligación de honrarla. Se trata de un cambio trascendental, es el parteaguas entre un esquema de atrasos, de perversión y hasta corrupción, y un sistema más moderno susceptible de revisarse, no cabe duda de que está en el camino correcto (Sandoval & Coldwell, 2018).

“La Reforma Energética tiene un potencial 5 veces mayor de impacto positivo en la economía nacional respecto a otras reformas como por ejemplo la de Telecomunicaciones” (Energy, 2018).

## *Comercio Exterior*

Para impulsar la industria energética, será importante decidir si la transmisión y distribución se mantienen únicamente en manos de CFE, o si se requiere abrirlas a inversionistas privados, pues este sector requiere de una importante modernización y por lo tanto de mucho capital (García & Lagarra, CFE 81 Aniversario, un nuevo capítulo en su historia, 2018).

En 2014, (SENER, 2017) analizo que la balanza comercial de energía eléctrica presentó un incremento de 498.7 GWh en comparación al 2013. El nivel de exportaciones se incrementó al doble, ubicándose en 2,653.0 GWh, asociado a una mayor exportación en estados como Baja California, Chiapas y, en menor medida, Tamaulipas. Por otro lado, las importaciones crecieron en los estados de Sonora y decrecieron en los demás, logrando equilibrar así a la balanza comercial.

En el vigente mercado eléctrico se ha visto mucha aversión al riesgo, y en este mismo sector gran parte de la participación ha sido a través de la banca de desarrollo mexicana e internacional, por lo que es importante que en adelante los proyectos puedan ser financiados por la banca comercial (Global Energy, 2018).

## *Interconexiones para comercio exterior*

Con la finalidad de comercializar electricidad con otros países, la (SENER, 2017) desde este punto de vista, nos indica que, el SEN está interconectado a diferentes niveles de tensión con E.E.U.U, Belice y Guatemala.

Estas interconexiones se dividen en las de uso permanente y las que se utilizan en situación de emergencia; éstas últimas se caracterizan por no operar permanentemente puesto que, técnicamente, no es posible unir sistemas grandes con líneas pequeñas, debido al riesgo de inestabilidades en el sistema eléctrico, en detrimento de ambos países.

El comercio de energía eléctrica en la frontera Norte se realiza por medio del SEN y dos consejos regionales de confiabilidad de E.E.U.U., que tienen contacto con la frontera y que operan mediante enlaces asíncronos (SENER, 2017).

El Consejo de Coordinación Eléctrica del Oeste (Western Electricity Coordinating Council - WECC) abarca una superficie de aproximadamente 1.8 millones de millas cuadradas (4.7 millones de km<sup>2</sup>), por lo que es el más grande y diverso de los consejos que integran a la Corporación Norteamericana de Confiabilidad Eléctrica (NERC, por sus siglas en inglés).

Asimismo, es importante señalar que los mayores flujos de comercio exterior de energía eléctrica con E.E.U.U. se realizan mediante las interconexiones SEN-WECC. El WECC se enlaza con el SEN en Baja California mediante dos subestaciones principales ubicadas en California (Otay Mesa e Imperial Valley) a través de una interconexión síncrona y permanente (SENER, 2017).

Los miembros del WECC en E.E.U.U. están localizados en los estados de California, Arizona, Nuevo México y una pequeña parte de Texas; mientras que el sistema de la CFE que mantiene dichas interconexiones está ubicado en Baja California, Sonora y Chihuahua.

Las interconexiones entre ambos sistemas en Baja California hacen factible contar con una capacidad de 800 MW para líneas con un nivel de tensión de 230 kV, mismas que son operadas por California ISO (CAISO). Las subestaciones Diablo y Azcárate de Estados Unidos forman parte de una red del oeste de Texas y sur de Nuevo México que opera El Paso Electric Company (EPE), pero que también supervisa y evalúa el WECC (SENER, 2017).

El SEN cuenta con interconexiones con otro consejo regional de E.E.U.U.: el Consejo de Confiabilidad Eléctrica de Texas (Electric Reliability Council of Texas- ERCOT) que es evaluado y supervisado en el cumplimiento de los estándares de interconexión por la Entidad de Confiabilidad de Texas (Texas Reliability Entity- TRE).

Las interconexiones para emergencias con este consejo son la de Falcón (138 kV), con una capacidad de 96 MW y la de Matamoros, con Military Highway (69 kV) y Brownsville (138 kV) con capacidad de 25 MW y 176 MW, respectivamente (SENER, 2017).

## *Balance Nacional de Energía Eléctrica*

El balance de energía eléctrica de acuerdo con (SENER, 2017), es una matriz que presenta cifras sobre el origen y destino de la energía eléctrica. Este sirve como un instrumento de análisis del comportamiento de las principales variables del sector, así como dar a conocer la evolución que se ha tenido en la última década.

En este se hace una desagregación tanto a niveles de servicio público como de particulares, generación eléctrica por tecnologías, ventas por sectores, comercio exterior, entre otros.

## *Características de la IED del Sector Eléctrico*

La inversión en el sector energético es estratégica, puesto que permite el aprovisionamiento oportuno y a precios razonables de la energía y de algunos insumos usados en el aparato productivo de cada país. Ante la insuficiencia de los recursos económicos para financiar la diversidad de actividades en cada nación, se han generado espacios para que la IED impulse al sector energético, situación que genera controversias sociales ante la necesidad de crear condiciones favorables para captar esos capitales internacionales (Romo & Ibarra, 2009).

Con la reforma a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica de 1992 (Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014) se abrió la posibilidad de que la iniciativa privada en México operara y poseyera plantas de generación.

Los modelos en que inversionistas privados tuvieron la posibilidad de participar fueron la generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción; para su venta a la CFE, y para la exportación derivada de la cogeneración, producción independiente y pequeña producción.

La relevancia de la IED para la economía de México radica en que es la tercera fuente más importante de captación de moneda extranjera, detrás del petróleo y las remesas de los connacionales en el exterior (Romo & Ibarra, 2009).

Basándose en las reformas de 1992, en 1993 se hicieron modificaciones al Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014), las cuales definieron la regulación específica aplicable a las nuevas modalidades de generación, autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción.

Se estableció que estas actividades sólo podrían ser realizadas por personas físicas o morales constituidas conforme a las leyes mexicanas y con domicilio en territorio nacional. Así mismo, se definieron conceptos que delimitaban el ámbito de competencia de la iniciativa privada en materia de generación de electricidad (Romo & Ibarra, 2009).

En particular, destacó el concepto de pequeña producción, el cual comprendió las operaciones con capacidad total no mayor de 30 megavatios (mV) en un área determinada por la SENER; el autoabastecimiento de pequeñas comunidades rurales o áreas aisladas que carezcan del servicio de energía eléctrica, donde los proyectos no podrán exceder de un mV, y a la exportación, dentro del límite máximo de 30 mV.

En 1995 se instruyeron diversos cambios al marco regulatorio para corregir muchas de las barreras a la inversión que surgieron o no se solucionaron con la reforma de 1992. Se creó la Comisión Reguladora de Energía (CRE) con el objeto de dar más transparencia y certidumbre para que los empresarios privados participaran en el sector eléctrico.

En 1997 se estableció en el Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014) que los particulares pudieran generar energía eléctrica para su venta a la CFE; para consumo de los mismos particulares en las modalidades de autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción; su uso en emergencias derivadas de interrupciones en el servicio público de energía eléctrica; su exportación e importación para uso exclusivo de los importadores de la misma.

Desde la modificación a la Ley en 1992, la participación de la iniciativa privada en el sector eléctrico se ha incrementado. En particular, la IED ha tenido un papel protagónico a partir de 1997, cuando la CRE otorgó el primer permiso bajo la modalidad de productor independiente a la transnacional estadounidense AES para la planta Mérida III, cuya entrada en operación a la red eléctrica de la CFE ocurrió en 2000 (Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014).

Desde esa fecha y hasta el cierre de 2008, la inversión total acumulada por los extranjeros al amparo de la modalidad de productor independiente fue de 13,653 millones de dólares, del total de las inversiones realizadas, y con la compra de cuatro centrales a la francesa Electricité de France y una más que tenía en asociación con Mitsubishi, más de tres quintas partes correspondió a las de origen español, de las empresas Iberdrola y Gas Natural; alrededor de 13% a compañías estadounidenses y japonesas, en cada caso, y el resto a una canadiense (Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014).

Lo anterior sin considerar el proyecto en construcción de la planta de Durango por la compañía Gas Natural, que se calcula en alrededor de 527 millones de dólares. Además de los productos independientes, las compañías extranjeras realizan operaciones de generación bajo el modelo de cogeneración y autoabastecimiento. Se calcula que poco más de una quinta parte de la generación efectiva de electricidad en México proviene de operaciones ligadas a la IED.

En la contribución en la generación efectiva de electricidad realizada por la IED, predomina la presencia de compañías españolas, ya que Iberdrola y Gas Natural aportan 35.6% y 28.6% respectivamente; en tanto la japonesa Mitsubishi participa con 17.5%, dejando el resto a las empresas estadounidenses y canadienses (Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014).

De acuerdo a la Secretaría de Economía (SE), la contribución de la IED en el sector energético fue de poco más de 1% entre 1999 y 2008, teniendo como los mayores participantes a España y a los Países Bajos. El monto acumulado en ese periodo fue de 2,200 millones de dólares (SE, 2010).

**MÉXICO: INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA EN ELECTRICIDAD, 1999-2008 (MILLONES DE DÓLARES Y PORCENTAJES)**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008		1999-2008	
										Monto	Porcentaje	Monto	Porcentaje
Brasil	-	-	-	0.2	0.1	0.6	0.1	0.1	-	-	-	1.1	-
Islas Caimán	-	-	-0.1	-	6.5	1.4	0.7	0.9	-	-	-	9.4	0.4
Canadá	-	-	-	-0.1	-	-8.7	-68.0	-2.0	48.8	117.7	28.6	87.7	3.9
Dinamarca	-	-	18.3	8.4	4.0	8.9	-	-	-	-	-	40.4	1.8
Escocia	-	-	-	-	-	-	-	4.0	-	-	-	4.0	0.2
España	125.8	73.6	290.7	377.3	263.2	132.5	269.6	-338.9	2.3	-117.5	-28.5	1 078.6	48.4
Estados Unidos	-2.7	11.7	-6.4	-3.8	32.9	6.0	1.4	-43.4	0.4	0.1	0.02	-3.8	-0.2
Francia	26.2	47.1	28.8	13.9	2.6	1.3	1.2	0.8	0.1	-	-	122.0	5.5
Países Bajos	-	-	2.0	1.7	-	47.1	9.2	305.3	112.2	410.9	99.9	888.4	39.8
Japón	1.0	0.9	-	-	13.4	13.4	-12.8	-13.7	-	-	-	2.2	0.1
Total en electricidad	150.3	134.1	333.3	397.6	322.7	202.5	201.4	-86.9	163.8	411.2	100	2 230.0	100
Total nacional	13 835	18 014	29 767	23 686	16 437	23 648	21 798	19 141	27 167	18 589	-	212 085.0	-
Total en electricidad /total nacional	1.09	0.74	1.12	1.68	1.96	0.86	0.92	-0.45	0.60	2.21	-	1.05	-

Fuente: Secretaría de Energía, *Anuario Estadístico*, marzo de 2009.

*Tabla 7: México: Inversión Extranjera Directa en electricidad, 1999-2008 (Millones de dólares y porcentajes). Fuente: (Romo & Ibarra, 2009)*

## Capítulo 3. Metodología

El objetivo general de la investigación es el de analizar los factores que explican la tendencia creciente de IED del sector eléctrico en México durante el período 2000-2016, esto mediante la caracterización de los usuarios de energía eléctrica, los precios de energía eléctrica y las ventas de energía eléctrica del sector eléctrico mexicano, estudiando el contexto en el que ocurre la Reforma Energética, y por último, explicando los factores que afectan la creciente IED antes y después de la Reforma Energética.

En la mayoría de los estudios relacionados con la IED y el sector energético, toman como variable dependiente el PIB per cápita ( $Y$ ), como es ejemplo del caso de Turkia (Acaravci, Erdogan, & Akalin, 2015), el consumo eléctrico de energía ( $elc$ ), la apertura comercial ( $tr$ ) y las entradas de IED ( $fdi$ ) son los valores que toman para sus variables independiente, y queda de la siguiente manera:

$$Y_t = \alpha + \beta elc_t + \rho tr_t + \gamma fdi_t + \varepsilon$$

*Ecuación 2: Modelo econométrico aplicado en Turquía. Fuente: (Acaravci, Erdogan, & Akalin, 2015)*

En el caso de esta ICR, opte por tomar tres casos, en donde cada uno se observa que efectivamente la IED tiene una considerable participación en el sector eléctrico mexicano.

Implementare tres modelos similares al de Turquía, donde, mis variables dependientes sean los usuarios de energía eléctrica (véase tabla #), precios medios de energía eléctrica (véase tabla #), las ventas internas de energía eléctrica (véase tabla #),

$$UEE_t = \alpha + \beta IED_t + \rho CEG_t + \gamma VIEE_t + \delta GB_t + \mu PMEE_t + \varepsilon$$

*Ecuación 3: Modelo 1. Usuarios de Energía Eléctrica. Elaboración propia.*

. reg UEE IED CEG VIEE GB PMEE

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	72
Model	2.0412e+09	5	408249544	F(5, 66)	=	299.81
Residual	89870472.3	66	1361673.82	Prob > F	=	0.0000
Total	2.1311e+09	71	30015749.2	R-squared	=	0.9578
				Adj R-squared	=	0.9546
				Root MSE	=	1166.9

UEE	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IED	.2936076	1.006549	0.29	0.771	-1.716033	2.303248
CEG	.3553329	.0809813	4.39	0.000	.1936485	.5170172
VIEE	2.875194	.3986422	7.21	0.000	2.079279	3.671109
GB	-1.96201	.3427825	-5.72	0.000	-2.646397	-1.277622
PMEE	65.51643	14.2644	4.59	0.000	37.03664	93.99621
_cons	662.9559	2105.045	0.31	0.754	-3539.903	4865.815

Tabla 8: Modelo 1. Regresión econométrica de Usuarios de Energía Eléctrica. Elaboración propia.

Donde:

- *UEE*: Usuarios de Energía Eléctrica
- *IED*: Entrada de IED en el sector eléctrico
- *CEG*: Consumo de Energía Eléctrica
- *VIEE*: Ventas Internas de Energía Eléctrica
- *GB*: Generación Bruta de energía eléctrica
- *PMEE*: Precios Medios de Energía Eléctrica

En el caso del primer modelo, se puede observar que fue una prueba significativamente correcta, con un R2 de 0.9578, esto me dice que la prueba tubo un 95.78% de significancia.

Analizando cada una de las variables, podemos observar que claramente la IED tiene una gran importancia; por cada unidad que aumenta la IED, los usuarios de energía eléctrica en México aumenta casi en un 30% aproximadamente.

$$PMEE_t = \alpha + \beta IED_t + \rho CEG_t + \gamma VIEE_t + \delta GB_t + \mu UEE_t + \varepsilon$$

Ecuación 4: Modelo 2. Precios Medios de Energía Eléctrica. Elaboración propia.

```
. reg PMEE IED CEG VIEE GB UEE
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	72
Model	77940.1277	5	15588.0255	F(5, 66)	=	202.87
Residual	5071.23311	66	76.8368654	Prob > F	=	0.0000
Total	83011.3609	71	1169.1741	R-squared	=	0.9389
				Adj R-squared	=	0.9343
				Root MSE	=	8.7657

PMEE	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
IED	.0029639	.0075571	0.39	0.696	-.0121244 .0180522
CEG	.0025	.0006191	4.04	0.000	.0012638 .0037361
VIEE	-.0151265	.0035452	-4.27	0.000	-.0222047 -.0080483
GB	.0108182	.0028545	3.79	0.000	.005119 .0165175
UEE	.003697	.0008049	4.59	0.000	.0020899 .005304
_cons	-98.37874	10.18722	-9.66	0.000	-118.7182 -78.0393

*Tabla 9: Modelo 2. Regresión econométrica de Precios Medios de Energía Eléctrica. Elaboración propia.*

Donde:

- PMEE: Precios Medios de Energía Eléctrica
- IED: Entrada de IED en el sector eléctrico
- CEG: Consumo de Energía Eléctrica
- VIEE: Ventas Internas de Energía Eléctrica
- GB: Generación Bruta de energía eléctrica
- UEE: Usuarios de Energía Eléctrica

En el caso del segundo modelo, se puede observar que fue una prueba significativamente correcta, con un R2 de 0.9389, esto me dice que la prueba tubo un 93.89% de significancia.

Analizando cada una de las variables, podemos observar que la IED tiene una pequeña importancia; por cada unidad que aumenta la IED, los precios medios de energía eléctrica en México aumenta casi en un 0.3% aproximadamente.

Esto puede deberse a que, actualmente, la IED está tomando prestigio en México por primera vez, y ante una competencia imperfecta que actualmente vivimos, las empresas transnacionales deberán igualarse a los precios del mercado actual.

Esto se analiza en un periodo de corto plazo. En un periodo de mediano y largo plazo se espera que la libre competencia de empresas transnacionales en el mercado eléctrico en México tenga un gran auge y tome una gran importancia económica, y así ocasionar que efectivamente pueda a haber una disminución de los precios.

$$VIEE_t = \alpha + \beta IED_t + \rho CEG_t + \gamma GB_t + \delta PMEE_t + \mu UEE_t + \varepsilon$$

*Ecuación 5: Modelo 3. Ventas Internas de Energía Eléctrica. Elaboración propia.*

```
. reg VIEE IED CEG GB PMEE UEE
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	72
Model	325179020	5	65035803.9	F(5, 66)	=	895.78
Residual	4791770.62	66	72602.5851	Prob > F	=	0.0000
Total	329970790	71	4647475.92	R-squared	=	0.9855
				Adj R-squared	=	0.9844
				Root MSE	=	269.45

VIEE	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
IED	.258672	.2303805	1.12	0.266	-.2012974 .7186414
CEG	-.038826	.020708	-1.87	0.065	-.0801709 .0025189
GB	.7635216	.02328	32.80	0.000	.7170416 .8100016
PMEE	-14.29291	3.34982	-4.27	0.000	-20.98104 -7.60478
UEE	.1533014	.0212551	7.21	0.000	.1108643 .1957385
_cons	-744.836	477.7192	-1.56	0.124	-1698.633 208.9612

*Tabla 10: Modelo 3. Regresión econométrica de Ventas Internas de Energía Eléctrica. Elaboración propia.*

Donde:

- *VIEE*: Ventas Internas de Energía Eléctrica
- *IED*: Entrada de IED en el sector eléctrico
- *CEG*: Consumo de Energía Eléctrica
- *GB*: Generación Bruta de energía eléctrica
- *PMEE*: Precios Medios de Energía Eléctrica
- *UEE*: Usuarios de Energía Eléctrica

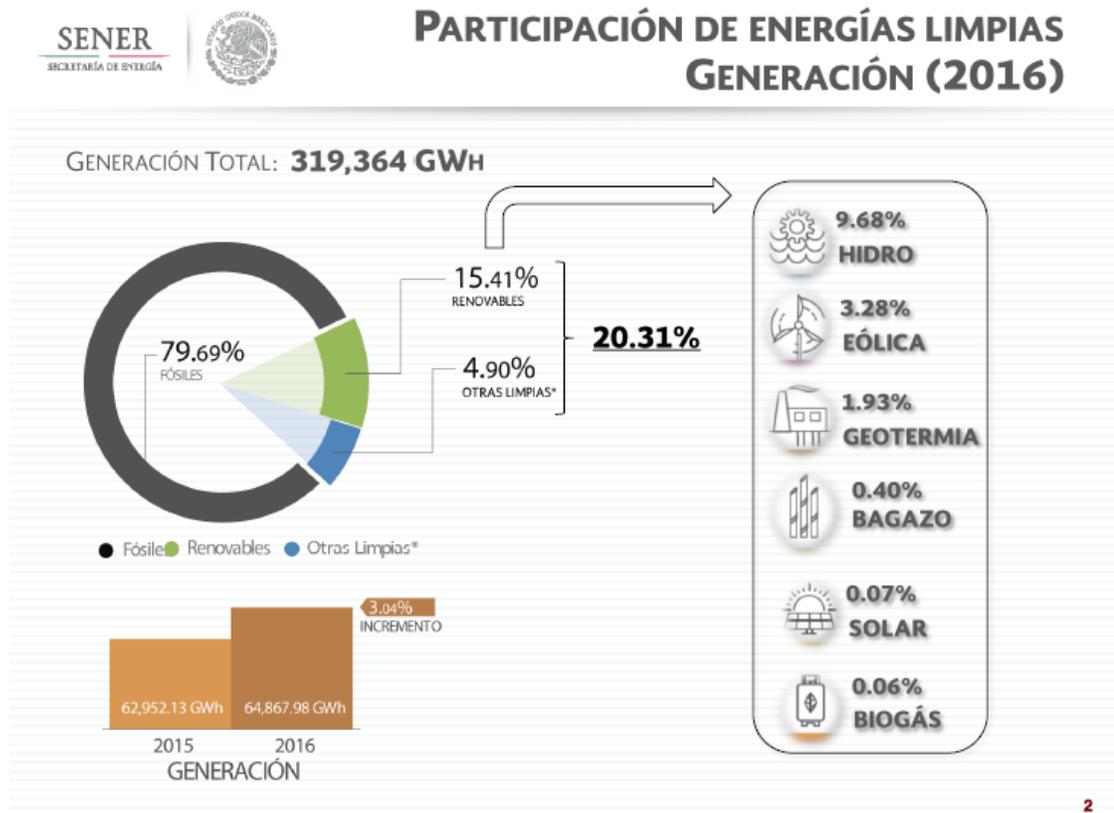
En el caso del tercer modelo, se puede observar que fue una prueba significativamente correcta, con un R2 de 0.9855, esto me dice que la prueba tubo un 98.55% de significancia.

Analizando cada una de las variables, podemos observar que la IED tiene gran importancia; por cada unidad que aumenta la IED, las ventas internas de energía eléctrica en México aumentan casi en un 26% aproximadamente.

Analizando los anteriores tres modelos, podemos decir que:

- La IED en energía eléctrica tiene una gran importancia en el sector eléctrico mexicano
- La IED en energía eléctrica puede llegar a ser una gran herramienta para la economía mexicana en un lapso de corto a mediano plazo
- La IED en energía eléctrica puede estimular la producción de fuentes de energía sustentables en el país, al igual que la creación empleos

## Capítulo 4: Un análisis a una nueva fuente de energía



*Ilustración 11: Participación de energías limpias generación (2016). Fuente: (Villanueva, 2017)*

Dado que los sistemas renovables utilizan fuentes naturales (sol, agua y viento) para producir energía, sus defensores sostienen que son mucho más ecológicos, seguros y sostenibles. Sin embargo, existen diversas opiniones en cuanto a cuáles son los impactos sociales, económicos y ambientales de estos sistemas.

En la actualidad, la mayor parte de la electricidad se obtiene mediante la combustión de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural). De acuerdo con (Conant & Fadem, 2008) la mayor parte de la energía proviene de energía nuclear y de las grandes represas.

## PARTICIPACIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS CAPACIDAD (2016)

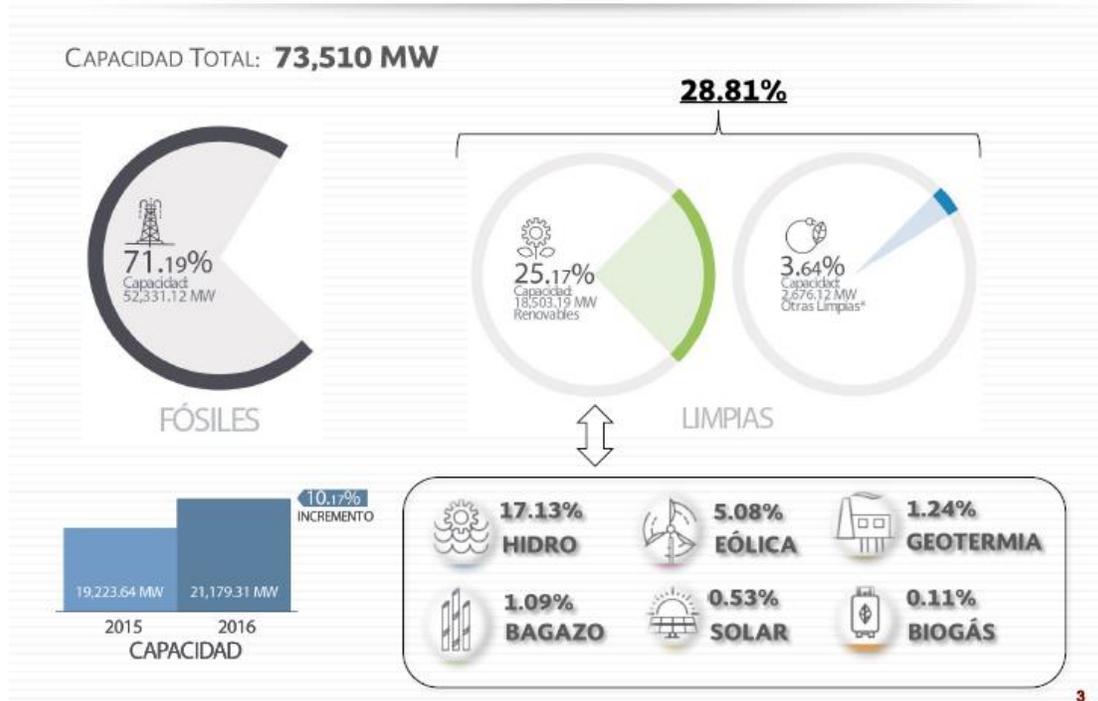


Ilustración 12: Participación de energías limpias capacidad (2016). Fuente: (Villanueva, 2017)

Se debe comprender que la energía limpia puede reemplazar los combustibles fósiles, la energía nuclear y la energía de las grandes represas, para ello, se tendría que entender cómo se produce la electricidad

Ya sea a partir del carbón, petróleo o gas natural y energía nuclear, la electricidad con base en (Conant & Fadem, 2008), se produce de la misma manera. Para comenzar la fuente de energía calienta agua para producir vapor, y éste a su vez hace girar las grandes turbinas produciendo electricidad.

Las grandes represas hidroeléctricas se valen de las caídas de agua, en vez del vapor, para propulsar las turbinas y producir electricidad. Todas estas técnicas de producción de energía resultan en contaminación tóxica, destrucción de comunidades y cuencas, y muchos problemas graves de salud.

Los combustibles fósiles se vuelven escasos y cada vez cuesta más encontrarlos. No son renovables, lo que quiere decir que una vez que los hayamos usado, los sistemas basados en ellos literalmente habrán agotado el combustible.

De acuerdo con (El Financiero, 2017) Leonardo Beltrán Rodríguez, subsecretario de Planeación y Transición Energética de la Secretaría de Energía aseguró que el 20% de toda la electricidad que se genera en el país proviene de energías limpias, un avance que se logró con la reforma energética.

Durante la presentación del Foro Internacional Alternativas Verdes Eficiencia Energética, que se realizará en Morelos, el funcionario explicó que en 2012 menos del 14% de la electricidad provenía de energías limpias “y hoy nuestro país ha ido creciendo a un ritmo de poco más de dos por ciento por año” lo que ha llevado a que ahora se tenga más del 20% de energía verde o “uno de cada cinco megawatts que se consume en el país es de energía limpia” (El Financiero, 2017).

El foro se realiza en coordinación con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Energía (SENER), Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), y la embajada de Reino Unido en México, país que será el invitado de honor.

## *Tipos de energías limpias*

### Energía eólica

La energía del viento ha sido utilizada por cientos de años para bombear agua y moler granos. En tiempos más recientes, desde el punto de vista de (Conant & Fadem, 2008) explica que el viento se ha venido utilizando para generar electricidad en Europa, Norteamérica, la India, China, Sudáfrica y Brasil.

Los molinos de viento, grandes y pequeños generan electricidad porque la fuerza del viento hace girar sus aspas.

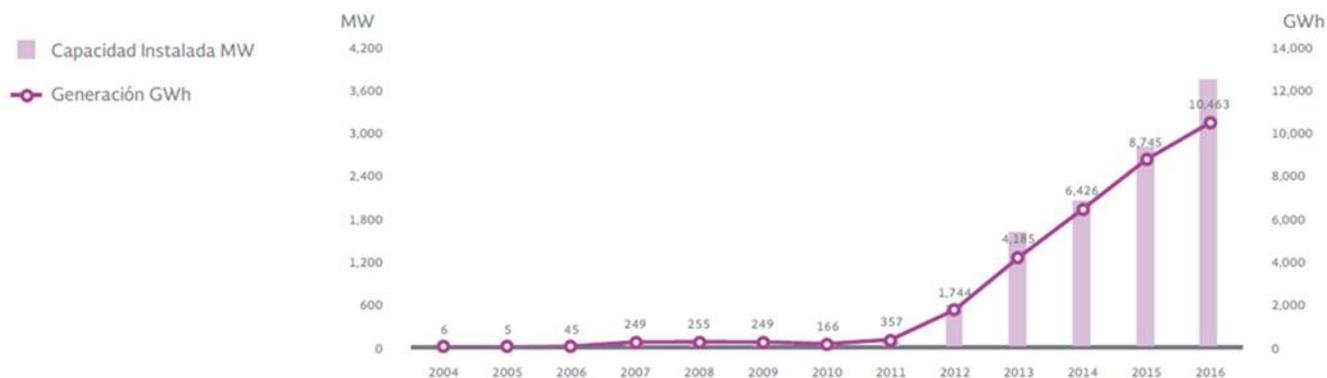
De acuerdo con (Conant & Fadem, 2008), la energía del viento es quizás el medio más económico y adecuado para reemplazar la generación de electricidad a gran escala mediante combustibles fósiles. Los proyectos eólicos de mayor escala con frecuencia se conectan a la red nacional de distribución eléctrica.

Para que la energía eólica dé buenos resultados, se necesitan vientos fuertes y constantes. Las áreas costeras, las planicies abiertas y los pasos de montaña son los sitios más adecuados para aprovechar la energía del viento.

En la mayoría de los lugares, el viento nunca es constante y por esto las turbinas de viento necesitan baterías para almacenar la electricidad o un sistema de respaldo para generar energía (paneles solares o generadores alimentados con gas) (Conant & Fadem, 2008).

En 2016, la capacidad instalada de energía eólica aumento en 930 MW (33 %), debido a la entrada de 9 proyectos.

La generación eólica alcanzó los 10,463 GWh lo que representa un incremento del 20 % con respecto a 2015. De acuerdo con información del Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2016-2030, la generación de energía a partir de plantas eólicas se estima se triplique en los próximos años, al sumarse 2,456 MW al cierre del 2018 y otros 3,857 MW al cierre del 2019, de las nuevas centrales en construcción y los proyectos ganadores de la primera y segunda subastas (Secretaria de Energía, 2017).



*Ilustración 13: Evolución de la energía eólica 2004-2016. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017)*

## Energía hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica de acuerdo con (National Geographic, 2010), es electricidad generada aprovechando la energía del agua en movimiento. La lluvia o el agua de deshielo, provenientes normalmente de colinas y montañas, crean arroyos y ríos que desembocan en el océano. La energía que generan esas corrientes de agua puede ser considerable, como sabe cualquiera que haya hecho descenso de rápidos.

Este tipo de energía lleva años explotándose. Los agricultores, desde la Grecia antigua han utilizado molinos de agua para moler trigo y hacer harina. Localizados en los ríos, los molinos de agua recogen el agua en movimiento en cubos situados alrededor del molino. La energía cinética del agua en movimiento gira el molino y se convierte en la energía mecánica que mueve el molino (National Geographic, 2010).

A finales del siglo XIX, la energía hidroeléctrica se convirtió en una fuente para generar electricidad. La primera central hidroeléctrica se construyó en Niagara Falls en 1879. En 1881, las farolas de la ciudad de Niagara Falls funcionaban mediante energía hidroeléctrica. En 1882, la primera central hidroeléctrica del mundo comenzó a funcionar en Estados Unidos en Appleton, Wisconsin (National Geographic, 2010).

Una central hidroeléctrica clásica es un sistema que consiste en tres partes: una central eléctrica en la que se produce la electricidad; una presa que puede abrirse y cerrarse para controlar el paso del agua; y un depósito en que se puede almacenar agua.

El agua de detrás de la presa fluye a través de una entrada y hace presión contra las palas de una turbina, lo que hace que éstas se muevan. La turbina hace girar un generador para producir la electricidad.

La cantidad de electricidad que se puede generar depende de hasta dónde llega el agua y de la cantidad de ésta que se mueve a través del sistema. La electricidad puede transportarse mediante cables eléctricos de gran longitud hasta casas, fábricas y negocios (National Geographic, 2010).

La energía hidroeléctrica proporciona casi un quinto de la electricidad de todo el mundo. China, Canadá, Brasil, Estados Unidos y Rusia fueron los cinco mayores productores de este tipo de energía en

2004. Una de las centrales hidroeléctricas de mayor tamaño del mundo se encuentra en los Tres Cañones sobre el río Yangtsé de China. El depósito de estas instalaciones empezó a llenarse en 2003, pero no se espera que la central esté en pleno funcionamiento hasta 2009. La presa mide 2,3 kilómetros de ancho y 185 metros de alto (National Geographic, 2010).

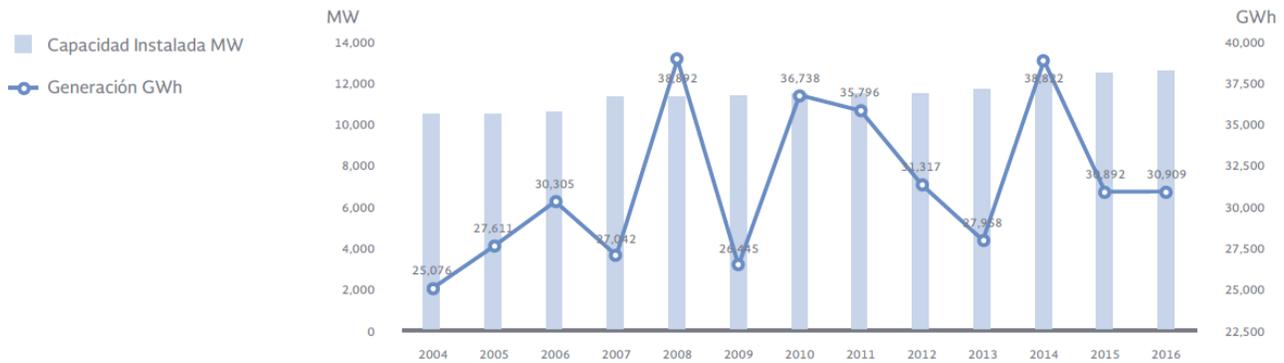
La energía hidroeléctrica es la que genera electricidad de forma más barata en la actualidad. Esto se debe a que, una vez que la presa se ha construido y se ha instalado el material técnico, la fuente de energía (agua en movimiento) es gratuita. Esta fuente de energía es limpia y se renueva cada año a través del deshielo y las precipitaciones.

Además, este tipo de energía es fácilmente accesible, ya que los ingenieros pueden controlar la cantidad de agua que pasa a través de las turbinas para producir electricidad según sea necesario. Lo que, es más, los depósitos pueden ofrecer oportunidades recreativas, tales como zonas de baño y de paseo en barca.

Sin embargo, la construcción de presas en los ríos puede destruir o afectar a la flora y la fauna y otros recursos naturales. Algunos peces, como el salmón, podrían encontrarse con la imposibilidad de nadar río arriba para desovar. Las últimas tecnologías, como las escaleras de peces, ayudan a los salmones a pasar por encima de las presas y a entrar en zonas de desove a contracorriente, pero la presencia de las presas hidroeléctricas cambia sus patrones migratorios y perjudica a las poblaciones de peces.

Las centrales hidroeléctricas también pueden provocar la disminución de los niveles de oxígeno disuelto en el agua, lo que resulta dañino para los hábitats fluviales (Conant & Fadem, 2008).

En 2016 la generación hidroeléctrica, se mantuvo constante con respecto al 2015 y sigue siendo, junto con la energía nuclear la mejor alternativa para generación limpia de base. En 2016 la generación hidroeléctrica representó el 10 % de la generación total del país, sin embargo las plantas hidroeléctricas han mostrado una alta vulnerabilidad frente a los fenómenos climáticos, lo que causa variaciones importantes anuales en generación y obliga a buscar otros tipos de energía limpia y renovable para garantizar el cumplimiento de las metas establecidas en la Ley de Transición Energética (Secretaría de Energía, 2017).



*Ilustración 14: Evolución de la energía hidroeléctrica 2004-2016. Fuente: (Secretaría de Energía, 2017)*

## Energía fotovoltaica

Cuando sentimos que el sol calienta nuestros cuerpos o el aire dentro de la casa, se debe a la energía solar. De acuerdo con (Conant & Fadem, 2008) existen diferentes técnicas para aprovechar con eficiencia la energía solar para calentar agua, para purificar el agua, y para cocinar alimentos o calentar una casa.

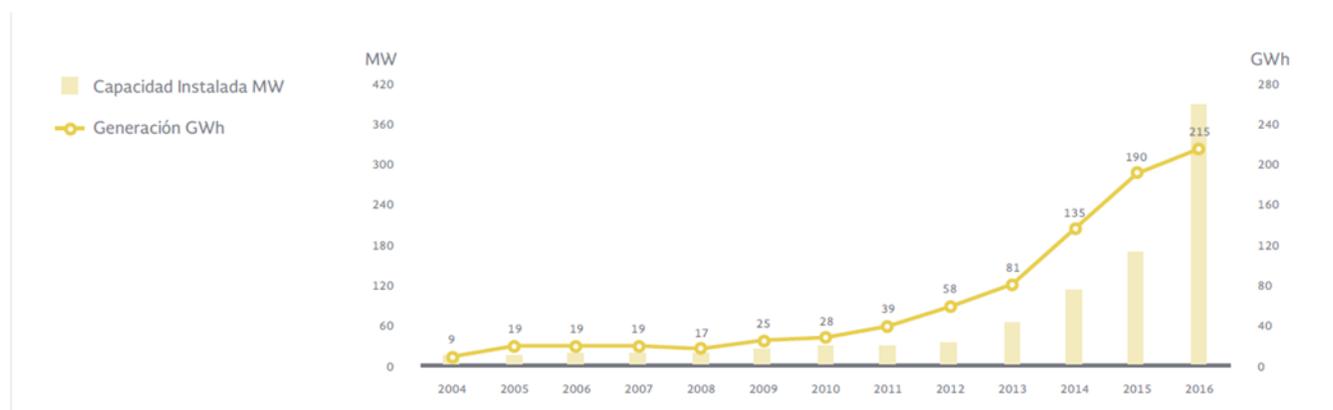
La energía solar puede usarse también para producir electricidad. (Conant & Fadem, 2008), plantean que la energía solar requiere del uso de paneles solares (fotovoltaicos) o celdas solares para capturar la luz del sol y transformarla en electricidad.

Como el sol no siempre está brillando, la electricidad producida debe almacenarse en baterías antes de utilizarla para alimentar sistemas de iluminación, motores y otras máquinas.

Actualmente, la instalación de un sistema de energía solar puede resultar costosa porque requiere paneles solares, baterías y otros componentes. Sin embargo, los sistemas de energía solar necesitan muy pocos gastos y mantenimiento después de instalados.

El mayor costo de mantenimiento de un sistema solar es el cambio de baterías cada 3 a 5 años, y el reemplazo de los paneles solares si se rompen.

Los proyectos fotovoltaicos representan solamente 0.5% de la capacidad instalada en el país, sin embargo, la tecnología ha presentado un crecimiento importante al pasar de 170 MW en 2015 a 389 MW en 2016, lo que representa una adición del 128 % a la capacidad existente. De acuerdo con información del Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2016-2030, se espera que al cierre del 2019 se adicionen en total 5,400 MW de capacidad (20 veces la capacidad actual), con nuevas centrales y proyectos ganadores de la primera y segunda subastas, que contribuirán con 1,691 MW y 1,853 MW respectivamente (Secretaría de Energía, 2017).



*Ilustración 15: Evolución de la energía fotovoltaica 2004-2016. Fuente: (Secretaría de Energía, 2017)*

## Energía geotérmica

La energía geotérmica de acuerdo con (Twenergy, 2011) es una energía renovable que aprovecha el calor del subsuelo para climatizar y obtener agua caliente sanitaria de forma ecológica. Aunque es una de las fuentes de energía renovable menos conocidas, sus efectos son espectaculares de admirar en la naturaleza.

¿Qué es la energía geotérmica? ¿Qué aplicaciones tiene la energía geotérmica? Se trata de una energía considerada limpia, renovable y altamente eficiente, aplicable tanto en grandes edificios, hospitales, fábricas, oficinas, etc., en viviendas e incluso en inmuebles ya construidos.

Suecia fue el primer país europeo en utilizar la energía geotérmica, como consecuencia de la crisis del petróleo de 1979. En otros países como Finlandia, Estados Unidos, Japón, Alemania, Holanda y Francia la geotermia es una energía muy conocida e implantada desde hace décadas (Twenergy, 2011).

Las aplicaciones de la geotermia dependen de las características de cada fuente. Los recursos geotérmicos de alta temperatura (superiores a los 100-150°C) se aprovechan principalmente para la producción de electricidad. Cuando la temperatura del yacimiento no es suficiente para producir energía eléctrica, sus principales aplicaciones son térmicas en los sectores industrial, servicios y residencial.

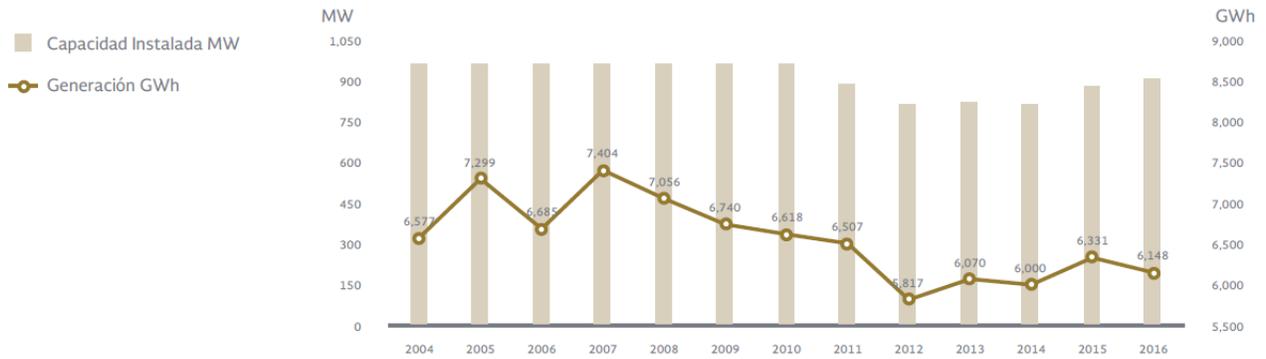
Así, en el caso de temperaturas por debajo de 100°C puede hacerse un aprovechamiento directo o a través de bomba de calor geotérmica (calefacción y refrigeración). Por último, cuando se trata de recursos de temperaturas muy bajas (por debajo de los 25°C), las posibilidades de uso están en la climatización y obtención de agua caliente.

Pero ¿cómo funciona? Ese calor contenido en el subsuelo es empleado mediante el uso de Bombas de Calor Geotérmicas para caldear en invierno, refrigerar en verano y suministrar agua caliente sanitaria. Por tanto, cede o extrae calor de la tierra, según queramos obtener refrigeración o calefacción, a través de un conjunto de colectores (paneles) enterrados en el subsuelo por los que circula una solución de agua con glicol (Conant & Fadem, 2008).

Aunque en principio pueda sorprender, encontramos ejemplos de aplicación de la geotermia incluso en las ciudades, con iniciativas innovadoras y eficientes. Uno de los casos es el de la estación de Pacífico de Metro de Madrid, que será la primera de toda la red de metro capaz de generar su propia energía para la climatización de sus instalaciones a través de un sistema de geotermia.

Gracias a ello, esta instalación ahorrará hasta un 75% de energía y reducirá en un 50% sus emisiones de CO<sub>2</sub>. Este proyecto puede marcar una tendencia en el suministro energético de Metro y podría implantarse progresivamente en el resto de la red (Conant & Fadem, 2008).

La Secretaria de Energía ha otorgado 21 permisos de exploración geotérmica además de una nueva concesión de explotación para el campo geotérmico de Cerritos Colorados durante 2015 y 2016, lo que augura crecimientos importantes para esta tecnología en el mediano plazo. De acuerdo con el Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL), existe un potencial probado y probable de 6,061 MW (Secretaria de Energía, 2017).



*Ilustración 16: Evolución de la energía geotérmica. Fuente: (Secretaría de Energía, 2017)*

## Energía de la biomasa

En muchos países, la biomasa (material de desechos de las plantas y animales) es una fuente de energía común. La energía de los materiales de biomasa puede liberarse mediante la combustión o dejando que se pudra y produzca biogás (un tipo de gas natural) (Conant & Fadem, 2008).

La biomasa de las plantas es renovable, pero cuando se quema como combustible contribuye al cambio climático y causa problemas de salud. Cuando encendemos una hoguera con madera o estiércol de res, estamos aprovechando la energía de la biomasa a pequeña escala.

A una escala más grande, los desechos (residuos) de las cosechas pueden utilizarse para generar electricidad.

## Biogás

De acuerdo con (Conant & Fadem, 2008), el biogás se produce cuando la materia orgánica se pudre. Cuando el biogás se captura en un envase cerrado, se puede producir una llama pequeña para cocinar, generar electricidad, calentar el ambiente, iluminar, bombear agua y poner en marcha motores y equipo agrícola.

Al convertir en energía la materia orgánica proveniente de desechos humanos, animales y plantas, el biogás nos permite transformar los desechos en recursos buenos para el medio ambiente y para la salud de la comunidad.

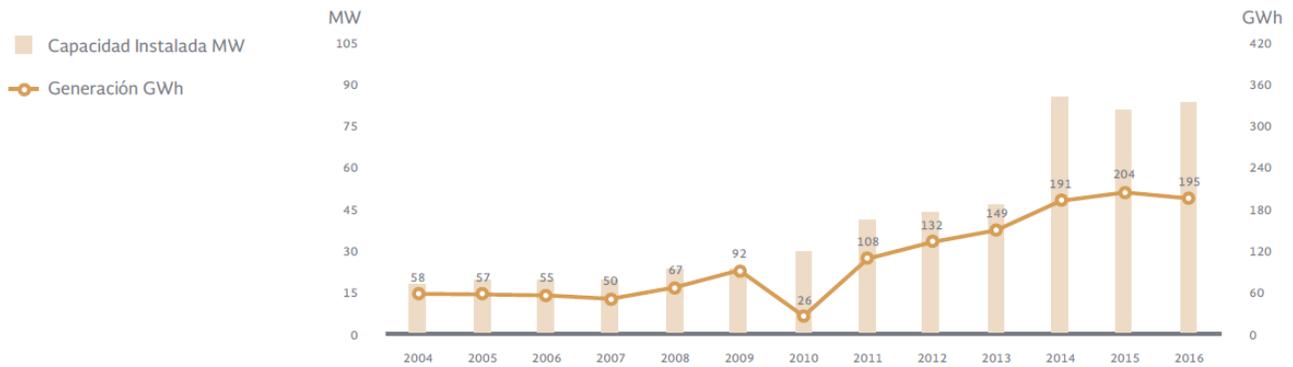
El biogás se puede elaborar a partir de diferentes clases de materia orgánica:

- Estiércol y orín animal.
- Heces y orín humano.
- Desechos de comida como carne, sangre, huesos y restos de legumbres.
- Materia de plantas tales como residuos de cosechas, paja, hojas, troncos, ramas y pasto cortado.

El biogás es invisible y no tiene olor. Produce una llama azul limpia al quemarse. Si se utiliza biogás para cocinar en vez de combustibles sólidos como leña, se reduce el humo producido dentro de la casa, se evitan enfermedades y se reduce la demanda de cortar árboles para obtener combustible.

El material que queda después de producir el biogás puede utilizarse como fertilizante de alta calidad. Quemar biogás no contribuye al cambio climático (Conant & Fadem, 2008).

La capacidad instalada para generar electricidad a partir de biogás se ha mantenido casi constante desde 2014 al igual que la generación. El Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL) estima que México cuenta con un potencial de generación de electricidad de 2,786 GWh, casi diez veces superior a la generación actual (Secretaría de Energía, 2017).



*Ilustración 17: Evolución de la energía de biogás 2004-2016. Fuente: (Secretaría de Energía, 2017)*

## Energía mareomotriz

La energía mareomotriz (Twenergy, 2012), es aquella energía que aprovecha el ascenso y descenso del agua del mar producido por la acción gravitatoria del sol y la luna para generar electricidad de forma limpia. Se trata, por tanto, de una fuente de energía renovable e inagotable que utiliza la energía de las mareas producida en nuestros océanos.

Una central mareomotriz se basa en el almacenamiento de agua en un embalse formado al construir un dique con unas compuertas que permiten la entrada de agua o caudal para la generación eléctrica.

El sistema es sencillo y sigue el mismo principio que los antiguos molinos de mareas: cuando la marea sube, se abren las compuertas y se deja pasar el agua hasta que llega a su máximo nivel. A continuación, se cierra el dique para retenerla y se espera a que el mar vaya bajando al otro lado, lo que produce un gran desnivel. Esta altura es aprovechada para hacer pasar el agua por las turbinas y generar electricidad. Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), sólo en aquellos puntos de la costa en los que la mar alta y la baja difieren más de cinco metros de altura es rentable instalar una central de estas características (Twenergy, 2012).

La instalación mareomotriz más importante del mundo se encuentra en Francia: la central de la Rance, inaugurada en 1966. Esta planta produce al año 600 millones de kilovatio-hora (kWh), suficiente para cubrir el 45% del consumo eléctrico de toda la Bretaña francesa.

Y todo gracias al gran potencial que ofrece la energía de los océanos. Esta central es una prueba patente de cómo las mareas pueden proveer una base de generación de energía que desplace a los combustibles fósiles y a las tecnologías contaminantes que dañan el medio ambiente.

CATEGORÍA	TECNOLOGÍA/ENERGÉTICO	2015				2016				
		Capacidad instalada (MW)	Capacidad instalada (%)	Generación Bruta (GWh)	Generación Bruta (%)	Capacidad instalada (MW)	Capacidad instalada (%)	Generación Bruta (GWh)	Generación Bruta (%)	
ENERGÍAS LIMPIAS	RENOVABLES	HIDROELÉCTRICA	12,488.50	18.36	30,891.54	9.98	12,588.99	17.13	30,909.34	9.68
		EÓLICA	2,805.12	4.12	8,745.15	2.83	3,735.42	5.08	10,462.57	3.28
		GEOTÉRMICA	883.60	1.30	6,330.98	2.05	908.60	1.24	6,148.29	1.93
		BAGAZO	670.18	0.99	1,187.26	0.38	798.34	1.09	1,276.37	0.40
		FOTOVOLTAICA	170.24	0.25	190.26	0.06	388.61	0.53	214.79	0.07
		BIOGÁS	80.80	0.12	203.57	0.07	83.17	0.11	194.84	0.06
		HÍBRIDO	0.05	0.00	0.05	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00
	OTRAS LIMPIAS	COGENERACIÓN EFICIENTE	583.05	0.86	3,795.22	1.23	1,036.01	1.41	5,053.01	1.58
		NUCLEAR	1,510.00	2.22	11,577.14	3.74	1,608.00	2.19	10,567.17	3.31
		LICOR NEGRO	25.50	0.04	27.36	0.01	25.50	0.03	37.99	0.01
	FRENOS REGENERATIVOS	6.61	0.01	3.60	0.00	6.61	0.01	3.60	0.00	
	SUBTOTAL LIMPIAS	19,223.64	28.26	62,952.13	20.34	21,179.31	28.81	64,867.98	20.31	
	FÓSILES	48,801.04	71.74	246,600.66	79.66	52,331.12	71.19	254,495.55	79.69	
	*TOTAL	68,025.00	100 %	309,553.00	100 %	73,510.00	100 %	319,364.00	100 %	

Tabla 11: Energías Limpias. Fuente: (Secretaría de Energía, 2017)

La clave reside ahora en desarrollar tecnologías de generación de mareas con poco impacto en la naturaleza y con menores costos de capital y producción.

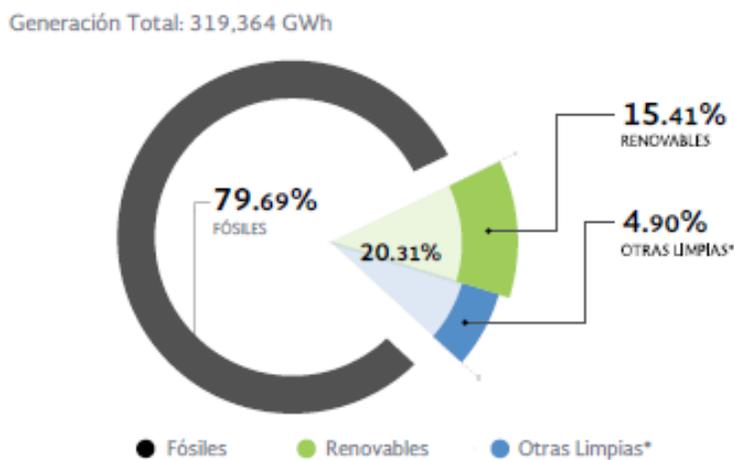
## Generación de energía en México

De acuerdo con (Secretaría de Energía, 2017) México cuenta con un enorme potencial en recursos renovables. Gracias a las reformas implementadas en el sector energético se han ido eliminando barreras que impedían el desarrollo de nuevos proyectos y tecnologías.

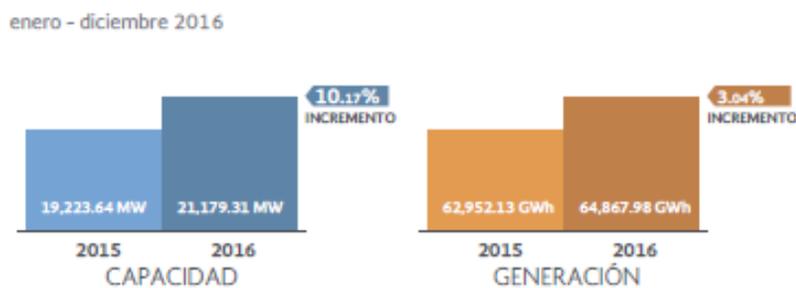
En 2016 (Secretaría de Energía, 2017), el 20.31% de la energía eléctrica fue generada con fuentes limpias. Las tecnologías que mostraron mayor crecimiento fueron: la eólica, la fotovoltaica y cogeneración eficiente.

En 2016, la capacidad instalada para generar energías limpias creció en 10%, llegando a 21,179 MW, que representan el 28.81% de la capacidad total nacional. En 2015 y 2016, se realizaron las dos primeras Subastas de Largo Plazo, con las que se busca asegurar la cobertura de las necesidades entre potencia, energía eléctrica y CEL's a través del desarrollo de proyectos de energías limpias (Secretaría de Energía, 2017).

Como resultado de las Subastas se espera que al cierre del 2018, 34 compañías habrán invertido cerca de 6 mil 600 millones de dólares para la construcción de 52 nuevas centrales de generación de energía renovable.

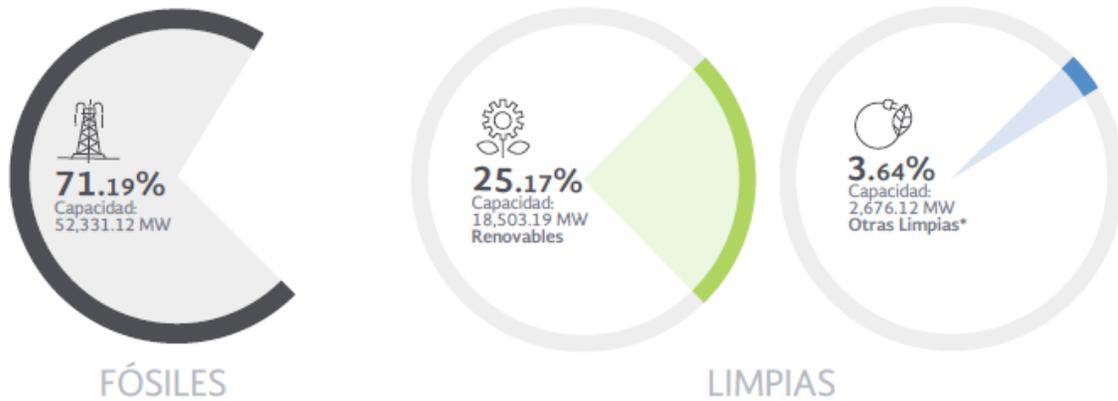


*Ilustración 18: Generación Total. Fuente: (Secretaría de Energía, 2017)*



\*Otras Limpias: Nuclear, Cogeneración Eficiente, Frenos Regenerativos y Licor Negro

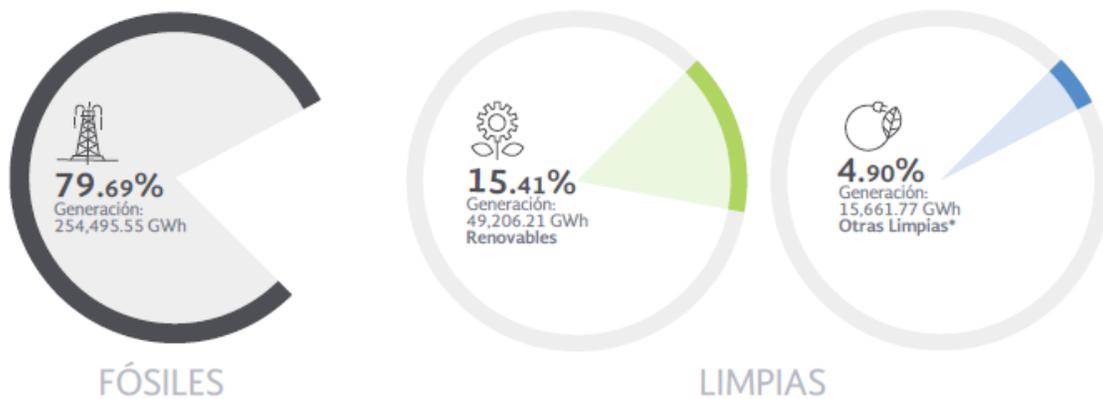
## Capacidad Instalada para Generación de Energía Eléctrica 2016



En 2016, México alcanzó los 21,179 MW de capacidad instalada a partir de fuentes limpias; el crecimiento en el año fue de casi 2,000 MW con respecto a 2015. La capacidad instalada para generar energía limpia llegó al 28.81%.

*Ilustración 19: Capacidad Instalada para Generación de Energía Eléctrica 2016. Fuente: (Secretaría de Energía, 2017)*

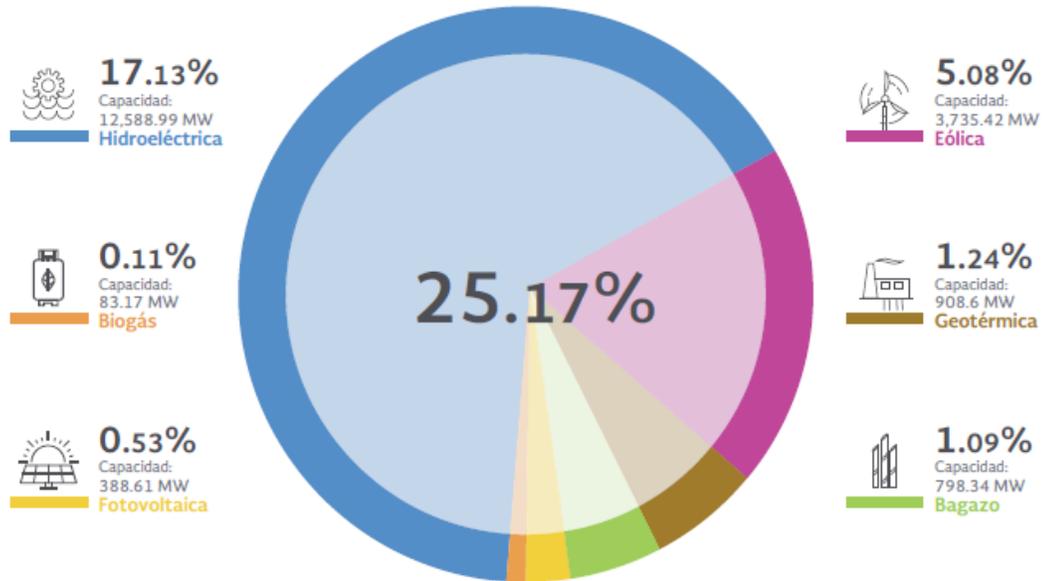
## Generación de Energía Eléctrica 2016



En 2016 se generaron 64,868 GWh de energía limpia, casi 2,000 GWh más que en 2015. La generación representa una participación del 20.31 % de las energías limpias en la matriz energética del país.

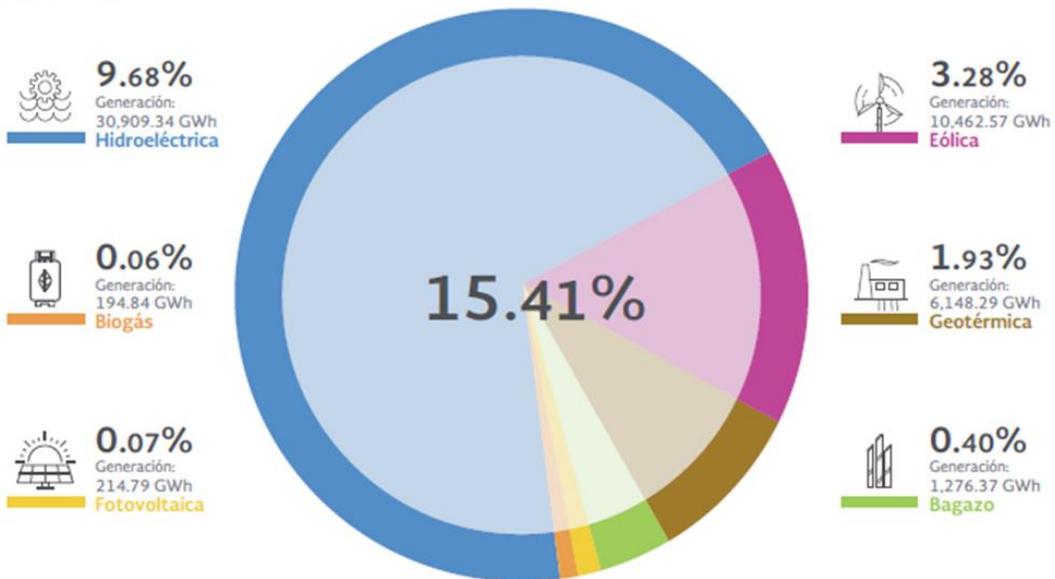
*Ilustración 20: Generación de Energía Eléctrica 2016. Fuente: (Secretaría de Energía, 2017)*

**Capacidad instalada de Energías Renovables 2016**  
18,503.20 MW



*Ilustración 21: Capacidad instalada de Energías Renovables 2016. Fuente: (Secretaría de Energía, 2017)*

**Generación con Energías Renovables 2016**  
49,206.20 GWh



*Ilustración 22: Generación con Energías Renovables 2016. Fuente: (Secretaría de Energía, 2017)*

## Capacidad y Generación de otras Energías Limpias

La capacidad instalada de las consideradas otras energías limpias: la nuclear, la cogeneración eficiente, los frenos regenerativos y el licor negro, alcanzó en 2016 los 2,676 MW que representan el 3.64 % del total nacional (Secretaría de Energía, 2017).

Durante 2016 la generación proveniente de estas energías limpias fue de 15,662 GWh, que equivalen al 4.9 % del total nacional. La capacidad instalada para la cogeneración eficiente ha crecido en 78 %, con la entrada de 453 MW alcanzando 1,257 GWh generados. En 2016, la generación nuclear disminuyó 1,010 GWh debido a un programa de recarga de combustible en la planta de Laguna Verde (Secretaría de Energía, 2017).

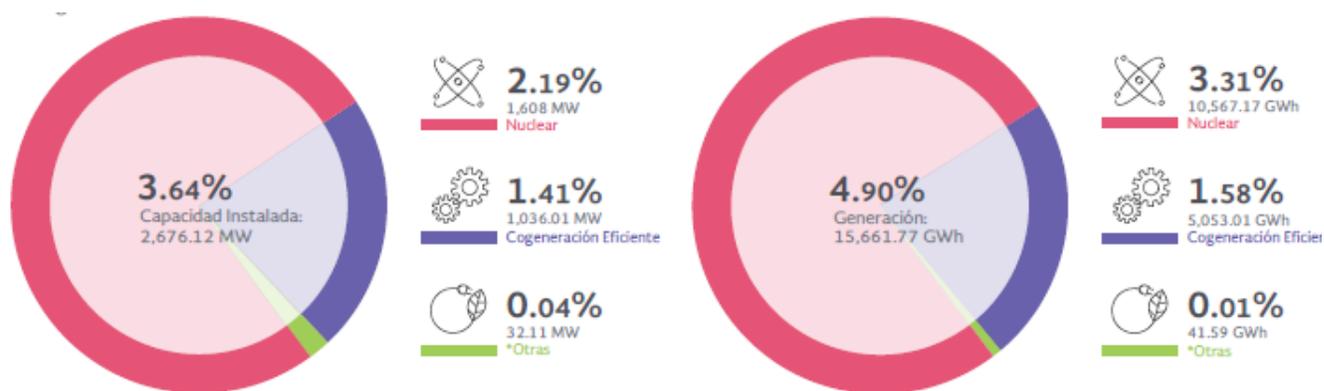
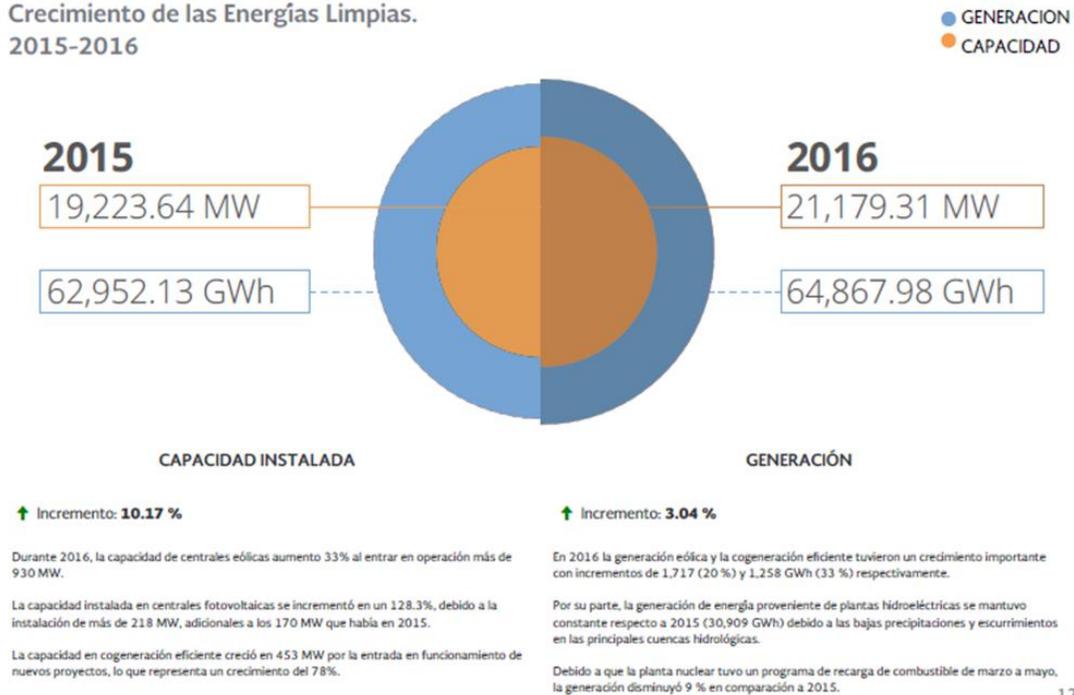


Ilustración 23: Generación de otras Energías Limpias. Fuente: (Secretaría de Energía, 2017)

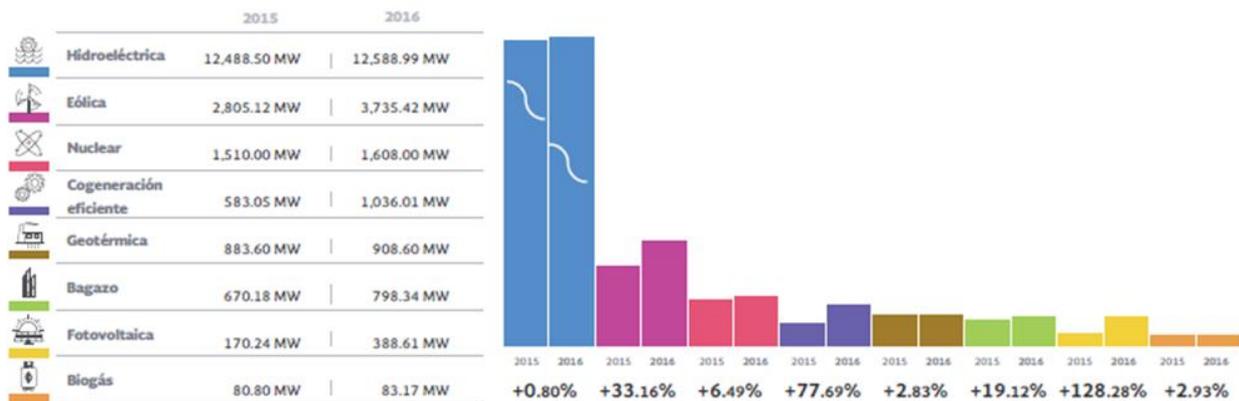
## Crecimiento de las Energías Limpias. 2015-2016



12

Ilustración 24: Crecimiento de las energías limpias 2015-2016. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017)

## Crecimiento de la Capacidad Instalada en Energías Limpias 2015-2016



Las tecnologías con mayor crecimiento a 2016 fueron la eólica con 930.3 MW, la cogeneración eficiente con 452.96 MW y la fotovoltaica con 218.37 MW.

Con este crecimiento la energía eólica y la cogeneración eficiente se posicionan como la 2a y 4ta energías limpias más importantes en capacidad.

Ilustración 25: Crecimiento de la capacidad instalada en Energías Limpias 2015-2016. Fuente: (Secretaria de Energía, 2017)

## *Perspectiva mundial*

De acuerdo con (REN21, 2017)<sup>9</sup>, el 2015 se observaron diversos avances que influyeron en la energía renovable, incluyendo una dramática disminución en los precios de los combustibles fósiles a nivel mundial; una serie de anuncios respecto a la disminución más sustancial en la historia de los precios en contratos a largo plazo de energía renovable; un aumento significativo de atención en la acumulación de energía; y un acuerdo histórico sobre el clima que reunió en París a toda la comunidad mundial.

Actualmente, las energías renovables se han establecido en todo el mundo como una importante fuente de energía. Su rápido crecimiento, particularmente en el sector eléctrico, es impulsado por diversos factores, incluyendo el aumento de la rentabilidad de las tecnologías renovables; iniciativas de política aplicada; un mejor acceso al financiamiento; seguridad energética y cuestiones de medio ambiente; demanda creciente de energía en economías en desarrollo y emergentes; y la necesidad de acceso a una energía modernizada (REN21, 2017).

En consecuencia, en los países en desarrollo están surgiendo mercados nuevos, tanto para la energía renovable centralizada como para la distribuida.

El 2015 fue un año de primicias, acuerdos de alto perfil y publicaciones relacionadas con las energías renovables. Éstos incluyen compromisos tanto del G7 como del G20 para fomentar el acceso a la energía renovable y avanzar en la eficiencia energética, así como adoptar el objetivo dedicado al Desarrollo Sostenible (SDG 7), incluido en la iniciativa Energía Sostenible para Todos de la Asamblea General de las Naciones Unidas (REN21, 2017).

---

<sup>9</sup> REN21 es la red mundial de políticas en energía renovable que conecta a un gran número de actores clave. La meta de REN21 es la de facilitar el intercambio de conocimiento, el desarrollo de políticas y la suma de esfuerzos para una transición mundial rápida hacia la energía renovable. REN21 vincula gobiernos, organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas y de investigación, organismos internacionales e industrias para que se apoyen mutuamente, intercambien conocimientos y lleven a cabo acciones encaminadas hacia el uso de las energías renovables. Para ayudar en el proceso de toma de decisiones sobre políticas, REN21 proporciona información de calidad, promueve la discusión y el debate, y facilita el desarrollo de redes temáticas. REN21 facilita la recolección de información completa y actualizada sobre energía renovable. Esta información refleja diferentes puntos de vista de actores tanto del sector público como privado, lo que sirve para disipar mitos sobre este tipo de energía y, por lo tanto, impulsar un cambio en las políticas. Lo anterior lo hace a través de las siguientes seis líneas de productos (REN21, 2017).

## *Panorama de políticas*

La gran mayoría de países, de acuerdo con el informe (REN21, 2017), alrededor del mundo establecieron políticas de apoyo a las energías renovables a finales de 2015. Durante el año, estas políticas han sido objeto de un interés mayor, como parte de un esfuerzo mundial para mitigar el cambio climático global, mismo que se acordó durante la COP21 en París.

El número total de países con políticas de energía renovable se incrementó una vez más en 2015. A finales del año, al menos 173 países tenían objetivos establecidos en energía renovable, y se estima que 146 países tenían políticas de apoyo a las energías renovables, ya sea a nivel nacional, estatal o provincial.

Diversas jurisdicciones fortalecieron la pretensión de sus objetivos y reforzaron sus políticas, aunque muchos otros atenuaron su apoyo a las energías renovables.

### Políticas en energía renovable para electricidad

El informe (REN21, 2017) menciona que los legisladores siguieron concentrándose en tecnologías de generación de electricidad proveniente de energías renovables, en particular en la energía solar FV y la eólica. A finales de 2015, 110 jurisdicciones a nivel nacional, estatal o provincial habían promulgado políticas de medición neta de electricidad, convirtiéndolo en el mecanismo de regulación más utilizado para promover la energía renovable.

Las licitaciones han obtenido un ímpetu significativo en los últimos años, y un número mayor de países las prefieren sobre las políticas de medición neta de electricidad. A finales de 2015, al menos 64 países llevaron a cabo licitaciones públicas de energía renovable, con ofertas récord tanto en términos de costos bajos, como de alta productividad en países emergentes y en desarrollo alrededor del mundo (REN21, 2017).

Asimismo, los países europeos están comenzando una transición hacia la licitación, lo que refleja el cambio de políticas en la Unión Europea. Del mismo modo, 52 países adoptaron políticas de medición y facturación neta, incluyendo cuatro nuevas políticas adoptadas a nivel nacional y cinco a nivel estatal o provincial (REN21, 2017).

### Países con políticas de energía renovable, por tipo, 2016

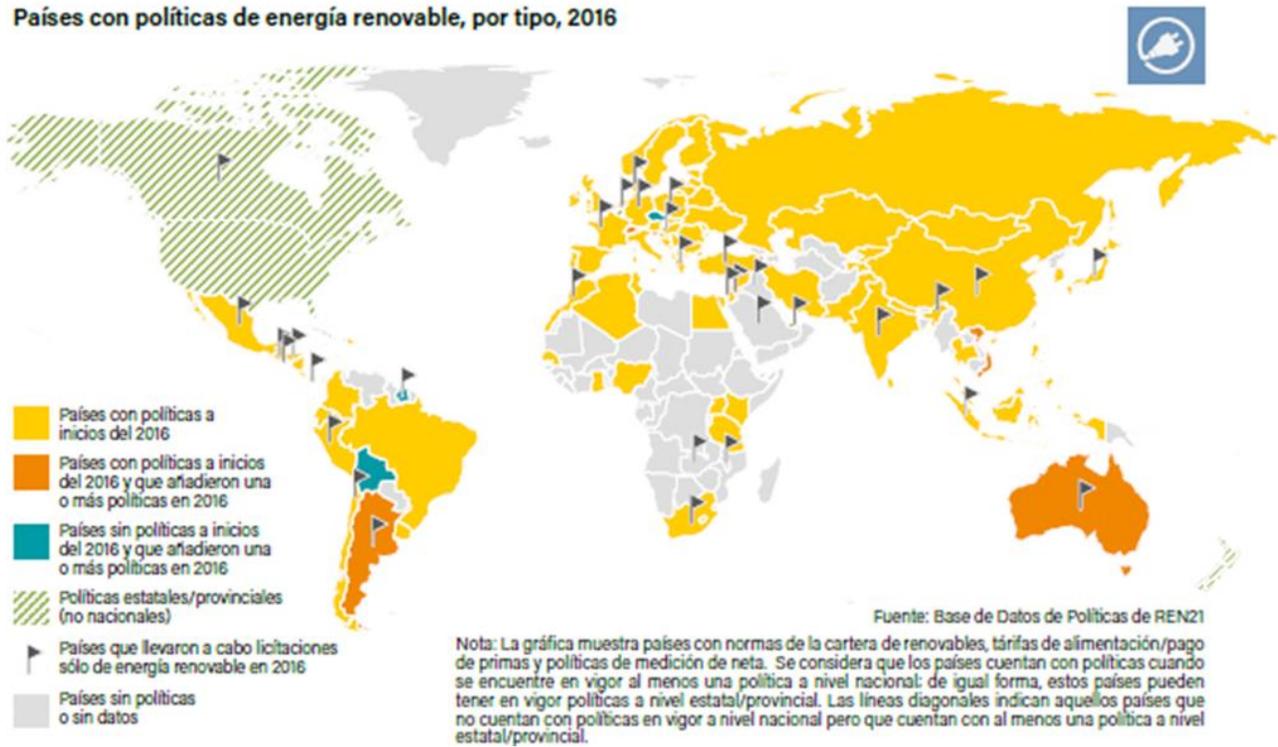


Ilustración 26: Países con políticas de energía renovable, por tipo, 2016. Fuente: (Ren21, 2017)

Las políticas fiscales, incluyendo las donaciones, préstamos e incentivos, continuaron siendo herramientas de suma importancia para promover el despliegue de nuevos proyectos y el desarrollo próspero de tecnologías de energías renovables.

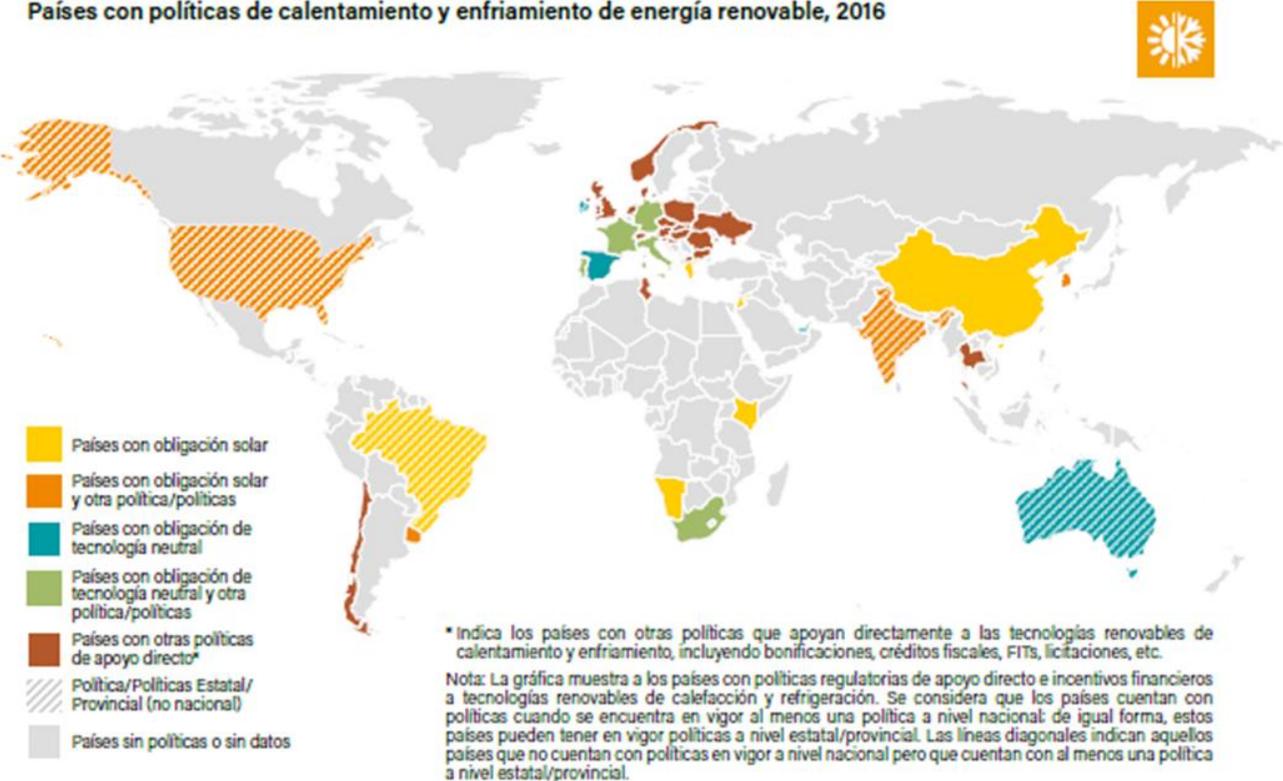
### Políticas en energía renovable para calentamiento y enfriamiento

El apoyo a estas políticas sigue siendo menor al de otros sectores. La lenta adopción de políticas de apoyo al calentamiento renovable y tecnologías de enfriamiento continuó a lo largo de 2015. Las políticas que se adoptaron estaban dirigidas principalmente a tecnologías renovables de calentamiento más que a tecnologías renovables de enfriamiento, centrándose primordialmente en opciones de calentamiento solar térmico a pequeña escala en edificios residenciales y comerciales, tales como calentadores solares de agua (REN21, 2017).

De acuerdo con el informe (REN21, 2017), se estima que casi a finales de 2015 unos 47 países en todo el mundo se habían fijado objetivos para el calentamiento y el enfriamiento renovable. Los objetivos de energías renovables de calentamiento se incluyeron en los INDCs presentados a la UNFCCC por Bosnia y Herzegovina, Jordania y Malawi. A lo largo del 2015, al menos 21 países tenían mandatos para tecnologías de climatización renovables, y no se añadieron nuevos mandatos a nivel nacional, estatal o provincial.

Debido a la lentitud en la adopción de apoyos regulatorios, los incentivos fiscales continuaron siendo el principal mecanismo utilizado por los legisladores para apoyar al sector de calentamiento y enfriamiento renovable.

**Países con políticas de calentamiento y enfriamiento de energía renovable, 2016**



*Ilustración 27: Países con políticas de calentamiento y enfriamiento de energía renovable, 2016. Fuente: (Ren21, 2017)*

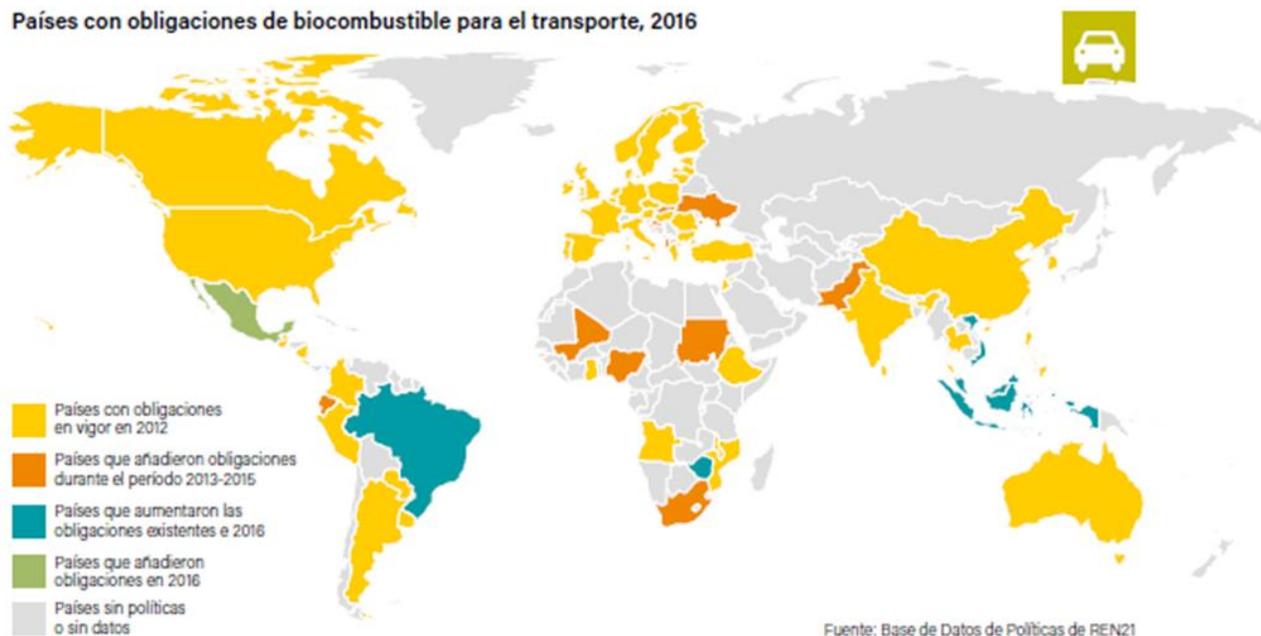
## Políticas en energía renovable para transporte

Desarrollo paulatino y respaldo transitorio a biocombustibles de segunda generación, De acuerdo con el informe (REN21, 2017), en 2015, así como en años anteriores, la mayoría de las políticas adoptadas en el sector del transporte renovable se enfocaron al transporte por carretera mediante el apoyo a la producción y utilización de biocombustibles.

Las políticas para promover la integración de las energías renovables y vehículos eléctricos, así como el uso de las energías renovables en el transporte aéreo, ferroviario o en el servicio postal, han tenido un lento desarrollo.

Hacia finales del 2015, el informe (REN21, 2017) explica que en 66 países había mandatos de biocombustibles a nivel estatal/ provincial. El apoyo se ha desplazado cada vez más hacia la promoción del desarrollo de nuevas políticas de biocombustibles avanzados de segunda generación.

Países con obligaciones de biocombustible para el transporte, 2016



Nota: La gráfica muestra a los países con obligaciones de biocombustibles en el sector del transporte. Se considera que los países cuentan con políticas cuando se encuentre en vigor al menos una política a nivel nacional; de igual forma, estos países pueden tener en vigor políticas a nivel estatal/provincial. Bolivia, República Dominicana, el Estado de Palestina y Zambia añadieron obligaciones durante el período 2010-2012, pero las eliminaron durante el período 2013-2015.

Ilustración 28: Países con obligaciones de biocombustible para el transporte, 2016. Fuente: (Ren21, 2017)

## Políticas en energía renovable en ciudades y gobiernos locales

Ciudades y municipios continuaron expandiendo su influencia como líderes en la transición energética global. Por otro lado, (REN21, 2017) dice que durante las negociaciones climáticas de COP21 realizadas en París, destacó como un factor significativo el papel primordial de los gobiernos municipales y de los compromisos climáticos locales para promover la utilización de tecnologías de energía renovable a gran escala.

Por su parte, las ciudades se sirvieron de una combinación de políticas de regulación, mandatos y compras directas para apoyar el despliegue de energías renovables dentro de sus jurisdicciones.

En 2015, ciudades como Ámsterdam (Holanda) y Graz (Austria) se comprometieron con el desarrollo de sus sectores de calor renovables; mientras en otros lugares, incluyendo Ciudad del Cabo (Sudáfrica) y Banš (Canadá), adoptaron medidas regulatorias para promover la energía renovable (Pack & Saggi, 2006).

En lo que respecta al sector transporte, algunos gobiernos nacionales introdujeron mandatos de mezcla de biocombustibles como iniciativas piloto en ciudades en Kenia, México y Vietnam. En 2015 se extendió el movimiento “Energía renovable 100%” uniéndoseles nuevos miembros, entre ellos las ciudades Byron Shire, Coşs Harbour y Uralla en Australia; el condado de Oxford y Vancouver en Canadá; y las ciudades norteamericanas de Rochester (Minnesota) y San Diego (California) (REN21, 2017).

La lista de ciudades del mundo que se han comprometido a contar con electricidad o con un sistema de energía 100% renovable (en todos los sectores) crece rápidamente. Las ciudades continuaron trabajando en conjunto para avanzar en sus objetivos comunes de energía renovable a través membresías en diversas asociaciones mundiales y regionales de alto perfil, tales como en la Cumbre Mundial de Alcaldes y el Pacto de alcaldes.

# INDICADORES DE ENERGÍA RENOVABLE 2015

		2014	2015
<b>INVERSIONES</b>			
Inversiones nuevas (anuales) en electricidad y combustibles renovables <sup>1</sup>	Miles de millones de dólares (USD)	273	<b>285,9</b>
<b>ELECTRICIDAD</b>			
Capacidad de electricidad renovable (total, sin incluir hidráulica)	GW	665	<b>785</b>
Capacidad de energía renovable (total, incluyendo energía hidráulica)	GW	1.701	<b>1.849</b>
 Capacidad de calentamiento solar de agua <sup>4</sup>	GW <sub>th</sub>	409	<b>435</b>
<b>TRANSPORTE</b>			
 Producción de etanol (anual)	billones de litros	94,5	<b>98,3</b>
 Producción de biodiésel (anual)	billones de litros	30,4	<b>30,1</b>
<b>POLÍTICAS</b>			
Países con objetivos de políticas	#	164	<b>173</b>
Estados / provincias / países con políticas de balances netos	#	110	<b>110</b>
Estados / provincias / países con RPS / políticas de cuota	#	98	<b>100</b>
 Capacidad de energía hidráulica <sup>2</sup>	GW	1.036	<b>1.064</b>
 Capacidad de bioenergía <sup>3</sup>	GW	101	<b>106</b>
 Generación de bioenergía (anual)	TWh	429	<b>464</b>
 Capacidad de energía geotérmica	GW	12,9	<b>13,2</b>
 Capacidad de energía solar FV	GW	177	<b>227</b>
 Energía solar térmica de concentración	GW	4,3	<b>4,8</b>
 Capacidad de energía eólica	GW	370	<b>433</b>
<b>CALOR</b>			

Países con licitaciones / permisos públicos competitivos <sup>5</sup>	#	60	<b>64</b>
Países con obligaciones/mandatos de calefacción	#	21	<b>21</b>
Estados con mandatos de biocombustibles <sup>6</sup>	#	64	<b>66</b>

<sup>1</sup> Los datos sobre inversiones provienen Bloomberg New Energy Finance e incluyen: todos los proyectos de generación de electricidad a partir de biomasa, energía geotérmica y eólica mayores a 1MW; todos los proyectos hidráulicos entre 1 y 50 MW; todos los proyectos de energía solar (donde aquellos menores a 1 MW se estiman por separado y se refieren como proyectos de pequeña escala o de capacidad distribuida menor); todos los proyectos de energía oceánica y todos los proyectos con una producción anual de capacidad de 1 millón de litros o más.

<sup>2</sup> El GSR 2015 reportó un total mundial de 1055 GW de capacidad hidráulica a finales de 2014. El valor de 1036 GW aquí mostrado refleja la diferencia completa entre la capacidad existente a finales de 2015 (1064 GW) y las instalaciones nuevas en 2015 (28 GW). La capacidad a finales de 2014 pudo superar los 1036 GW si se considera la cantidad indeterminada de retiros de capacidad y la repotenciación de plantas que se dio durante el año. Note también que el GSR se esfuerza en excluir la capacidad bombeada de almacenamiento proveniente de los datos de capacidad hidráulica.

<sup>3</sup> La capacidad de bioenergía para el 2014 se ajustó a la alza con respecto a los datos GSR del 2015 para así presentar los datos más recientes disponibles.

<sup>4</sup> Los datos incluyen exclusivamente aquellos relacionados a la capacidad de calentamiento de agua solar generada por colectores de agua. La cifra de 2015 es una estimación preliminar.

<sup>5</sup> Los datos de licitación / licitación pública representan a todos los países que han ofertado en cualquier momento del año indicado.

<sup>6</sup> Las políticas de biocombustibles incluyen tanto las políticas enumeradas en la columna de obligación/mandato para biocombustibles presentados en la Tabla 4 (Políticas de apoyo para energías renovables) y en Referencia. La tabla R25 (Mandatos de mezcla de biocombustibles a nivel nacional y estatal). Se consideran aquellos países que cuentan con al menos con una política nacional o estatal/provincial Política en vigor.

Nota: Todos los valores se redondean a números enteros, excepto para los números <15; en biocombustibles e inversiones, se redondean a decimales.

*Tabla 12: Indicadores de energía removable 2015. Fuente: (REN21, 2017)*

## *Tendencias de industria y de mercado*

### Energía de biomasa

La producción de bioenergía continuó creciendo durante el 2015, de acuerdo con el informe (REN21, 2017), para satisfacer la creciente demanda de energía en algunos países y contribuyendo a alcanzar objetivos ambientales.

La producción de biocalor para edificios y usos industriales creció de manera pausada en el 2015, aumentando un 3% aproximadamente en los usos modernos de biocalor en comparación a los niveles alcanzados en el 2014.

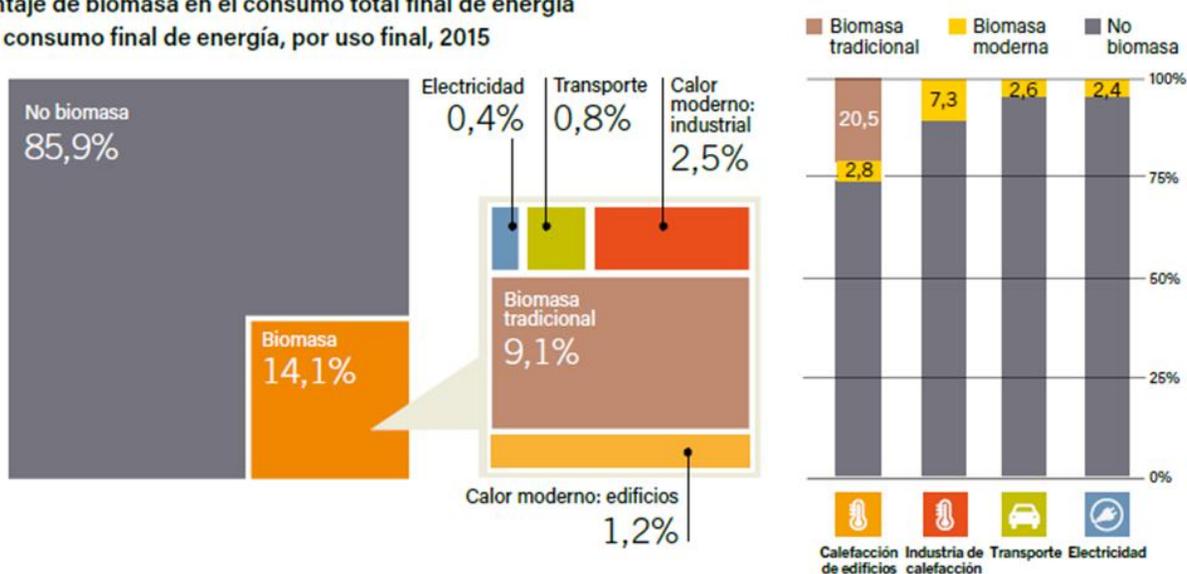
De igual modo, en el Mar Báltico y las regiones de Europa del Este ha habido un crecimiento evidente en el uso de biomasa para la calefacción distrital. El uso de bioenergía ha prosperado con mayor rapidez a un promedio anual de 8% aproximadamente-con un crecimiento acelerado, particularmente notable en la producción de China, Japón, Alemania y Reino Unido. Las regiones y los países desarrollados, incluyendo Australia, Europa, Japón y América del Norte, han experimentado un crecimiento significativo con respecto a la cantidad de consumidores residenciales e industriales que producen su propia electricidad (REN21, 2017).

La producción de etanol se incrementó un 4% a nivel mundial, con niveles récord de producción en Estados Unidos y Brasil. La producción mundial de biodiésel decreció ligeramente debido a la producción restringida en algunos mercados asiáticos, aunque el crecimiento continuó al alza en los principales países productores (Estados Unidos y Brasil) (REN21, 2017).

Los mandatos protegieron la demanda de uso de biocombustibles contra la caída de precios de los combustibles fósiles; no obstante, la incertidumbre sobre los mercados futuros limitó la inversión en la nueva capacidad de producción durante el año.

En el 2015 se presencié un progreso constante en la comercialización y el desarrollo de biocombustibles avanzados, con un crecimiento en la capacidad y la producción de combustibles tanto por vías térmicas como biológicas.

**Porcentaje de biomasa en el consumo total final de energía y en el consumo final de energía, por uso final, 2015**



*Ilustración 29: Porcentaje de biomasa en el consumo total final de energía y en el consumo final de energía, por uso final, 2015. Fuente: (Ren21, 2017)*

### Generación mundial con bioenergía, por región, 2006-2016

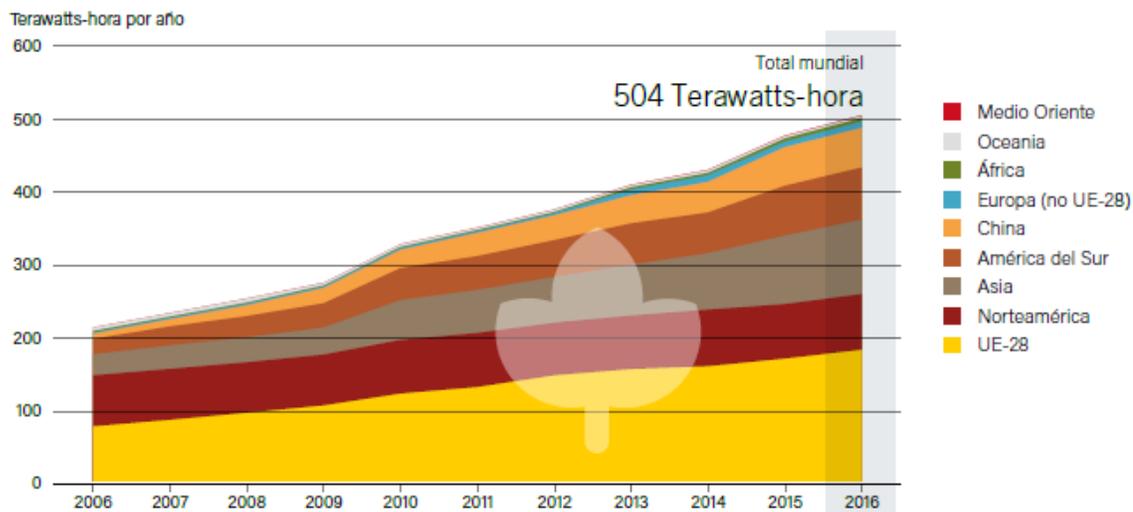


Ilustración 30: Generación mundial con bioenergía, por región, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017).

### Tendencias mundiales en la producción de etanol, biodiésel y aceite vegetal de palma hidrotratado (HVO), 2006-2016

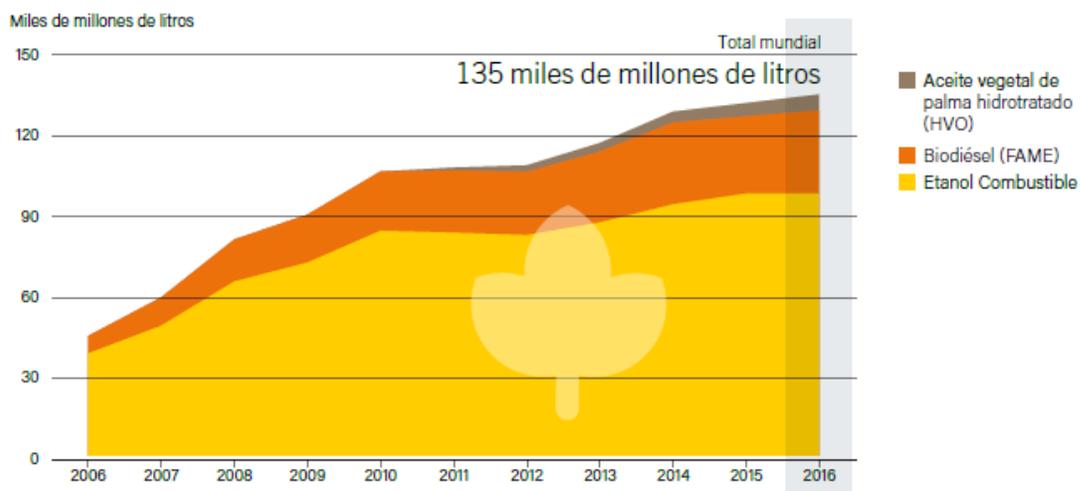


Ilustración 31: Tendencias mundiales en la producción de etanol, biodiésel y aceite vegetal de palma hidrotratado (HVO), 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017)

## Energía geotérmica

Alrededor de 315 MW de nueva capacidad de energía geotérmica entraron en funcionamiento en el 2015, elevando el total mundial a 13.2 GW. La energía geotérmica genera un estimado de 75 teravatios/horas (TWh) durante todo el año. Los bajos costos de los combustibles fósiles, junto con el alto riesgo de desarrollar un proyecto, generan condiciones desfavorables para la energía geotérmica (REN21, 2017).

Turquía lideró el mercado, destacando en cerca de la mitad de las nuevas adiciones de capacidad a nivel mundial. El uso directo de la energía geotérmica aumentó a un estimado de 272 petajoules (PJ) de energía térmica durante el 2015 (75 TWh). Se estima un añadido de cerca de 1.2 GWth en el 2015, con una capacidad total de 21.7 GWth (REN21, 2017).

La tasa anual de crecimiento promedio en el consumo de calor geotérmico de uso directo ha sido un poco más del 3% en los últimos años.

Adiciones a la capacidad de energía geotérmica, participación por país, 2016

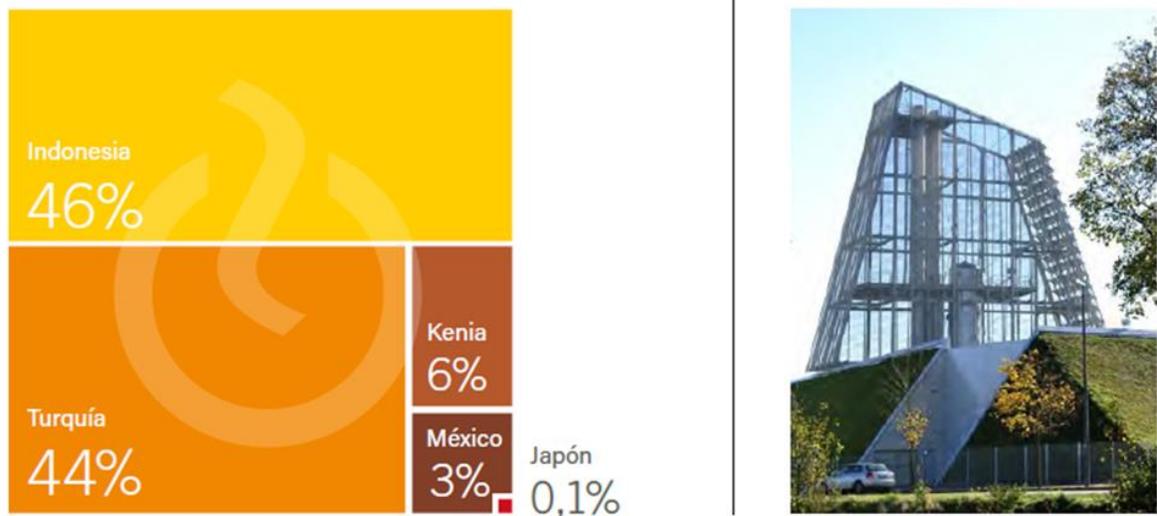


Ilustración 32: Adiciones a la capacidad de energía geotérmica, participación por país, 2016. Fuente: (Ren21, 2017)

### Capacidad de energía geotérmica y adiciones, 10 países líderes, 2016

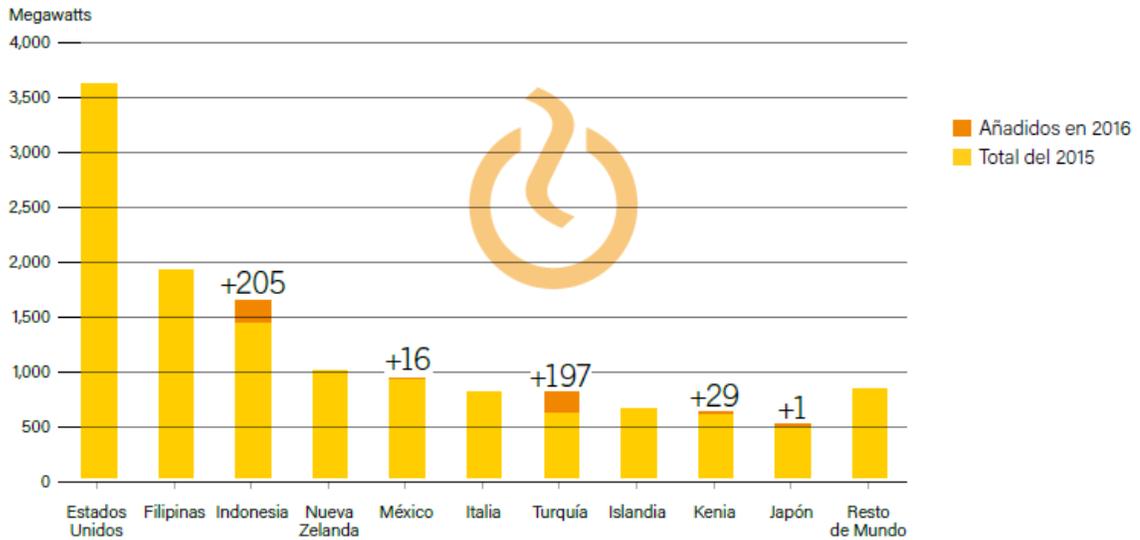


Ilustración 33: Capacidad de energía geotérmica y adiciones, 10 países líderes, 2016. Fuente: (Ren21, 2017).

## Energía Hidroeléctrica

En 2015 se comisionó una nueva capacidad de energía hidroeléctrica de aproximadamente 28GW (con excepción del almacenamiento por bombeo), aumentando así la capacidad mundial total a unos 1.064

GW. Se calcula que la producción mundial aumentó al menos 1% con respecto al 2014, es decir, alrededor de 3.920<sup>3</sup>TWh (REN21, 2017).

Las constantes sequías continuaron afectando de manera negativa a la producción de energía hidroeléctrica en muchas regiones, incluyendo América y el sureste de Asia. El mercado interno de China continuó disminuyendo; aun así, el país conservó su liderazgo mundial por un amplio margen, con 16 GW añadidos (REN21, 2017).

De igual modo, una capacidad considerable se añadió en Brasil, Turquía, India, Vietnam, Malasia, Canadá, Colombia y Laos.

El riesgo climático y la creciente participación de generación de energías renovables diversas empresas impulsaron una adaptación mayor en la industria de la energía hidroeléctrica. La modernización, re-equipamiento y ampliación de las instalaciones existentes se extendieron en diversos mercados para mejorar la eficiencia, la flexibilidad y la resistencia del sistema (REN21, 2017).

Las respuestas a la creciente participación de la generación de energías renovables han incluido un mayor énfasis en la acumulación por bombeo y aplicación en conjunto de la energía hidráulica con la energía solar y la eólica.

### Capacidad mundial de energía hidroeléctrica porcentajes de los 6 países líderes y el resto del mundo, 2016



*Ilustración 34:* Capacidad mundial de energía hidroeléctrica porcentajes de los 6 países líderes y el resto del mundo. Fuente: (Ren21, 2017).

### Capacidad de energía hidroeléctrica y adiciones, 9 países líderes en capacidad añadida, 2016

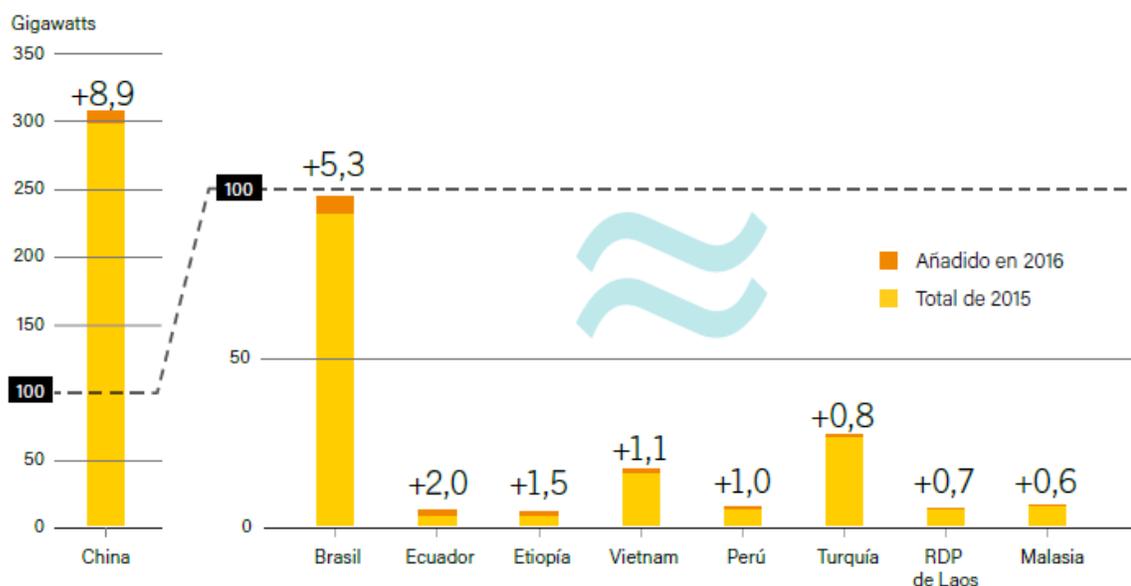


Ilustración 35: Capacidad de energía hidroeléctrica y adiciones, 9 países líderes en capacidad añadida, 2016. Fuente: (Ren21, 2017).

### Energía solar FV

El mercado de la energía solar FV se incrementó un 25% con respecto al 2014, rompiendo un récord de 50 GW y aumentando el total mundial a 227 GW. La capacidad mundial de energía solar FV en el mercado anual del 2015 fue 10 veces mayor a la de hace una década (REN21, 2017).

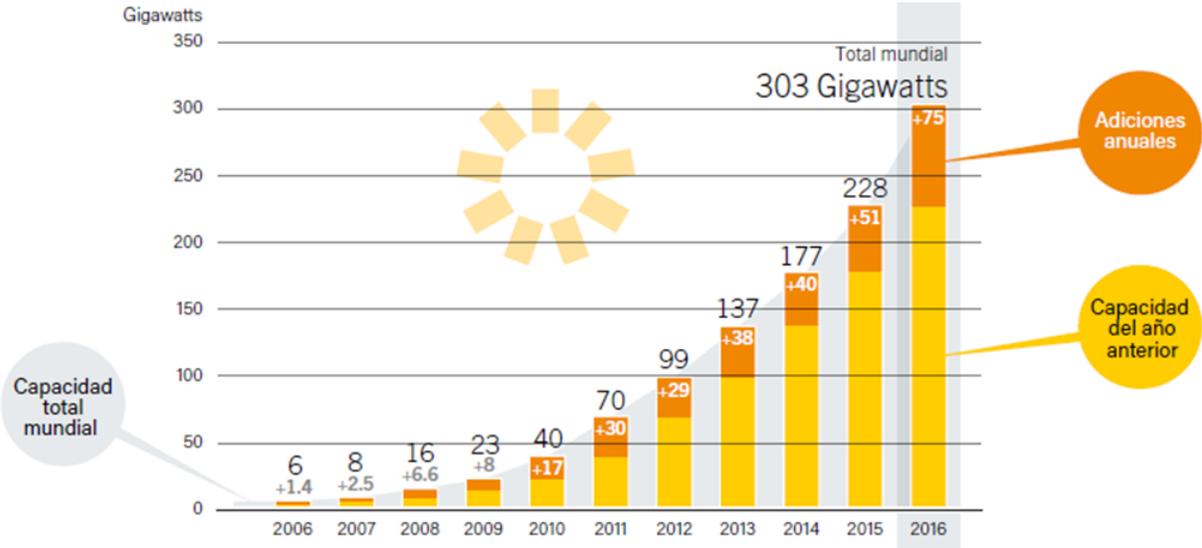
Una vez más, China, Japón y Estados Unidos reportaron la mayor parte en la capacidad añadida; sin embargo, los mercados emergentes en todos los continentes contribuyeron de manera significativa al crecimiento mundial, impulsados en gran medida por el aumento de la competitividad de los costos de energía solar FV.

A fines de 2015, aproximadamente unos 22 países tenían suficiente capacidad para cumplir con más del 1% de la demanda en electricidad; incluso en algunos países se presentaban cuotas mucho más altas (Italia 7,8%, Grecia 6,5% y Alemania 6,4%). China alcanzó el 100% de electrificación, en parte gracias a la energía solar FV instalada fuera de la red desde 2012; sin embargo, para la energía conectada a la red, la limitación de la generación solar empezó a convertirse en un grave desafío para el sector de la energía solar FV de China (REN21, 2017).

En los últimos años, la recuperación de la industria se fortaleció aún más debido a la aparición de nuevos mercados y a la fuerte demanda mundial. Asimismo, en 2015 la mayoría de las empresas de primer nivel estaban de vuelta. Se presenció una baja demanda record para proyectos a gran escala de energía FV, tanto en América Latina como en el Medio Oriente y la India.

La distribución de techos de energía solar FV continuó encareciéndose más que los proyectos de gran escala, sin embargo, los primeros han seguido trayectorias similares a los últimos en cuestiones de precios, e incluso en varios lugares se muestran competitivos con los precios de venta al por menor.

**Capacidad mundial de energía solar FV y adiciones anuales, 2006-2016**



*Ilustración 36: Capacidad mundial de energía solar FV y adiciones anuales, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017)*

### Capacidad mundial de energía solar FV, por país y región, 2006-2016

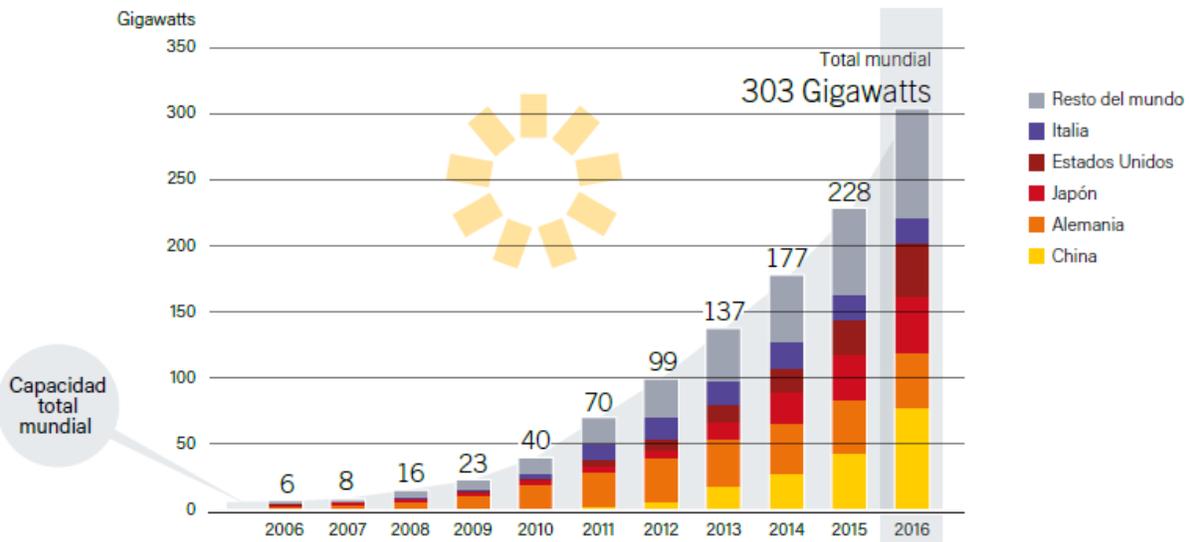
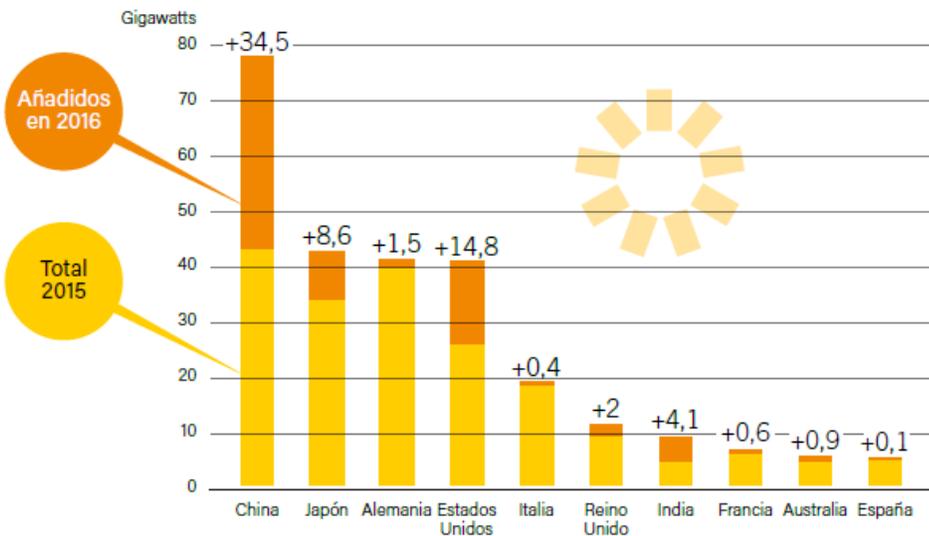


Ilustración 37: Capacidad mundial de energía solar FV, por país y región, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017).

### Capacidad de energía solar FV y adiciones, 10 países líderes, 2016

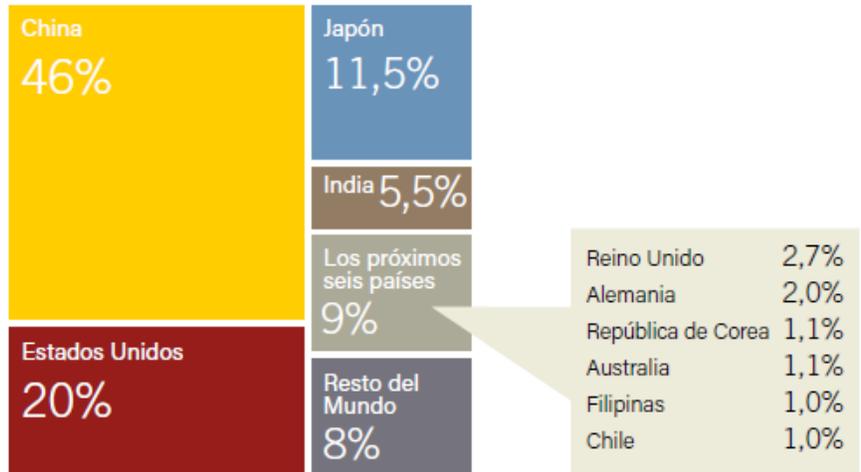


China representó el **46%** de la nueva capacidad



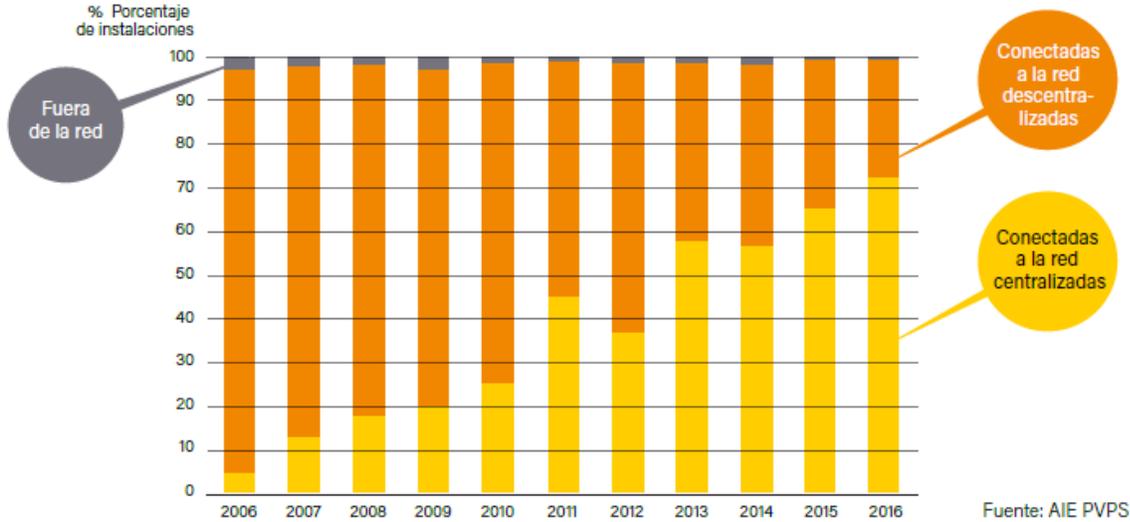
Ilustración 38: Capacidad de energía solar FV y adiciones, 10 países líderes, 2016. Fuente: (Ren21, 2017).

**Adiciones a la capacidad mundial de energía solar FV, porcentajes de los 10 países líderes y el resto del mundo, 2016**



*Ilustración 39: Adiciones a la capacidad mundial de energía solar FV, porcentaje de los 10 países líderes y el resto del mundo, 2016. Fuente: (Ren21, 2017).*

**Adiciones mundiales de energía solar FV, porcentaje de instalaciones conectadas a la red y fuera a la red, 2006-2016**



*Ilustración 40: Adiciones mundiales de energía solar FV, porcentaje de instalaciones conectadas a la red y fuera a la red, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017).*

## Energía solar térmica de concentración (CSP)

En 2015, Marruecos (160 MW), Sudáfrica (150 MW) y Estados Unidos (110 MW) construyeron nuevas instalaciones de energía solar térmica de concentración en línea, elevando la capacidad total mundial alrededor de un 10%, cerca de 4.8 GW (Ren21, 2017).

Las nuevas instalaciones representan una combinación de tecnologías parabólicas y de torre, y todos incorporan almacenamiento de energía térmica (TES por sus siglas en inglés).

Al final del año, la capacidad de energía solar de concentración (CSP por sus siglas en inglés) estaba bajo construcción en Marruecos (350 MW), Sudáfrica (200 MW), Israel (121 MW), Chile (110 MW), Arabia Saudita (100 MW), China (50 MW) e India (25 MW), lo que refleja un cambio desde los mercados tradicionales (España y Estados Unidos) hacia regiones con altos niveles de radiación directa normal (DNI por sus siglas en inglés) (REN21, 2017).

La capacidad industrial continuó incrementándose en regiones en desarrollo, apoyada por requisitos de contenido local asociados a los programas de adquisición de CSP. Las grandes instalaciones (de más de 100 MW) son con frecuencia la norma, así como la incorporación de TES y tecnologías de enfriamiento en seco.

Los precios de oferta de CSP en licitaciones nacionales continuaron a la baja, sobre todo en Sudáfrica y Marruecos. La reducción de costos y una mayor eficiencia térmica fueron áreas clave de enfoque en varios programas de investigación y desarrollo (I&D) alrededor del mundo.

Capacidad mundial de energía solar térmica de concentración, por país y región, 2006-2016

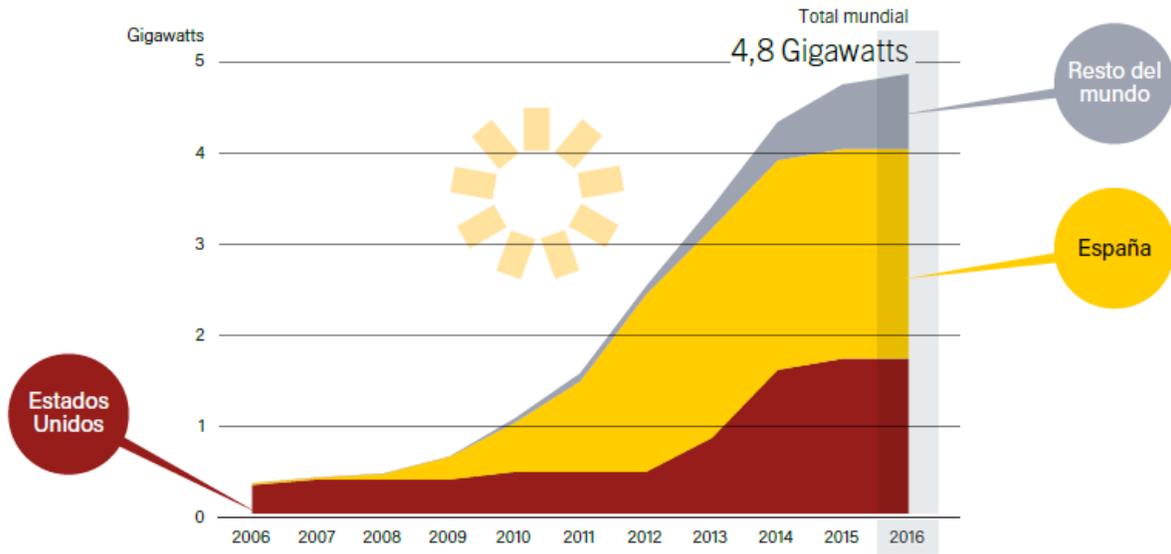


Ilustración 41: Capacidad mundial de energía solar térmica de concentración, por país y región, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017).

Capacidad mundial de almacenamiento de energía solar térmica de concentración CSP y adiciones anuales, 2007-2016

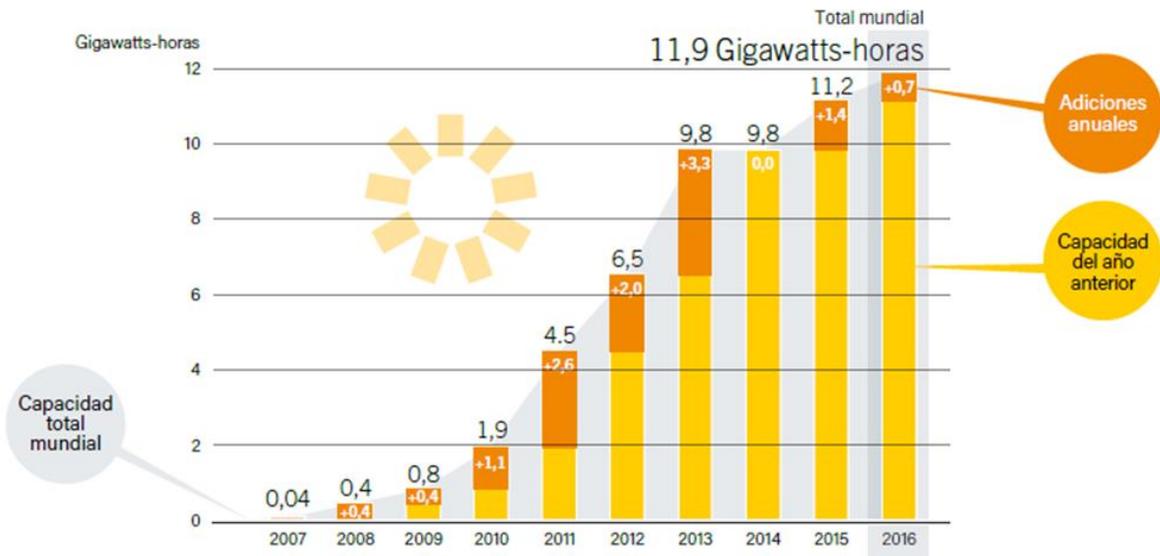


Ilustración 42: Capacidad mundial de almacenamiento de energía solar térmica de concentración CSP y adiciones anuales, 2007- 2016. Fuente: (Ren21, 2017).

## Calentamiento y enfriamiento solar Térmicos

En 2015, la capacidad mundial de colectores solares térmicos, vidriados o no, se incrementó en más de un 6% a pesar de la desaceleración del mercado, la cual se dio principalmente por la continua recesión de los mercados de China y Europa. China reportó alrededor del 77% de nuevas instalaciones de colectores solares de agua, seguida por Turquía, Brasil, India y Estados Unidos. A finales del año, la capacidad acumulativa de los colectores solares de agua alcanzó un estimado de 435 GWth (los colectores de aire añadieron otros 1,64 GWth), capacidad suficiente para generar aproximadamente 357 TWh de calor al año (REN21, 2017).

El desarrollo del mercado varía considerablemente de un país a otro. Dinamarca, Israel, México, Polonia y Turquía reportaron un crecimiento significativo.

Por el contrario, los bajos precios del petróleo y del gas en Europa, así como la desaceleración en curso de la construcción de viviendas en China han mitigado estos mercados. No obstante, diversos fabricantes europeos de energía solar térmica lograron incrementar sus ventas mediante el desarrollo de nuevos modelos comerciales, ofreciendo contratos de suministro de calefacción, o contratos de empresas de servicios energéticos (ESCO por sus siglas en inglés), u ofertando pagos a plazos largos por las inversiones realizadas para la instalación.

En el 2015 aumentó el interés y la implementación de sistemas térmicos solares a gran escala en redes de calefacción urbana e industrial. Por otro lado, las grandes inversiones marcaron una nueva era con el inicio de la construcción de una planta de generación de calefacción solar de 1 GWth en Omán.

### Capacidad mundial de colectores de calentamiento solar de agua, 2006-2016

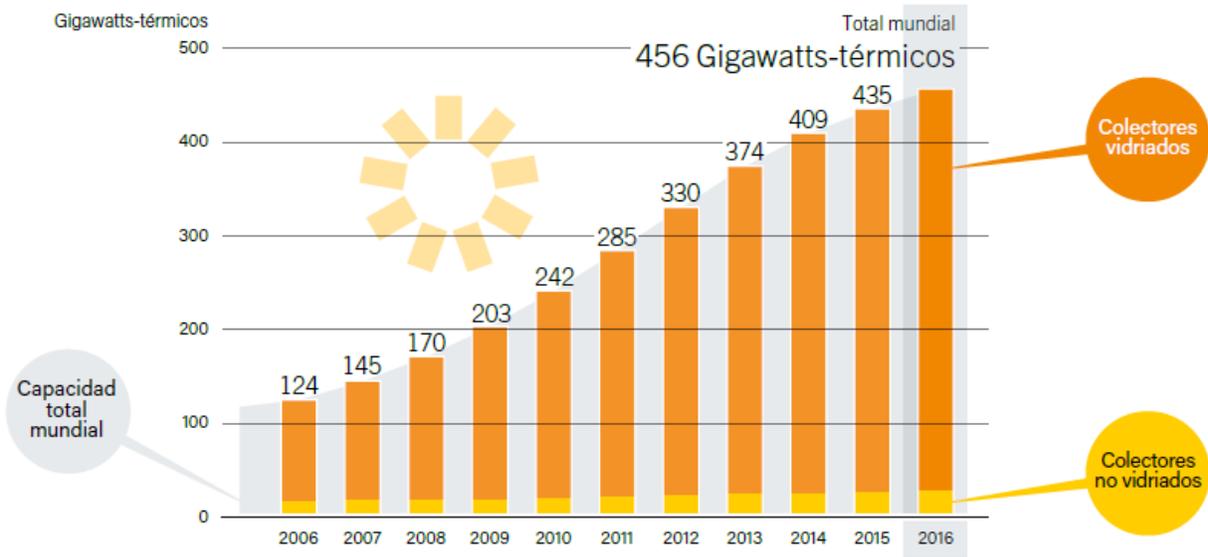


Ilustración 43: Capacidad mundial de colectores de calentamiento solar de agua, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017).

### Adiciones de colectores solares para calentamiento de agua, 20 países líderes por capacidad añadida, 2016

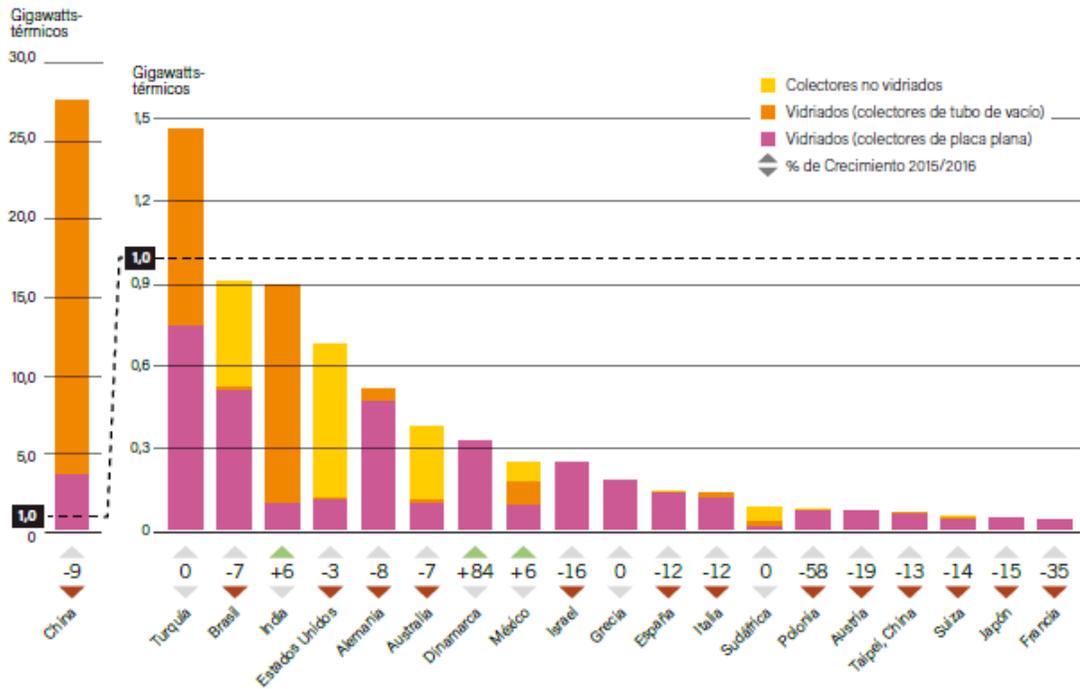


Ilustración 44: Adiciones de colectores solares para calentamiento de agua, 20 países líderes por capacidad añadida, 2016. Fuente: (Ren21, 2017).

## Energía eólica

En 2015, la energía eólica fue la principal fuente de nueva capacidad generadora de electricidad en Europa y Estados Unidos, y la segunda más importante en China. A nivel mundial, se añadió un récord de 63 GW, sumando un total aproximado de 433 GW. Los países fuera de la OCDE, fueron responsables de la mayoría de las instalaciones (liderados por China), gracias a lo cual surgieron nuevos mercados a lo largo de África, Asia y América Latina (Ren21, 2017).

Diversas compañías y otras entidades privadas continuaron inclinándose hacia la energía eólica como una fuente de energía confiable y de bajo costo, mientras que varios grandes inversionistas se sintieron atraídos por la estabilidad de sus rendimientos.

El sector costa afuera tuvo un gran año, con un estimado de 3.4 GW conectado a las redes, sobre todo en Europa, superando un total mundial de 12 GW.

La energía eólica está desempeñando un papel importante al satisfacer la demanda de electricidad en un número creciente de países, incluyendo Alemania (más del 60% en cuatro estados), Dinamarca (42% de la demanda en 2015), y Uruguay (15,5%). Una vez más, la industria eólica tuvo un año fuerte, y la mayoría de los principales fabricantes de turbinas rompieron sus propios registros anuales de instalación (Ren21, 2017).

Para satisfacer la creciente demanda, en todo el mundo se abrieron nuevas fábricas o se iniciaron labores de construcción. Los desafíos actuales incluyen la falta de infraestructura de transmisión y la restricción de suministro en la generación de energía eólica (en particular en China).

### Capacidad mundial de energía eólica y adiciones anuales, 2006-2016

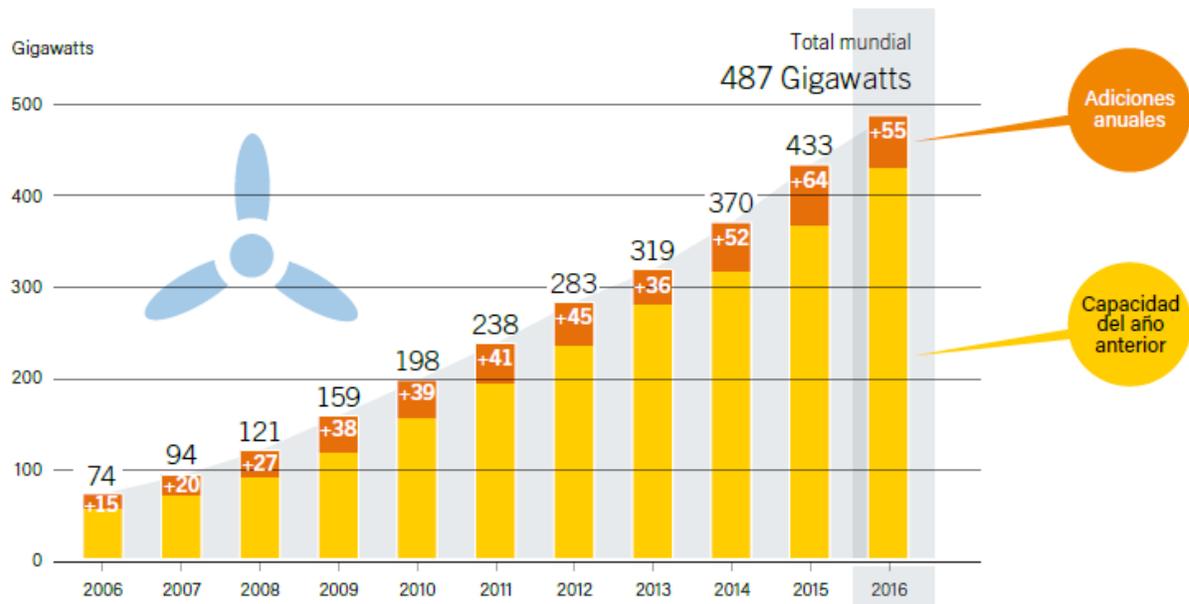


Ilustración 45: Capacidad mundial de energía eólica y adiciones anuales, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017).

### Capacidad de energía eólica y adiciones, 10 países líderes, 2016

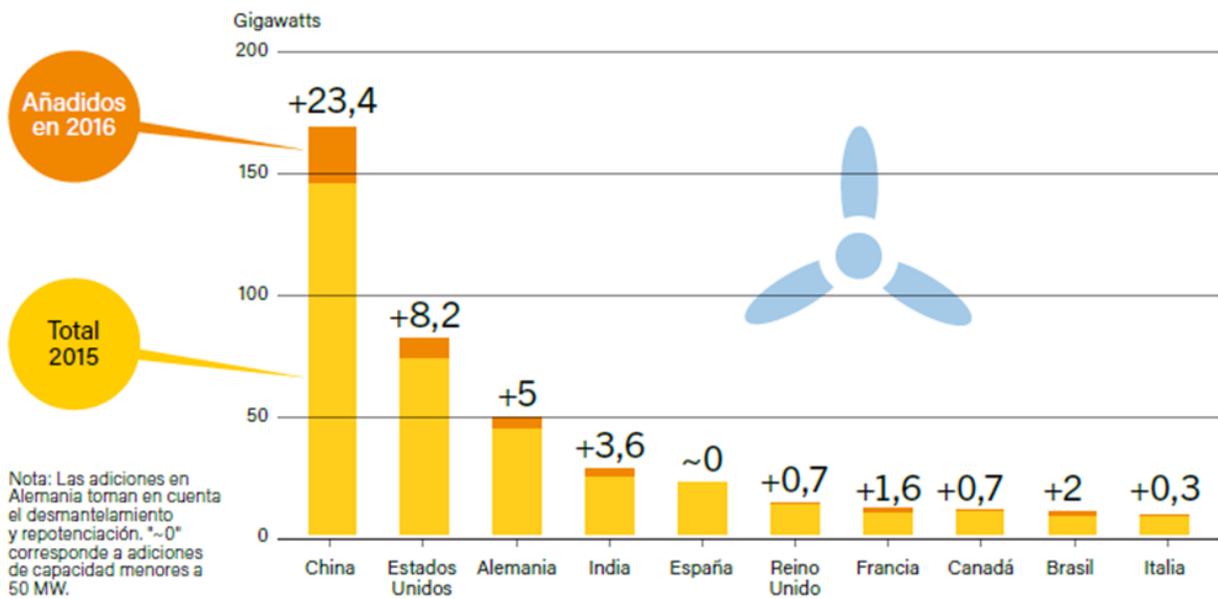


Ilustración 46: Capacidad de energía eólica y adiciones, 10 países líderes, 2016. Fuente: (Ren21, 2017)

### Capacidad mundial de energía eólica marina, por región, 2006-2016

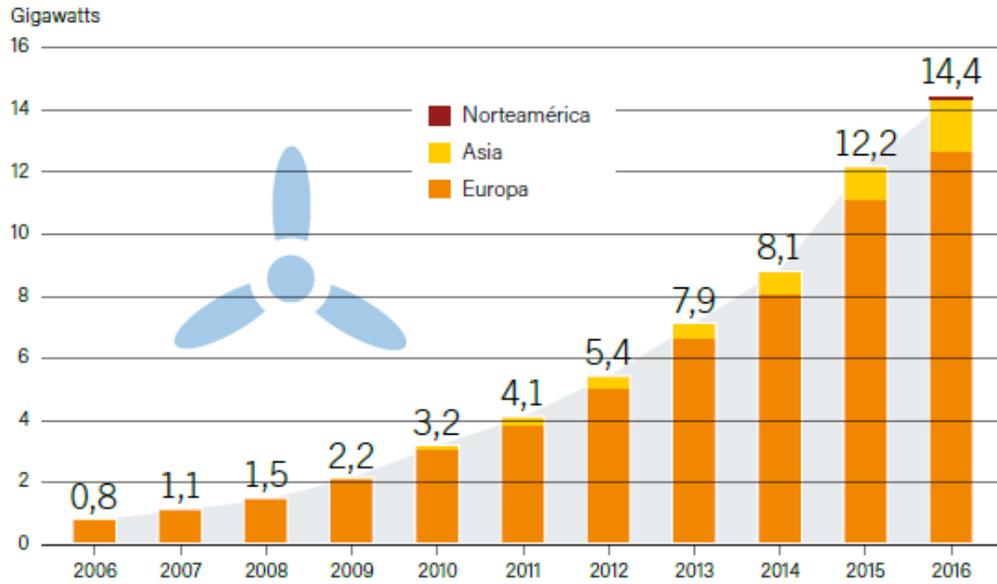
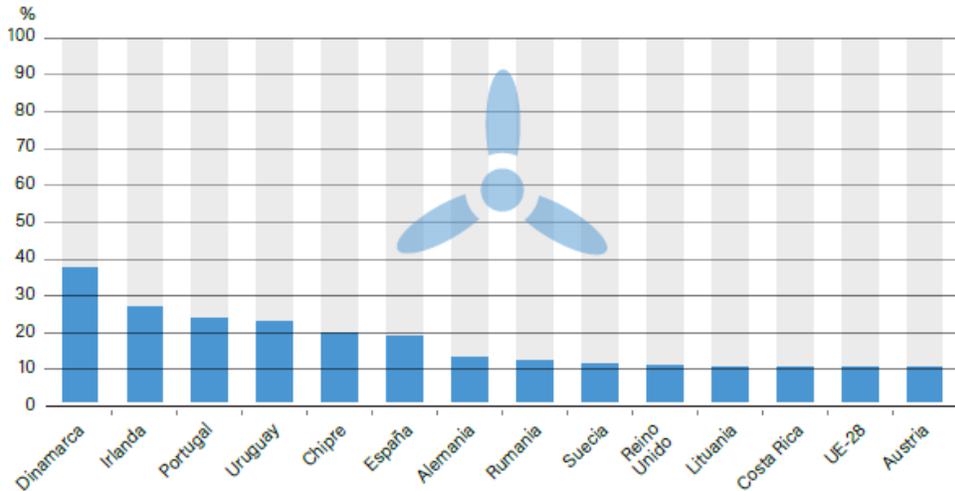


Ilustración 47: Capacidad mundial de energía eólica marina, por región, 2006-2016. Fuente: (Ren21, 2017)..

### Porcentaje de demanda de electricidad generada por la energía eólica, países seleccionados con más del 10% y UE28, 2016



## EL VIENTO

se ha convertido en la opción **MENOS COSTOSA** para nueva capacidad de generación de energía, en un número creciente de mercados.

Ilustración 48: Porcentaje de demanda de electricidad generada por la energía eólica, países seleccionados con más de 10% y UE28, 2016. Fuente: (Ren21, 2017).

## Energía oceánica

En 2015, la capacidad de energía oceánica, sobre todo la energía mareomotriz, se mantuvo en 530 megavatios (MW). Durante el año se presentó una mezcla de vientos a favor y en contra para la industria de la energía oceánica.

Varias empresas continuaron teniendo éxito con sus tecnologías de energía oceánica al desplegar dispositivos nuevos o mejorados, sobre todo en aguas europeas. Sin embargo, al menos una empresa se fue a la quiebra, y la industria en su conjunto enfrentó un panorama financiero restringido que iba más allá del financiamiento público.

Como en la mayoría de los años anteriores, los despliegues de tecnología de energía oceánica en 2015 eran en general proyectos piloto, cuya actividad principal se enfocaba en tecnologías de energía mareomotriz, y en dispositivos capaces de transformar el oleaje en energía.

### *Flujos de inversión*

Las nuevas inversiones mundiales en energía renovable y combustibles ascendieron para romper un récord de 285.9 mil millones de dólares en 2015 (sin incluir proyectos de energía hidroeléctrica > 50 MWi). Esto representa un aumento del 5% respecto al 2014, y supera el récord anterior alcanzado en 2011 (278.5 mil millones de dólares) (REN21, 2017).

Incluyendo las inversiones en proyectos de energía hidroeléctrica superiores a 50 MW, el total de las nuevas inversiones de energía renovable y combustibles durante el 2015 (sin incluir la climatización renovable) fue de al menos de 328.9 mil millones de dólares.

En 2015, la inversión mundial en la nueva capacidad de energía renovable (265.8 mil millones de dólares) duplicó los más de 130 mil millones de dólares asignados para la nueva capacidad de generación de electricidad a través de carbón y gas natural. Esta diferencia a favor de las energías renovables ha sido la más importante hasta la fecha.

Si los proyectos de energía hidroeléctrica superiores a 50 MW fueran tomados en cuenta, la diferencia de nueva capacidad de energía entre las energías renovables y la inversión de combustibles fósiles sería aún mayor.

En 2015, y por primera vez en la historia, la inversión total en energía renovable y combustibles en países en desarrollo superó a la de las economías desarrolladas. Los países en desarrollo, incluyendo China, India y Brasil, recaudaron un total de 156 mil millones de dólares (19% más en comparación con 2014). China tuvo un papel preponderante, aumentando su inversión un 17%, es decir, a 102.9 mil millones de dólares, los cuales representan el 36% del total mundial (REN21, 2017).

De igual forma, la inversión en energía renovable aumentó significativamente en India, Sudáfrica, México y Chile. Otros países en desarrollo invirtieron más de 500 millones de dólares en energías renovables, incluyendo Marruecos, Uruguay, Filipinas, Pakistán y Honduras.

Por el contrario, la inversión en energía renovable en los países desarrollados, como grupo, se redujo en un 8% en 2015, es decir, a 130 mil millones de dólares. La disminución más drástica se observó en Europa (21% menos, 48.8 miles de millones de dólares), a pesar de que la región tuvo un año récord de financiamiento para la energía eólica costa afuera (17 mil millones de dólares, hasta 11% desde 2014) (REN21, 2017).

En Estados Unidos, la inversión en energía renovable (dominada en gran parte por la energía solar) aumentó en un 19%, es decir, a 44.1 miles de millones de dólares, lo que implica el crecimiento más grande en el país desde 2011.

La inversión en energía renovable aumentó de manera significativa hacia la generación de electricidad a base de la energía solar y la eólica. Una vez más, la energía solar se convirtió en el sector energético líder en términos de capital invertido en 2015, lo cual representa 161 mil millones de dólares (un 12% más que en 2014), o más del 56% del total de las nuevas inversiones en energía renovable y combustibles (REN21, 2017).

La energía eólica la secundó con 109.6 mil millones de dólares, es decir, el 38.3% del total (más de un 4%). Todas las tecnologías, excepto la energía solar y la eólica, sufrieron una caída en inversiones con respecto al 2014, la inversión en biomasa y energía de desechos se redujo un 42%, a 6 mil millones de dólares; la energía hidroeléctrica a pequeña escala disminuyó en un 29%, a 3.9 mil millones de dólares; los biocombustibles decrecieron en un 35%, a 3.1 mil millones de dólares; la energía geotérmica se redujo en un 23%, a 2 mil millones de dólares; mientras que la energía oceánica cayó en un 42%, a 215 millones de dólares (REN21, 2017).

### Nueva inversión mundial en energías renovables por tecnología, en países desarrollados y en desarrollo, 2016

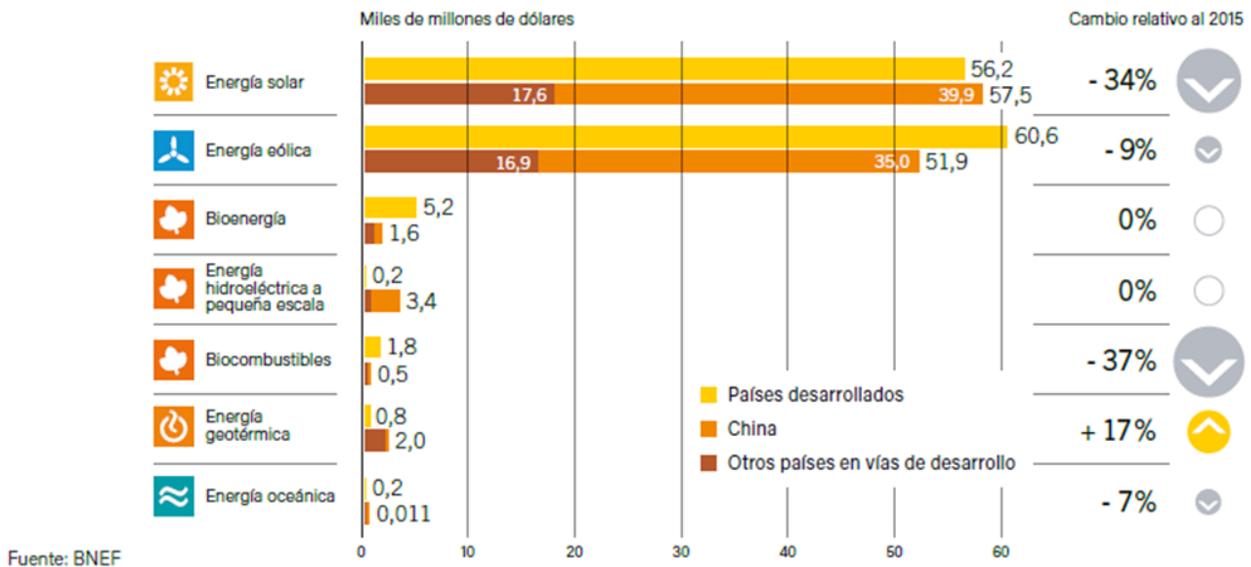


Ilustración 49: Nueva inversión mundial en energías renovables por tecnología, en países desarrollados y en desarrollo, 2016. Fuente: (Ren21, 2017).

### Inversión mundial en capacidad de energía, por tipo (energía renovable, fósil, combustible y nuclear), 2012-2016

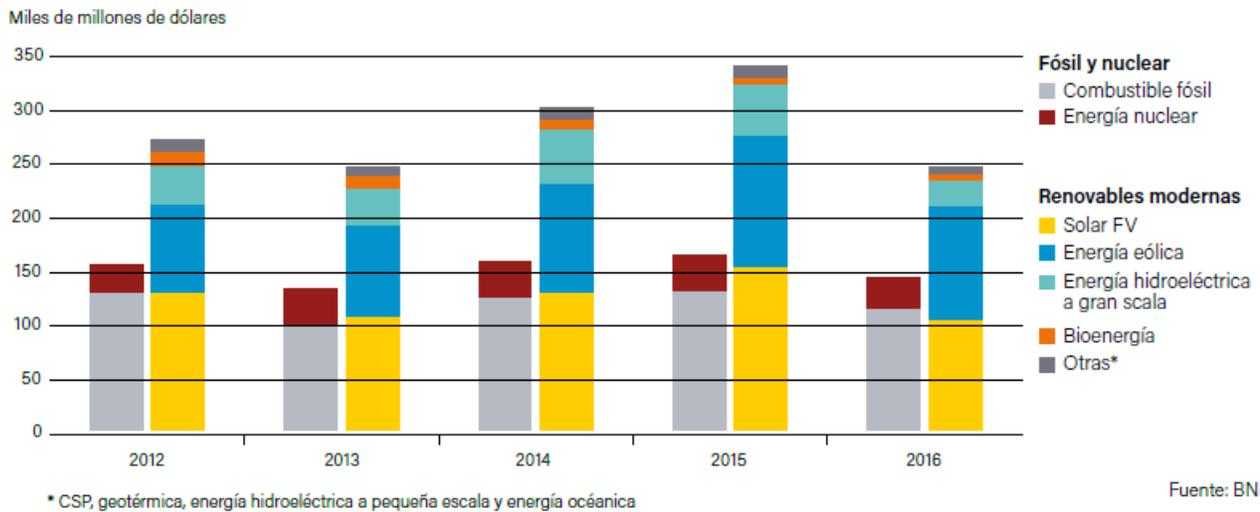


Ilustración 50: Inversión mundial en capacidad de energía, por tipo (energía renovable, fósil, combustible y nuclear), 2012-2016. Fuente: (Ren21, 2017).

## Conclusión

La IED ha tenido un creciente papel en el desempeño productivo de México a partir del inicio del proceso de apertura económica a mediados de los años ochenta y con mayor impulso después de 1994, siendo en lo que va del presente decenio, se han captado mayores flujos.

Estados Unidos, España y los Países Bajos fueron las naciones que mayor IED que han entrado al país, siendo las manufacturas y el sector de servicios los que han recibido cerca de dos terceras partes del total percibido desde 1994 a 2008.

La IED en el sector energético es poco importante en términos relativos, ya que debido a las restricciones legales sólo ha participado en las actividades de generación de energía eléctrica y transporte, almacenamiento y distribución de gas natural, en las cuales la ley lo permite desde los años noventa.

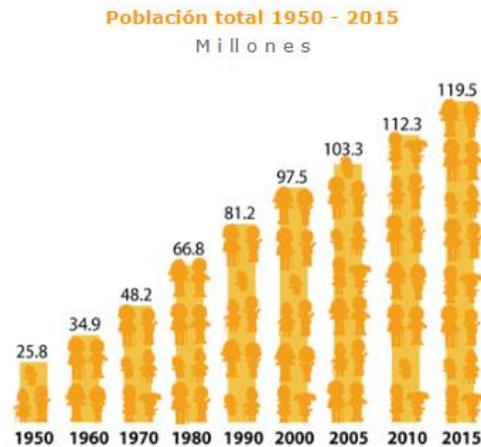
La base del desarrollo de la capacidad instalada en el sector eléctrico en los próximos años provendrá del financiamiento vía obra pública financiada, o bien de las inversiones de productores independientes.

Al principio de esta ICR planteo las preguntas ejes de esta investigación, respondiendo a cada una de ellas tenemos que:

- ¿Cuál es la capacidad productiva, de abastecimiento del mercado nacional y de competitividad del sector eléctrico mexicano?

Para responder esta pregunta, debemos observar las **Ilustraciones 5, 6, 9 y 10 del Capítulo 2: Características del Mercado Eléctrico Nacional**, donde observamos que en el caso de los Usuarios de Energía Eléctrica, a partir de 1999, ha ido aumentando a razón considerable la zona doméstica, esto se debe a que durante los últimos 65 años, la población en México ha crecido poco más de cuatro veces. En 2000 había 97.5 millones de personas, en 2015 hay 119.5 millones.

De 2010 a 2015, la población se incrementó en 7 millones de habitantes, lo que representa un crecimiento promedio anual de 1.4 por ciento (INEGI, 2015).



FUENTE: INEGI. Población total /Volumen y Crecimiento/ Entidad federativa 1895 a 2010. [Consultar](#)  
INEGI. Encuesta Intercensal 2015. [Consultar](#)

*Ilustración 51: Población total 1950-2015. Fuente: (INEGI, 2015).*

Los Precios Medios de Energía Eléctrica han aumentado drásticamente en todas las zonas (Doméstica, Agrícola, Comercial, Empresa Mediana, Servicios, Gran Industria) esto puede deberse a las variaciones en el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), el cual es el indicador para calcular las variaciones en la inflación.

De acuerdo con **la Ilustración 52**, podemos observar que en el periodo de 2000 a 2016 hubo un aumento en los precios de un 37.5%.

## Inflación - IPC

Gráfico – inflación histórica del IPC México (anual) – plazo de medición íntegro

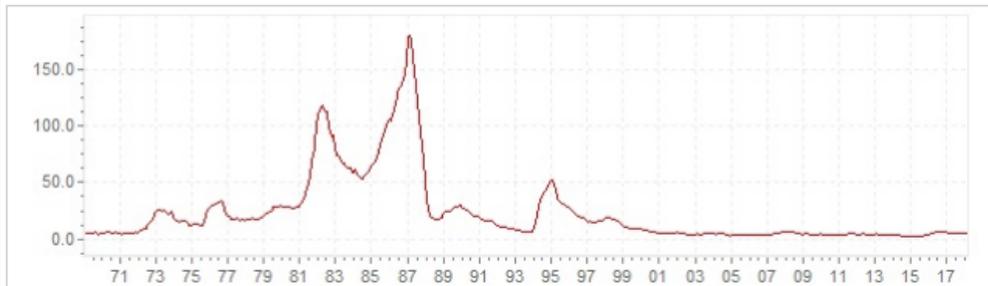


Tabla – inflación histórica México (IPC) – por año

inflación anual (dic resp. dic)	inflación	inflación anual (dic resp. dic)	inflación
IPC México 2018	4,83 %	IPC México 2008	6,53 %
IPC México 2017	6,77 %	IPC México 2007	3,76 %
IPC México 2016	3,36 %	IPC México 2006	4,05 %
IPC México 2015	2,13 %	IPC México 2005	3,33 %
IPC México 2014	4,08 %	IPC México 2004	5,19 %
IPC México 2013	3,97 %	IPC México 2003	3,98 %
IPC México 2012	3,57 %	IPC México 2002	5,70 %
IPC México 2011	3,82 %	IPC México 2001	4,40 %
IPC México 2010	4,40 %	IPC México 2000	8,96 %
IPC México 2009	3,57 %	IPC México 1999	12,32 %

mostrar todos los años ▾

Tabla: inflación media de México (IPC) – por año

inflación media	inflación	inflación media	inflación
IPC México 2019	4,15 %	IPC México 2009	5,31 %
IPC México 2018	4,90 %	IPC México 2008	5,12 %
IPC México 2017	6,04 %	IPC México 2007	3,97 %
IPC México 2016	2,82 %	IPC México 2006	3,63 %
IPC México 2015	2,72 %	IPC México 2005	4,00 %
IPC México 2014	4,02 %	IPC México 2004	4,68 %
IPC México 2013	3,81 %	IPC México 2003	4,56 %
IPC México 2012	4,11 %	IPC México 2002	5,03 %
IPC México 2011	3,41 %	IPC México 2001	6,39 %
IPC México 2010	4,16 %	IPC México 2000	9,51 %

mostrar todos los años ▾

*Ilustración 52: Gráfico, y Tabla de inflación histórica de México por año. Fuente: (inflation.com, 2019).*

Las Ventas Internas e Energía Eléctrica, ha tenido mayor participación en las zonas Domésticas y de Empresas Medianas, esto puede deberse como se observa en la **Ilustración 51**, el aumento de la población ha provocado la necesidad del recurso para cada hogar.

Por último, la Generación Bruta de Energía Eléctrica, donde en un periodo de 1999 a 2016, ha tenido un aumento significativo en la producción de Ciclo Combinado PEE'S<sup>10</sup>, esto puede deberse a que en 2002 se anunció que el presidente de México inauguraría al día siguiente, seis nuevas plantas generadoras de la Comisión Federal de Electricidad, cuya capacidad global de generación sería de mil 519 megawatts y que permitirían garantizar el suministro de energía durante los próximos años. La inversión anunciada fue de 900 millones de dólares (Chávez, 2003).

- ¿Cómo justifica el gobierno la Reforma Energética en el sector eléctrico?

Para responder a esta pregunta, debemos observar el apartado de Reforma Energética en el Capítulo 2: Características del Mercado Eléctrico Nacional, donde a partir de la apertura de un sector anteriormente no comprometedor, donde, la Reforma Energética, su finalidad es el de abrir el sector a las inversiones privadas nacionales y extranjeras.

En México la Reforma Energética generó ya un nuevo mercado, con participantes globales en los diversos mercados que se abrieron a la participación privada. Los cambios terminarían con el monopolio de estado en el sector energético, ahora la iniciativa privada puede participar y generar rentabilidad para sí misma y para el país (Energy, 2018).

En el 2018, la Reforma Energética tenía comprometidas inversiones cercanas a los 200 mil millones de dólares en un horizonte de cinco años, y se calcula que la cifra seguirá creciendo con el paso del tiempo. La apertura del sector energético mexicano es la gran revolución económica que el mundo esperaba, se trata de una reforma integral, profunda y con muchos ángulos que fomentaran el crecimiento económico del país (Energy, 2018).

---

<sup>10</sup> Una central de ciclo combinado es una central eléctrica en la que la energía térmica del combustible se transforma en electricidad mediante dos ciclos termodinámicos: el correspondiente a una turbina de gas, generalmente gas natural, mediante combustión (ciclo Brayton) y el convencional de agua/turbina de vapor (ciclo de Rankine).

- ¿Qué factores se ven afectados por la creciente IED después de la Reforma Energética?

Para responder a esta pregunta, debemos observar el Capítulo 3: Metodología, donde, a partir de tres modelos econométricos (ver tablas), se observa que en los Usuarios de Energía Eléctrica, gracias a la participación de la IED, se ha encontrado un aumento de 30% aproximadamente, esto pudiéndose deber a que, ante una nueva apertura comercial, más usuarios de energía eléctrica tendrán oportunidad de elegir la compañía eléctrica a la que deseen contratar, esto podrá verse reflejado en un periodo de mediano a largo plazo.

En el caso de los Precios Medios de Energía Eléctrica, ante una participación de la IED, actualmente se cuenta con un incremento de 0.3% aproximadamente, esto pudiéndose deber a que, las empresas extranjeras deben competir con los precios actuales de energía que proporciona CFE, pero, CFE es el actual distribuidor de energía eléctrica en el país. Se puede estimar que un periodo de mediano a largo plazo, la entrada de nuevas empresas extranjeras ayude a la disminución de los precios gracias a la nueva generación de competencia perfecta en el sector eléctrico.

Por último, en las Ventas Internas de Energía Eléctrica, con la participación de la IED ha tenido un aumento de 26%, esto pudiendo deberse, que, ante una entrada de empresas extranjeras, los usuarios de energía eléctrica tendrán más opción de elegir la compañía eléctrica que más se ajuste a su presupuesto. Se puede pretender que un periodo de mediano a largo plazo, esta cifra pueda llegar a aumentar.

Con base a todo esto y con lo agregado en el Capítulo 4, puedo concluir que:

- México aún no está preparado ante una inversión extranjera, el factor principal de ello puede ser la falta de información, explicando los beneficios que pudieran traer consigo.
- La Reforma Energética podrá ser notable en un periodo de mediano a largo plazo, no pueden verse resultados drásticos de la noche a la mañana, esto necesita un periodo de tiempo y una gran participación extranjera.
- La IED actualmente, ha beneficiado el sector eléctrico, desde el aumento de los usuarios y en las ventas de energía eléctrica.
- Actualmente, México ha tenido varias propuestas en materia de energías limpias.
- Las energías limpias no solo son propicie a países primermundista, México tiene toda la capacidad para poder generar este tipo de energía y así podría ser que, en un periodo de largo plazo, pudiese cambiar la energía fósil por energía limpia, esto con ayuda de IED.
- La IED puede ser un factor principal para la generación de empleo en México.

# Bibliografía

- Acaravci, A., Erdogan, S., & Akalin, G. (2015). *The Electricity Consumption, Real Income, Trade Openness and Foreign Direct Investment: The Empirical Evidence from Turkey*. Turkey: International Journal of Energy Economics and Policy.
- Calderón, C., & Sánchez, I. (2012). Crecimiento económico y política industrial en México. *Problemas del Desarrollo*, 125-154.
- Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014). *Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica*. Secretaria de Servicios Parlamentarios. México: Secretaria General.
- CFE. (2014, 11 10). *CFE y la electricidad en México*. Obtenido de [http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1\\_AcercadeCFE/CFE\\_y\\_la\\_electricidad\\_en\\_Mexico/Paginas/CFEylaelectricidadMexico.aspx](http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/CFE_y_la_electricidad_en_Mexico/Paginas/CFEylaelectricidadMexico.aspx)
- Chávez, M. (2003, marzo 13). *El Siglo de Torreon*. Obtenido de Generan electricidad empresas extranjeras: <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/23363.generan-electricidad-empresas-extranjeras.html>
- Conant, J., & Fadem, P. (2008). *Guía comunitaria para la SALUD AMBIENTAL*. California, E.U.: Hesperian.
- Dornbusch, R., Fischer, S., & Startz, R. (2009). *Macroeconomía*. México: Mc Graw Hill.
- Dussel Peters, E. (2000). *La inversión extranjera en México*. Santiago de Chile: Naciones Unidas, CEPAL.
- El Financiero. (2017, Junio 12). *Un 20% de la electricidad en el país proviene de energías limpias: Sener*. Obtenido de El Financiero : <http://www.elfinanciero.com.mx/nacional/un-20-de-la-electricidad-en-el-pais-proviene-de-energias-limpas-sener>
- El ombligo de la luna. (02 de Abril de 2014). *Historia de la energía eléctrica en México*. Obtenido de <http://www.elombligodelaluna.com.mx/energia-electrica>
- Energy, G. (2018, Marzo). Global Energy. *Foro Global Energy 1.0, el nuevo mercado energético mexicano*.
- García, J. (2018, Agosto). CFE 81 Aniversario, un nuevo capítulo en su historia. *Industria Eléctrica Mexicana, una realidad a lo largo y ancho del país*.
- García, J., & Lagarra, Á. (2018, Agosto). CFE 81 Aniversario, un nuevo capítulo en su historia. *Apertura y competencia definirán al mercado eléctrico mexicano en los próximos años*.
- Global Energy. (2018, Agosto). CFE 81 Aniversario, un nuevo capítulo en su historia. *Meracado eléctrico mexicano, perfectible y en etapa de maduración*.
- Gobierno de la Republica. (s.f.). *Reforma Energética*. Obtenido de Reformas en Acción: <http://reformas.gob.mx/reforma-energetica/que-es>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría*. México: Mc Graw Hill.
- INEGI. (2015, septiembre). *INEGI*. Obtenido de Numero de habitantes: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P>

- inflation.com. (2019). *Inflación histórica en México*. Obtenido de inflation: <https://es.inflation.eu/tasas-de-inflacion/mexico/inflacion-historica/ipc-inflacion-mexico.aspx>
- Krugman, P., Obstfeld, M., & Melitz, M. (2012). *Economía internacional, Teoría y política*. Madrid: PEARSON.
- Mankiw, G. (2006). *Macroeconomía*. Barcelona: Antoni Bosch.
- National Geographic. (2010, Septiembre 5). *Energía hidroeléctrica*. Obtenido de Medio ambiente: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/energia-hidroelectrica>
- Nicholson, W. (2008). *Teoría Microeconómica*. México: Cengage Learning.
- Pack, H., & Saggi, K. (2006). Is There a Case for Industrial Policy? *The World Bank Research Observer*, vol. 21, no. 2 (Fall 2006), 267-297.
- Ren21. (2017). *AVANZANDO EN LA TRANSICIÓN MUNDIAL HACIA LA ENERGÍA RENOVABLE*.
- REN21. (2017). *ENERGÍAS RENOVABLES 2016 Reporte de la situación mundial*. REN 21.
- Romo, D., & Ibarra, V. (2009). *La inversión extranjera directa en México: el caso del sector energético*. México.
- Sandoval, A., & Coldwell, P. J. (2018, Marzo). Global Energy. *Reforma energética, legado para las siguientes generaciones*.
- SE. (2010). *Secretaría de Economía*. Obtenido de Inversión Extranjera Directa: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/inversion-extranjera-directa>
- Secretaria de Energía. (2017). *Reporte de avances de energías limpias 2016*. México.
- SENER. (2017). *Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031*. México.
- Twenergy. (2011, Diciembre 16). *¿Qué es la energía geotérmica?* Obtenido de <https://twenergy.com/a/que-es-la-energia-geotermica-que-aplicaciones-tiene-108>
- Twenergy. (2012, Agosto 10). *¿Que es la energía mareomotriz?* Obtenido de <https://twenergy.com/a/que-es-la-energia-mareomotriz-588>
- Villanueva, E. (2017). *Reforma Energética en México: Resultados en materia de Energías Limpias*. México: SENER.

## Bibliografía de Datos

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- Secretaria de Economía (SE) <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/inversion-extranjera-directa/estadistica-oficial-de-ied-en-mexico>
- Secretaría de Energía (SENER) <http://egob2.energia.gob.mx/portal/electricidad.html>