

Oficina Económica y Comercial  
de la Embajada de España en Monterrey

# Estudios de Mercado

## El mercado de la energía eólica en México

ICEX

# El mercado de la energía eólica en México

Este estudio ha sido realizado por Laura Barbará Gómez bajo la supervisión de la Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Monterrey

**Julio 2009**

## ÍNDICE

RESUMEN Y PRINCIPALES CONCLUSIONES	5
I. INTRODUCCIÓN	7
1. Definición y características del sector y subsectores relacionados	7
II. LA ENERGÍA EÓLICA EN EL MUNDO	9
1. Factores potenciadores de la energía eólica	9
2. Desventajas de la energía eólica	10
3. Panorama del sector mundial	11
4. Perspectivas de futuro	16
III. EL SECTOR ENÉRGICO EN MÉXICO	17
1. El sector energético en México	17
2. El sistema eléctrico mexicano	18
IV. LA ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO	26
1. Recursos eólicos en México	26
2. Situación actual	28
2.1. Capacidad eólica instalada	29
2.2. Infraestructura de transmisión – Temporada Abierta	30
2.3. Proyectos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE)	32
2.4. Otros proyectos	33
2.5. Metas para el 2012	35
3. Condiciones de acceso al mercado	38
3.1. Incentivos	38
3.2. Barreras de entrada	41
V. REGULACIÓN Y LEGISLACIÓN	45
1. LA regulación del sistema eléctrico mexicano	45
2. Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LARFE)	49
3. Marco jurídico en el sector eólico	51
VI. EL PROYECTO EÓLICO EN MÉXICO	52
1. Fases del proyecto eólico	52
2. Costos de la inversión	54
3. Principales jugadores	58
4. Importación de aerogeneradores	59

## **EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO**

---

5. Producción local de aerogeneradores	60
VII. BIBLIOGRAFÍA	61
1. LINKS DE INTERÉS	61
2. ARTÍCULOS Y DOCUMENTOS	62
VIII. ANEXOS	63
1. MARCO JURÍDICO	63
2. PERMISOS DE GENERACIÓN EÓLICA EXPEDIDOS POR LA CRE	70
3. ASOCIADOS AMDEE (ASOCIACIÓN MEXICANA DE ENERGÍA EÓLICA)	71



ICEX

### RESUMEN Y PRINCIPALES CONCLUSIONES

En los últimos años el mercado eólico ha crecido espectacularmente gracias a varios factores como el aumento de la demanda energética, la mayor preocupación por los aspectos medioambientales, en particular el cambio climático, y los importantes avances en la tecnología eólica.

En México la energía eólica no se ha empezado a desarrollar hasta los años 2007 y 2008. El inicio de este desarrollo está siendo un poco lento, sin embargo los factores que están potenciando la energía eólica en el resto del mundo se están viendo intensificados en México por las siguientes razones:

- ✓ Durante décadas la disponibilidad de ingentes recursos petroleros ha paralizado toda posibilidad de desarrollo de infraestructura para otras fuentes alternativas, pero ahora se espera una disminución de las reservas de combustibles fósiles en México, y se es consciente de la alta dependencia de los hidrocarburos que tiene el país que está por encima de los promedios mundiales.
- ✓ La demanda eléctrica crece a ritmo continuo.
- ✓ Se ha demostrado que el **país tiene excepcionales y enormes recursos eólicos aún sin explotar**. Por ejemplo, la zona del Istmo de Tehuantepec (Oaxaca) es considerada como una de las mejores zonas eólicas del mundo, con un recursos eólico de 6000 MW a corto y medio plazo. También existen otras zonas excelentes en Baja California, Zacatecas, Hidalgo, Veracruz, Sinaloa y Yucatán.

Por ello México se ha convertido **en una de las áreas más prometedoras para el desarrollo de la energía eólica en Latinoamérica**.

La constitución mexicana así como la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) estipulan que el organismo paraestatal de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) es el único encargado de generar y transmitir la energía eléctrica. La iniciativa privada sólo puede participar en la generación eléctrica mediante cuatro modalidades: autogeneración, cogeneración, producción independiente y exportación. La CFE es responsable de dos tercios de la generación y de casi toda la capacidad de transmisión y está obligada a proveer la energía al menor coste.

La modalidad de productor independiente (PPI) permite, mediante licitación, la generación de electricidad para vendérsela a la CFE, bajo acuerdos PPA (Power Purchase Agreement). Es-

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

ta modalidad se ha utilizado mucho en los últimos años, sobretodo en centrales térmicas, y casi un 20% de la capacidad de generación del país proviene de productores independientes. Por otro lado en el esquema de autoabastecimiento el consumidor de electricidad puede generar electricidad para su propio uso. Bajo estos dos esquemas se han construidas las últimas centrales eólicas en el país.

A finales del 2008, la capacidad eólica instalada era solamente de 87 MW correspondiente a un proyecto de la CFE. Durante los primeros meses del 2009 han entrado en funcionamiento unos 117,5 MW correspondientes a dos proyectos de autoabastecimiento.

Uno de los principales limitantes para el desarrollo eólico en México, sobretodo en el Istmo de Tehuantepec, ha sido la falta de infraestructura eléctrica para evacuar la energía generada. Para resolver este problema, en el 2007, el Gobierno mexicano lanzó la denominada "Temporada Abierta" proceso por el cual las empresas privadas (con proyectos eólicos de autogeneración) reservaban capacidad de transmisión para sus futuros desarrollos. Con ello se pretendía conocer las necesidades de transmisión y justificar la construcción de nuevas líneas de transmisión. Igualmente los autogeneradores privados se comprometían a pagar una parte del coste de las nuevas líneas. Se espera que durante el 2009 se conecten a la red unos 146 MW más, y que una vez se finalicen las nuevas líneas de transmisión que se están construyendo, se sumen otros proyectos para alcanzar casi **2000 MW instalados a finales de 2012**.

A estos proyectos se tiene que sumar los proyectos de la CFE que se ha comprometido a implantar cinco nuevos parques eólicos (bajo la modalidad de productor independiente) con los que **sumará más de 500 MW a su capacidad de generación eólica**. De estos proyectos, dos ya se han licitado y empezarán a construirse próximamente.

Algunos problemas que ralentizan el desarrollo eólico en México son la inseguridad jurídica del arrendamiento de tierras, la falta de iniciativas financieras adecuadas, la falta de incentivos políticos y económicos para las energías renovables y un marco regulatorio claro.

Algunos de estos problemas pueden ser atenuados gracias a que en octubre del 2008 se aprobó una polémica Reforma energética, que aunque giraba entorno a la problemática petrolera, también aprobaba la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y la Financiación de la Transición Energética. (LAERFTE). Por primera vez se pretende promover y regular las energías renovables en el país. Aunque falta por determinar el alcance de esta ley, se sentó por primera vez las bases para esta transición energética y se asignó un fondo de 3 billones de pesos para incentivar económicamente este tipo de proyectos en los próximos años.

Por último cabe destacar la fuerte presencia de las empresas españolas que lideran totalmente las inversiones en el país.

# I ■ INTRODUCCIÓN

## 1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR Y SUBSECTORES RELACIONADOS

Las **energías renovables** se definen como aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles en forma continua o periódica<sup>1</sup>. Los efectos sobre el medio ambiente de estos recursos energéticos son mucho menores que los efectos causados por los combustibles fósiles convencionales.

La **energía eólica** es una de las energías renovables más competitiva en la cual se transforma la energía cinética del viento en energía eléctrica. La energía del viento se deriva del calentamiento diferencial de la atmósfera por el sol y las irregularidades de la superficie terrestre. Aunque sólo una pequeña parte de la energía solar que llega a la tierra se convierte en energía cinética del viento, la cantidad de energía que se podría aprovechar sigue siendo enorme.

Hoy en día la forma habitual de aprovechar el viento es mediante el empleo de **aerogeneradores de eje horizontal de tres aspas equitativamente separadas**. Estas aspas están conectadas a un **rotor** a barlovento<sup>2</sup> que a su vez está conectado a un **generador** a través de un multiplicador. El generador se encarga de transformar la energía contenida en el viento en electricidad. La caja que contiene el generador, el multiplicador y los diferentes aparatos de medición se denomina **góndola**. La electricidad producida es conducida hasta un convertidor y enviada a la red eléctrica para abastecer los distintos puntos de consumo. Un grupo de aerogeneradores constituye un **parque eólico**. Existen otras aeroturbinas, según su tipología: de eje vertical, con dos palas, multipalas, con rotor a sotavento<sup>3</sup>...con tamaños muy distintos: desde pequeños aerogeneradores de menos de 1 metro (m) de diámetro y potencias inferiores a 1 kilovatio (KW) hasta enormes máquinas de más de 100 m de diámetro y más de 5.000

---

<sup>1</sup> Definición dada por la Ley del Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Fondo por la Transición Energética (LAFRE) aprobada en Octubre 2008.

<sup>2</sup> Barlovento: La parte de dónde viene el viento, con respecto a un punto o lugar determinado.

<sup>3</sup> Sotavento: La parte opuesta a aquella de dónde viene el viento con respecto a un punto o lugar determinado.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

KW de potencia nominal; las hay situadas tierra adentro, en línea de costa o mar adentro. Los aerogeneradores pueden operar en un amplio rango de velocidades que van desde los 3-4 metros por segundo (m/s) hasta los 25 m/s.

Se emplean para generar electricidad a gran escala o para suministro eléctrico de viviendas aisladas, para bombear agua o, en un futuro cercano, para generar hidrógeno o desalinizar agua de mar.

**Este estudio de mercado** abarcará la industria de los aerogeneradores y sus componentes y la infraestructura y gestión de parques eólicos.

Las **partidas arancelarias** relacionadas con estos sectores son fundamentalmente la 850231 (grupos electrógenos de energía eólica) y la 8503 (componentes destinados a la partida anterior):

**85:** Máquinas, aparatos y material eléctrico; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido en televisión, y las partes y accesorios de estos aparatos

**8502:** Grupos electrógenos y convertidores rotativos eléctricos

**850231:** Los demás grupos electrógenos. De energía eólica

**8503:** Partes identificables como destinadas, exclusiva o principalmente, a las máquinas de las partidas 8501 y 8502

Otros sectores relacionados con la energía eólica son el sector eléctrico, al que está íntimamente ligado, así como las consultorías del sector.



# II . LA ENERGÍA EÓLICA EN EL MUNDO

## 1. FACTORES POTENCIADORES DE LA ENERGÍA EÓLICA

El espectacular crecimiento del mercado eólico ha sido propulsado gracias a varios factores como son: **el aumento de la demanda energética**, la mayor preocupación por los **aspectos medioambientales**, en particular el cambio climático, y los importantes avances en la **tecnología eólica**.

En primer lugar, la **demanda global** de energía aumenta imparablemente, sobretodo en China, en la India y en algunas economías en desarrollo, entre la que no es ajena México. Este fuerte incremento en la demanda de energía requiere de fuertes inversiones en nuevas capacidades de generación y en infraestructura, sobretodo en los países en desarrollo. A su vez, los países industrializados también se enfrentan a una situación parecida, según La Agencia Internacional de la Energía (IEA - Internacional Energy Agency) para el 2030 serán necesarios la instalación de 2000 gigavatios (GW) de capacidad de generación en los países de la OECD<sup>4</sup>, ya que en estos países se une al aumento de demanda, las antiguas plantas generadoras obsoletas.

Con el aumento de la demanda de energía, se **encarece el suministro de los combustibles fósiles convencionales** debido a que su extracción se vuelve más difícil. Por ello, muchas de las grandes economías del mundo dependen de importar combustibles a precios poco predecibles y procedentes de países conflictivos e inestables que amenazan en algunos casos la seguridad del suministro. Estos factores han provocado que las economías de todo el mundo apuesten por las energías renovables, como la energía eólica, que por **su carácter autóctono contribuyen a disminuir la dependencia del país de los suministros externos y aminoran el riesgo de abastecimiento**.

Otro de los factores que ha impulsado el crecimiento de la energía eólica ha sido la mayor preocupación mundial por la **sostenibilidad medioambiental**. En los últimos años ya se ha aceptado que el cambio climático es uno de los retos a los que se enfrenta el mundo, y también es reconocido que las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se tienen que controlar. El sector de la energía aporta un 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub> y aproximadamente un 25% del resto de las emisiones. Por ello, la apuesta de los gobiernos por el uso de energías renova-

---

<sup>4</sup> Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

bles en la generación primaria de energía empieza a ser muy fuerte. En el caso de la energía eólica, es energía **libre de emisiones de CO<sub>2</sub>**, y se calcula que entre 3 y 6 meses de operación, los aerogeneradores han compensado todas las emisiones causadas durante su construcción.

Otro de los elementos que ha favorecido el rápido crecimiento de la energía eólica es el **fuerte desarrollo de su tecnología**. Esta tecnología ha evolucionado fuertemente permitiendo que el aprovechamiento de la energía del viento sea mayor y más eficiente. Actualmente la mayoría de los modelos de turbinas son muy eficientes ante las constantes variaciones del viento, y se adaptan a estas variaciones variando ángulo de las palas, girando el rotor o operando a velocidad variable. También se han desarrollado sofisticados sistemas de control para regular el funcionamiento de la turbina y la electricidad de salida.

Por último, otros factores que han ayudado en el rápido desarrollo de la energía eólica son:

- ✓ Es un sistema de suministro que puede ser **instalado más rápidamente** que otras tecnologías de suministro. Incluso las grandes granjas eólicas marinas (que requieren un mayor nivel de infraestructura y de conexión a la red) pueden estar instaladas en menos de dos años.
- ✓ Los parques eólicos potencian el de **desarrollo económico regional** ya que son creadores de trabajos cualificados.
- ✓ A parte de ser una energía libre de emisiones, **la energía eólica tampoco usa prácticamente agua**, que es otro de los recursos críticos en la actualidad.

## 2. DESVENTAJAS DE LA ENERGÍA EÓLICA

Todas las energías renovables tiene un impacto negativo sobre el medioambiente, pero estos efectos son mucho menores que los creados por las tecnologías que usan combustibles fósiles. A continuación se presentan algunos de los **impactos o efectos negativos** que presenta la energía eólica.

El mayor impacto ambiental provocado por la energía eólica es de **tipo visual**. A medida que crece el parque eólico de un país es necesario que se preste mayor atención a no utilizar lugares del país de especial interés paisajístico, ambiental, histórico, cultural o turístico. Una manera para mitigar el impacto visual, es reemplazar las máquinas existentes por máquinas más potentes en los parques instalados, lo que se denomina **“repowering”**. También se tiene que extremar el análisis ambiental en las zonas con altitud sobre el nivel del mar superior a 1500 metros ya que en estas áreas se producen frecuentemente tormentas eléctricas, y los aerogeneradores son puntos de atracción de rayos. También es necesario controlar la actuación de los aerogeneradores en zonas con duros inviernos, ya que el desprendimiento del hielo acumulado en las palas puede ocasionar percances serios. Por estas razones, es necesario estudiar meticulosamente tanto por las autoridades ambientales como por los promotores eólicos la instalación de un parque eólico en una zona determinada.

Otro de los efectos negativos de la energía eólica es el **efecto sobre las aves**, que implica la colisión de las aves con los aerogeneradores y las molestias causadas a la avifauna por la construcción y funcionamiento de un parque eólico. En general, se considera que este impacto es bastante limitado, pero suele adquirir mayor importancia en lugares especialmente valiosos para el paso o la nidificación de las aves.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

La energía eólica necesita instalar muchos aerogeneradores por todo el territorio de un país para acercarse a la producción de las centrales térmicas tradicionales. Por ello, la gran **ocupación territorial es un aspecto negativo**. Aun así, las turbinas ocupan solo entre un 1% y un 3% de los terrenos ocupados y el resto se puede seguir aprovechando para la agricultura o la ganadería. Por otro lado, también afecta negativamente a la ocupación territorial, la necesidad de abrir o mejorar los accesos hasta los parques y trazar, en los casos necesarios, nuevas líneas de evacuación de la energía.

**El ruido** es otro de los aspectos por el que la energía eólica ha recibido críticas. Se considera que a 200 metros de un aerogenerador se puede percibir un ruido moderado de unos 50 decibelios que equivaldría al ruido existente en una oficina. Cuando las velocidades de viento son altas el propio ruido ambiente enmascara el originado aerodinámicamente por las palas del aerogenerador, pero para velocidades de viento bajas el ruido que se percibe con más intensidad es el mecánico provocado por los componentes de la góndola en rotación. Actualmente el impacto del ruido está siendo atenuado por las mejoras en la calidad de los mecanizados y en los tratamientos superficiales de las piezas que constituyen el tren de potencia del aerogenerador.

En el caso de las **instalaciones marinas (offshore)**, la separación de la costa determina el impacto visual o el ruido, pudiendo hacer disminuir o desaparecer alguna de estas afecciones. Por otro lado, puede que el impacto para las aves y otras especies marinas sea mayor, por ello ser también se debe evaluar cuidadosamente.

Un parque eólico puede generar otros impactos a parte de los de carácter ambiental que también deben ser tenidos en consideración. Estos son:

- ✓ La **interferencia electromagnética** en la recepción de señales de telecomunicaciones que, exceptuando en áreas de uso militar, en general son fácilmente remediadas mediante la instalación de discriminadores de frecuencias.
- ✓ La **afección en la navegación aérea**, ya sea por el obstáculo que representan en sí mismos los aerogeneradores o por su influencia sobre las instalaciones radioeléctricas que ayudan a la navegación.

### 3. PANORAMA DEL SECTOR MUNDIAL

A continuación se describe la situación del mercado de la energía eólica en el mundo a finales del año 2008. Hoy en día, la energía eólica se ha convertido en un jugador importante en los mercados de energía. **El crecimiento de este mercado ha sido espectacular en los últimos años, la capacidad mundial de generación eólica ha aumentado a tasas de crecimiento de entre un 20-30%**, lo que explica que la capacidad instalada en el 2008 fuera más de once veces mayor que la instalada diez años antes.

Al iniciarse la crisis financiera global, encontrar financiación para cualquier nuevo proyecto, incluidos los de energía eólica se dificultó considerablemente y se temió que el boom de las energías renovables podría empezar a frenarse. **Sin embargo, a medio y largo plazo, las expectativas para la energía eólica siguen siendo positivas**. Todas las ventajas que favorecieron el desarrollo de la energía eólica (explicadas en el punto 1 de este apartado) siguen estando vigentes. Es una energía limpia y segura, autóctona, rápida de instalar y utilizar, creadora de muchos puestos de trabajo, prácticamente no usa agua y económicamente com-

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

petitiva. Además ni la amenaza del cambio climático ni la inseguridad macroeconómica debido a la dependencia de la importación de combustibles fósiles no desaparece por la recesión, así que la diversificación energética sigue siendo una necesidad para la mayoría de los países.

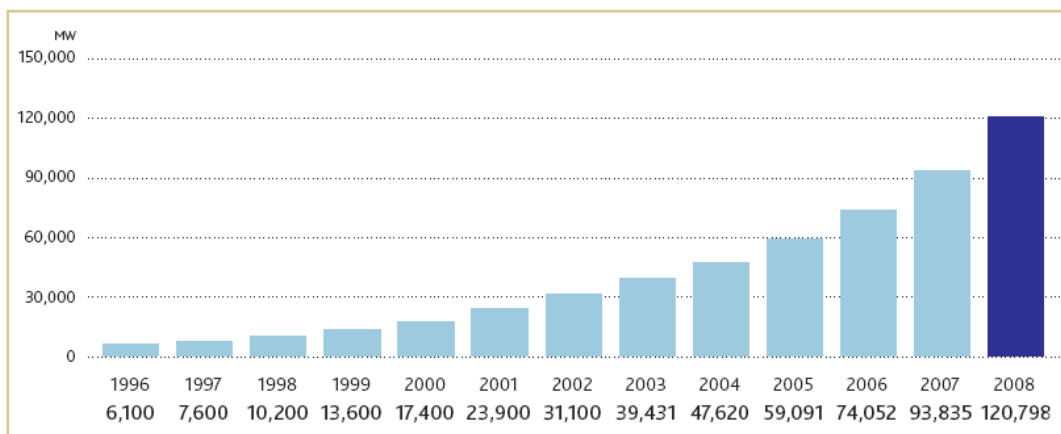
Los gobiernos de China, Estados Unidos y Europa parecen estar de acuerdo con esta valoración, y apuestan por políticas para estimular el desarrollo de las energías renovables en general y la energía del viento en particular. Por ejemplo en Europa, en Diciembre del 2008 se aprobó una nueva directiva europea que compromete a los 27 miembros a alcanzar el objetivo de que un 20% del consumo de energía final proceda de fuentes renovables para el 2020, y en esta meta la energía eólica tiene un protagonismo importante.

La **capacidad total de energía eólica instalada alcanzó a finales del 2008 los 120,8 gigavatios (GW)**, un 28,8% más que el año anterior (ver Gráfico 1). Esta capacidad global instalada producirá **260 Teravatios-hora (TWh) de electricidad** y ahorrará la emisión de **158 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año**.

Además el 2008 fue año record de nuevas instalaciones, con 27 GW, lo que supuso una **tasa de crecimiento del 36% del mercado anual** (ver Gráfico 2).

En ese año el mercado de la instalación de turbinas alcanzó los **36,5 billones (miles de millones) de euros**. Además la industria eólica también creó numerosos puestos de trabajos, **unas 400.000 personas** están actualmente empleadas en esta industria y se espera que llegue al millón en un futuro próximo.

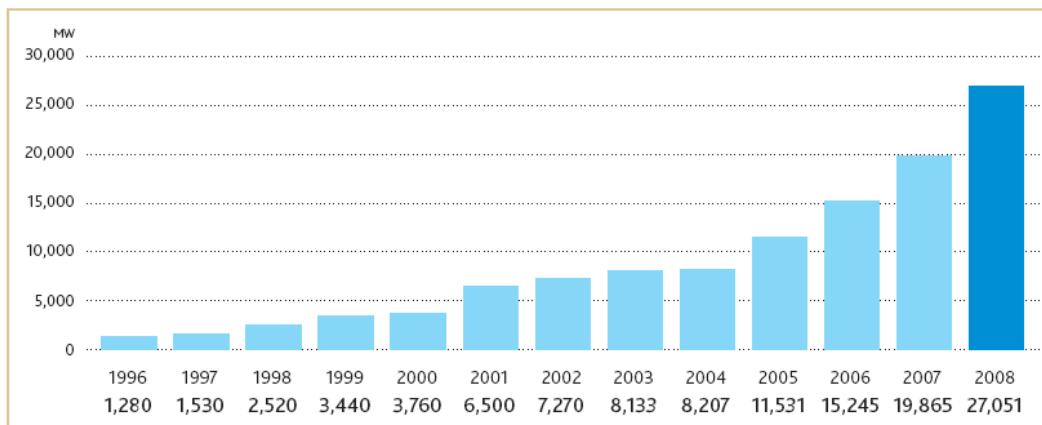
GRÁFICO 1: CAPACIDAD GLOBAL ACUMULADA INSTALADA 1996-2008



Fuente: Global Wind Energy Council (GWEC)

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

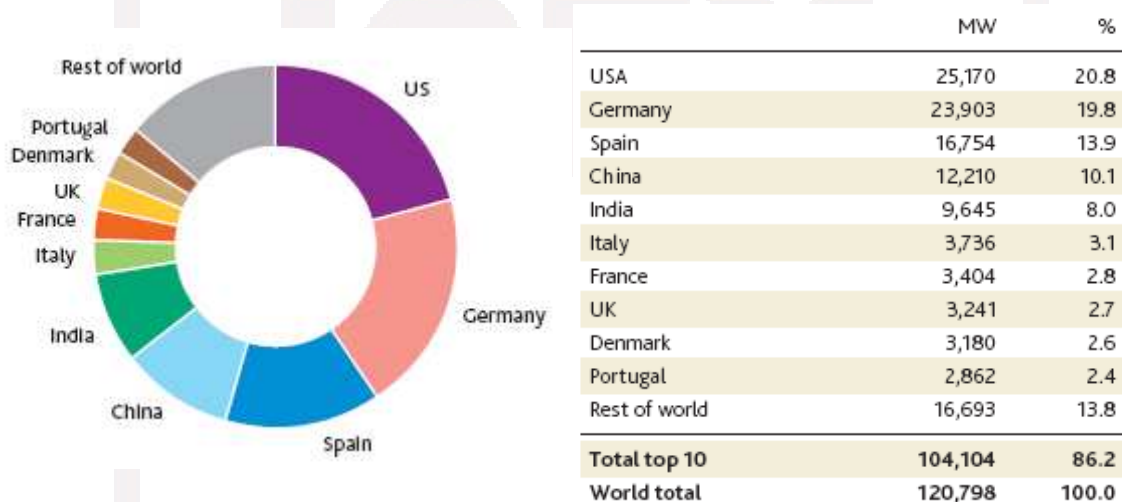
GRÁFICO 2: CAPACIDAD GLOBAL ANUAL INSTALADA 1996-2008



Fuente: Global Wind Energy Council (GWEC)

Las regiones que conducen el desarrollo eólico global son **Norte América, Europa y Asia** donde se sitúan la mayoría de las nuevas instalaciones. A continuación se detalla brevemente la situación de los mercados principales.

GRÁFICO 3: TOP 10 - CAPACIDAD INSTALADA TOTAL 2008

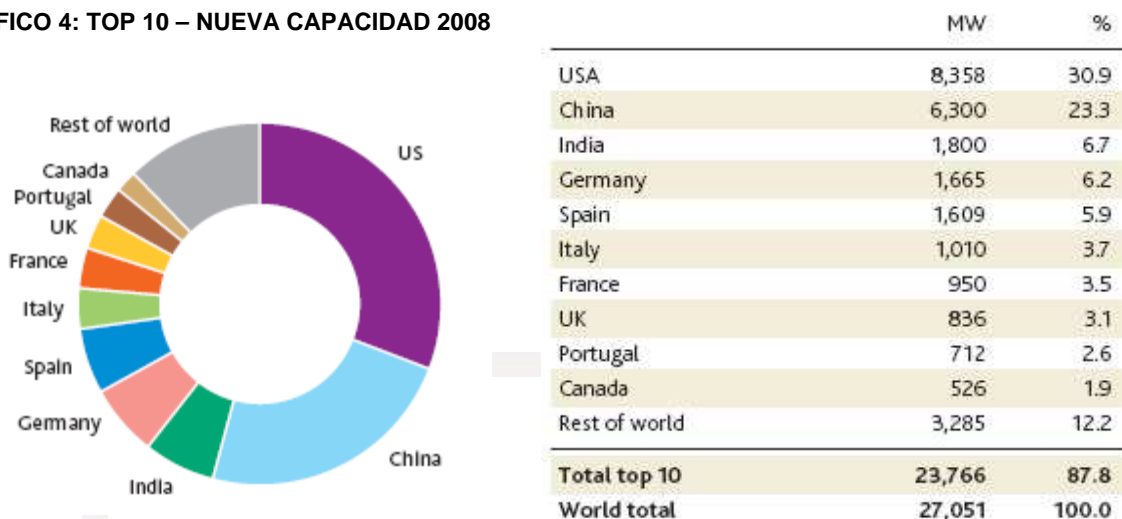


Fuente: Global Wind Energy Council (GWEC)

El Gráfico 3 muestra como Estados Unidos superó a Alemania como el principal mercado en energía eólica en el 2008 en términos de capacidad total de energía eólica instalada, y el gráfico siguiente (Gráfico 4) muestra como también lo superó en términos de nueva capacidad instalada. Durante el 2008 se instalaron 8,36 GW alcanzado **una capacidad total de 25,1 GW**, los nuevos proyectos eólicos completados en el 2008 supusieron un **42% del total de la nueva capacidad energética añadida en ese año**; además se crearon 35.000 puestos de trabajo de un total de 85.000 empleados en el sector.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

GRÁFICO 4: TOP 10 – NUEVA CAPACIDAD 2008



Fuente: Global Wind Energy Council (GWEC)

La crisis financiera afectó a finales del 2008 al mercado eólico estadounidense, disminuyendo la financiación y los nuevos pedidos de turbinas. Sin embargo, el Departamento de Energía de Estados Unidos publicó un informe según el cual la energía eólica podría proveer el 20% de la electricidad de este país en el 2030. Con el fuerte desarrollo que la industria eólica ha experimentado en Estados Unidos en el último año y el respaldo de la nueva administración de Obama, el mercado eólico en Estados Unidos podría alcanzar esa meta e incluso sobrepasarlo.

**A su vez, el crecimiento en los mercados asiáticos ha sido impresionante.** En primer lugar, **China** ha doblado en el 2008 por cuarto año consecutivo la capacidad instalada, añadiendo 6,3 GW para alcanzar un total de 12,2 GW. Las proyecciones para el crecimiento del mercado chino siguen siendo muy buenas y se espera que en el **2009 se vuelva a doblar la capacidad instalada nueva**. El crecimiento del mercado de la energía eólica ha fomentado **la producción doméstica de aerogeneradores y componentes**, por ello la industria manufacturera china está madurando rápidamente y abarca toda la cadena de suministro. El Gobierno, que está impulsando este desarrollo, estableció que energía eólica era prioridad para diversificar la matriz energética, disminuyendo el peso del carbón en su matriz. Para ello el Departamento de Energía Nacional implementó el programa *Wind Base* cuyo objetivo es instalar 10 GW de nueva capacidad en seis ubicaciones (Xinjian, Inner, Mongolia, Gansu, Hebei y Jiangsu) antes del 2020.

También dentro de la expansión asiática, **India** continúa con su firme y regular crecimiento, con 1,800 MW de capacidad de energía eólica añadida en 2008, aportados a un total de 9,6 GW. La zona de India donde más se produce energía eólica es Tamil Nadu, que acoge casi 4 GW del Total instalado en el país, seguido de Maharashtra con 1,8 GW y Gujarat con 1,4 GW.

Aunque **Europa** sólo acoge una tercera de la nueva capacidad instalada en el mundo en el 2008, el mercado europeo, que hasta el 2008 era el líder, continúa **su firme crecimiento**, y la tecnología de la energía eólica es ahora la tecnología de generación que más crece en Euro-



## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

pa. Por ello, más del **35% de toda la instalación de energía en el 2008 era energía eólica**, y la energía renovable representó más de la mitad de toda la nueva capacidad de generación de energía en Europa. **En total en Europa se instalaron 8,9 GW de nueva capacidad lo que ha elevado la capacidad total instalada hasta los 66 GW.** Diez de los 27 miembros de Unión Europea ya tienen más de una 1 GW de capacidad de energía eólica

Actualmente el **mercado europeo está mucho más diversificado**, los mercados eólicos tradicionales de Alemania, España y Dinamarca, están disminuyendo su peso en el mercado y en el último año se observó una expansión más equilibrada, con una “segunda ola” encabezada por Italia, Francia y Reino Unido.

En el 2008 **el mercado europeo de los aerogeneradores alcanzó un valor de 11 billones de euros.** La totalidad del parque eólico europeo producirá 142 TWh de electricidad que equivale a un 4,2% de la demanda de la Unión europea en un año de viento medio. Esto supondría un ahorro de unas 100.000 toneladas de CO<sub>2</sub> al año.

**Alemania**, que ha sido superada por Estados Unidos a nivel global, sigue **liderando el mercado europeo, tanto a nivel de capacidad total como de nueva capacidad instalada.** En el 2008 se instalaron aproximadamente 1,6 GW de nueva capacidad, consiguiendo un total de 23,9 GW lo que significa que la energía eólica continúa jugando un papel importante en la matriz energética alemana. En el 2008 se generaron 40,4 TWh de energía eólica lo que supuso un 7,5% del consumo eléctrico del país. En términos económicos, la energía eólica también se ha convertido en un importante factor en Alemania y el **sector emplea en la actualidad a cerca de 100.000 personas.**

**España** es el segundo mercado europeo, y en él se ha observado un crecimiento parecido a los años anteriores (con la excepción del 2007, donde un cambio de regulación permitió un aumento mayor de lo usual de capacidad eólica nueva). En el 2008, 1,6 GW de nuevo equipamiento de generación se instaló en las granjas eólicas, aportando un total de 16,8 GW. Este desarrollo confirma a **España como un firme y estable mercado en crecimiento**, que tiene posibilidades de alcanzar el hito marcado por el gobierno según el cual en el 2010 habrán instalados 20 GW de capacidad eólica. En el 2008, se generaron 31.000 GWh de electricidad con energía eólica, cubriendo más de un 11 % de la demanda de electricidad del país.

**El mercado Latinoamericano, pese al enorme potencial de recursos eólicos de la zona, ha experimentado un crecimiento lento en el 2008.** El único país que instaló una cantidad de nueva capacidad considerable fue **Brasil.** Añadió 94 MW de energía eólica a través de cinco granjas eólicas, la mayoría localizadas en Ceará, en el noreste del país.

El programa PROINFA<sup>5</sup> de Brasil fue instaurado en el 2002 con el fin de estimular la adición de más de 1400 MW de capacidad de energía eólica y otras fuentes de energía renovable. La primera fase terminó en el 2008, pero ha sido ampliada. Aunque para el 2009 se esperan considerables instalaciones es poco probable que se alcance el objetivo global que se habían fijado en un inicio. El gobierno brasileño está tratando de establecer un sistema de subasta para aumentar la capacidad eólica del país y se espera la primera subasta para finales del

---

<sup>5</sup> Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Eléctrica (PROINFA) del Gobierno brasileño

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

2009. El mercado brasileño ha estado tradicionalmente dominado por un solo fabricante de aerogeneradores: Wobben Enercon, pero otros jugadores internacionales ya se han introducido en el mercado brasileño: Vestas, Suzlon y IMPSA.

Los otros mercados latinoamericanos que tienen gran potencial y se espera que se desarrollen fuertemente en los próximos años son **Chile y México**, de este último se hablará más profundamente en este estudio de mercado.

### 4. PERSPECTIVAS DE FUTURO

Según el Global Wind Energy Council (GWEC) aunque se espera que la crisis económica global afecte relativamente el desarrollo de la energía eólica, las perspectivas siguen siendo buenas. Se espera que el crecimiento en **China** siga alcanzando ratios de crecimiento fuertes y que conduzca a un crecimiento sustancial en la capacidad global de los años próximos. Globalmente se esperan ratios de crecimiento del 22,4% en capacidad total instalada y de 15% en la capacidad anual. Aunque estos ratios son moderados en comparación con los de los últimos años, siguen siendo ratios muy buenos. **La expansión global de la energía eólica seguirá impulsada por Asia, Europa y Norteamérica.**

La GWEC proyecta que entre un **10 y un 12% de la demanda global de electricidad podrá ser aportada por energía eólica, sobre el 2020.**

A su vez se espera que el futuro de la energía eólica se basara en nuevos desarrollos de proyectos **offshore**<sup>6</sup>, sobretodo en Europa, donde se estima que grandes proyectos offshore aumentarán las tasas de crecimiento de capacidad instalada.

Sobre el **mercado offshore** cabe destacar, que la necesidad de aumentar la capacidad de las aeroturbinas para así optimizar los altos costos de instalación de los aerogeneradores en el fondo marino ha servido para potenciar el desarrollo de tecnología eólica. Se considera que este mercado seguirá potenciando el desarrollo eólico en el futuro próximo.

---

<sup>6</sup> Mercado offshore: Parques eólicos marinos



# III . EL SECTOR ENÉRGICO EN MÉXICO

## 1. EL SECTOR ENERGÉTICO EN MÉXICO

El perfil energético de México está basado mayoritariamente en los hidrocarburos. La tabla 1, muestra la producción de energía primaria en México para los años 2006 y 2007 y en ella se puede observar como **los hidrocarburos abarcan el 90% de la producción de energía primaria**.

La producción total de energía primaria sufrió un ligero descenso del 1% totalizando 10.523 petajoules (Pj)<sup>7</sup> en el 2007. Destaca el incremento en la producción de gas natural que creció en el 2007 un 14,8% alcanzando un máximo histórico en la producción de este hidrocarburo.

TABLA 1: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA (PETAJOULES)

Descripción	2006	2007	Variación porcentual 2006/2007	Estructura porcentual 2006	Estructura porcentual 2007
<b>Total</b>	<b>10.633,623</b>	<b>10.522,966</b>	<b>-1,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Carbón	230,704	251,237	8,9	2,2	2,4
Hidrocarburos	9.568,381	9.466,860	-1,1	<b>90,0</b>	<b>90,0</b>
Petróleo crudo	7.304,395	6.923,361	-5,2	68,7	65,8
Condensados	141,127	107,200	-24,0	1,3	1,0
Gas natural	2.122,859	2.436,299	14,8	20,0	<b>23,2</b>
Electricidad	490,379	458,555	-6,5	4,6	4,4
Nucleoenergía	119,419	114,486	-4,1	1,1	1,1
Hidroenergía	303,550	268,182	-11,7	2,9	2,5
Geoenergía	66,960	73,427	9,7	0,6	0,7
Energía eólica	0,451	2,459	ns	ns	ns
Biomasa	344,159	346,315	0,6	3,237	3,291
Bagazo de caña	96,956	99,561	2,7	0,9	0,9
Leña	247,202	246,754	-0,2	2,3	2,3

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de información energética (Sener)

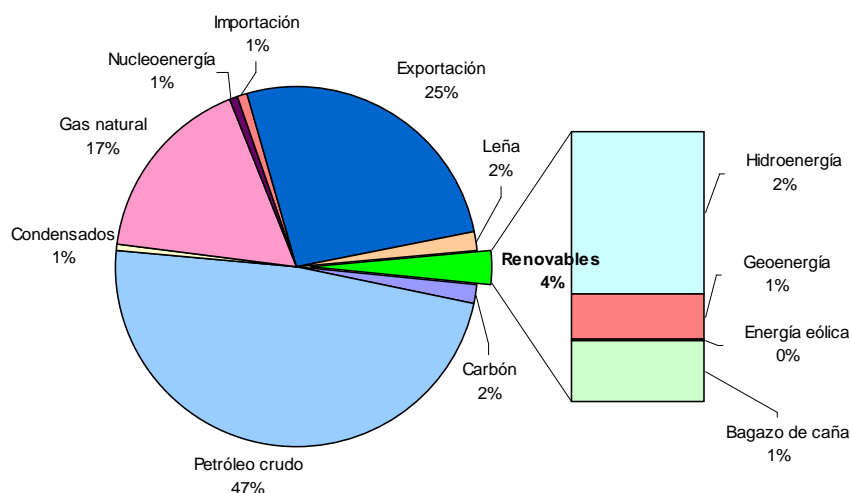
<sup>7</sup> Un petajoules = 10<sup>15</sup> joules

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

Cabe destacar que **México es un gran país productor y exportador de petróleo** (aunque también importador de productos derivados del petróleo) por lo que ha obviado toda fuente de energía alternativa desde siempre. Sin embargo las reservas actuales de los pozos mexicanos requieren un elevado coste de explotación, no se han descubierto ningún pozo de importancia en los últimos tiempos y existe un cierto agotamiento de las reservas. La falta de aprobación de una reforma energética ha ahondado los problemas y provoca que actualmente **tanto la economía mexicana como su matriz energética dependen en exceso de los hidrocarburos**. En el escenario actual, **sólo un 4% de la producción de energía primaria proviene de fuentes renovables de energía** y por tanto México depende por encima de los promedios mundiales de combustibles fósiles para la generación de energía. Por todo ello, debería reducir la alta dependencia del petróleo y comprometerse más fuertemente con los objetivos de las grandes economías del mundo de luchar por la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> y por tanto en contra el cambio climático.

El gráfico 5 muestra que las fuentes renovables utilizadas en México para la generación de energía primaria son la hidroenergía, la geoenergía y el bagazo de caña. En el caso de la hidroenergía (utilizada en un 2% para la generación la energía primaria) se debe detallar que se tendrían que descartar las grandes plantas hidroeléctricas y solo considerar las mini hidráulicas como fuentes renovables, pero como no se disponen de estos datos no se ha podido desagregar. Tanto en la Tabla 1 como en la gráfico 5 se observa como **la energía eólica con los escasos 2.549 PJ generados se considera, por el momento, una cifra no significativa en la matriz energética del país**.

GRÁFICO 5: PERFIL ENÉRGICO DE MÉXICO. 2007



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de información energética (Sener)

## 2. EL SISTEMA ELÉCTRICO MEXICANO

El 29 de Diciembre de 1960 se nacionalizó el Servicio Público de Energía Eléctrica mexicano al hacerse una adición al **artículo 27 de la Constitución Política** de los Estados Unidos Mexicanos, por la cual se reserva en exclusividad a la **nación mexicana lo referente a la generación, conducción, transformación, distribución y abastecimiento de energía**

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

**eléctrica.** Según este artículo, no se otorgan concesiones a los particulares y el Estado Mexicano aprovecha los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

En 1975 se publicó la **Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE)**, según la cual la **Comisión Federal de Electricidad (CFE)** es la única encargada de generar, producir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación del servicio público.

El Congreso ha modificado la LSPEE en diferentes ocasiones. Con la **Reforma de 1993** se incorporaron nuevas modalidades de generación eléctrica que no se consideran servicio público. Estas son:<sup>8</sup>

- **Autoabastecimiento:** Es la generación eléctrica para fines de autoconsumo siempre y cuando dicha energía se destine a satisfacer las necesidades de personas físicas o jurídicas y no resulte inconveniente para el país.
- **Cogeneración:** Es la producción de
  - ✓ De energía eléctrica conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, o ambas.
  - ✓ Directa e indirecta de energía eléctrica a partir de energía térmica no aprovechada en los procesos de que se trate.
  - ✓ Directa o indirecta de energía eléctrica utilizando combustibles producidos en los procesos de que se trate.

Para esta modalidad es necesario que la electricidad generada se destine a la satisfacción de las necesidades de establecimientos asociados a la cogeneración, entendidos por tales, los de las personas físicas o morales que:

- a) Utilizan o producen el vapor, la energía térmica o los combustibles que dan lugar a los procesos base de la cogeneración, o
  - b) Sean copropietarios de las instalaciones o miembros de la sociedad constituida para realizar el proyecto.
- **Productor Independiente:** Es la generación de energía eléctrica proveniente de una planta con capacidad mayor de 30 MW, destinada exclusivamente a su venta a la CFE o a la exportación.
  - **Pequeña producción:** Es la generación de energía eléctrica destinada a:
    - ✓ La venta a la CFE de la totalidad de la electricidad generada, en cuyo caso los proyectos no podrán tener una capacidad total mayor de 30 MW en un área determinada.
    - ✓ El autoabastecimiento de pequeñas comunidades rurales o áreas aisladas que carezcan del servicio de energía eléctrica, en cuyo caso los proyectos no podrán exceder de 1 MW.

---

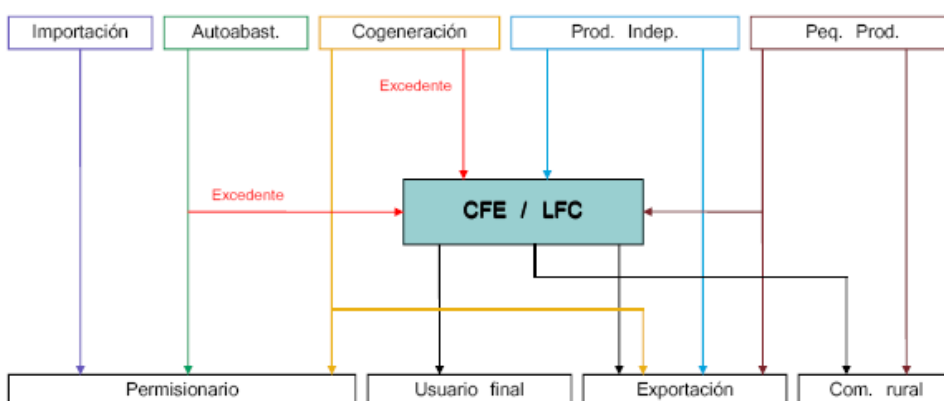
<sup>8</sup> Según "Prospectiva del sector eléctrico 2008-2017" publicada por la Secretaría de Energía mexicana

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

- ✓ La exportación, dentro del límite máximo de 30 MW.
- **Exportación:** Es la generación de energía eléctrica para destinarse a la exportación, a través de proyectos de cogeneración, producción independiente y pequeña producción, que cumplan las disposiciones legales y reglamentarias aplicables según los casos. Los “permisionarios” (concesiones) en esta modalidad no pueden enajenar dentro del territorio nacional la energía eléctrica generada, salvo que obtengan permiso de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) para realizar dicha actividad en la modalidad de que se trate. La CRE es la responsable de conceder el permiso de generar electricidad bajo estas modalidades
- **Importación de energía eléctrica.** Es la adquisición de energía eléctrica proveniente de plantas generadoras establecidas en el extranjero mediante actos jurídicos celebrados directamente entre el abastecedor de la energía eléctrica y el consumidor de la misma

La participación de los particulares en la generación eléctrica bajo estas modalidades se ha incrementado en los últimos años, especialmente el esquema de producción independiente de energía, el cual en **2007 representó el 31,2% de la generación total de energía eléctrica del servicio público.**

GRÁFICO 6: MODALIDADES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA



Según "Prospectiva del sector eléctrico 2008-2017" publicada por la Secretaría de Energía.

### Estructura del Sistema Eléctrico Nacional (SEN)

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) se puede dividir en dos sectores: el público y el privado.

- El **sector público** se integra por:

- ✓ **Comisión Federal Electricidad (CFE)** es el organismo paraestatal encargado de generar, producir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica.
- ✓ **Luz y Fuerza del Centro (LFC)** organismo paraestatal dependiente de la CFE y encargado de la zona del Estado de México
- ✓ **Productores Independientes de Energía (PIE)** que venden la energía que producen a la CFE.

- El **sector privado** agrupa el resto de modalidades: **cogeneración, autoabastecimiento,**

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

**usos propios y exportación.** De estas modalidades, el autoabastecimiento tiene una fuerte presencia en diversos sectores, como es el industrial, comercial y particularmente servicios, donde se ha registrado un importante incremento en la capacidad instalada durante los últimos años.

La infraestructura del SEN conforma las **fases de generación, transformación, transmisión en alta tensión, distribución en media y baja tensión, así como venta a usuarios finales que incluye procesos de medición y facturación.**

### Capacidad instalada en el SEN

La capacidad efectiva de generación eléctrica instalada en el SEN a finales del 2008 ascendió a 50803,43 MW.

Es destacable el incremento de capacidad efectiva contratada por CFE a productores independientes en los últimos años, por ejemplo del 2006 al 2007 pasó de 10.387 MW a 11.457 MW. La participación porcentual de las diferentes modalidades en la capacidad total del SEN, al finales del 2007 era la siguiente:

**GRÁFICO 7: SECTOR ELÉCTRICO. CAPACIDAD EFECTIVA INSTALADA POR MODALIDAD. 2007**

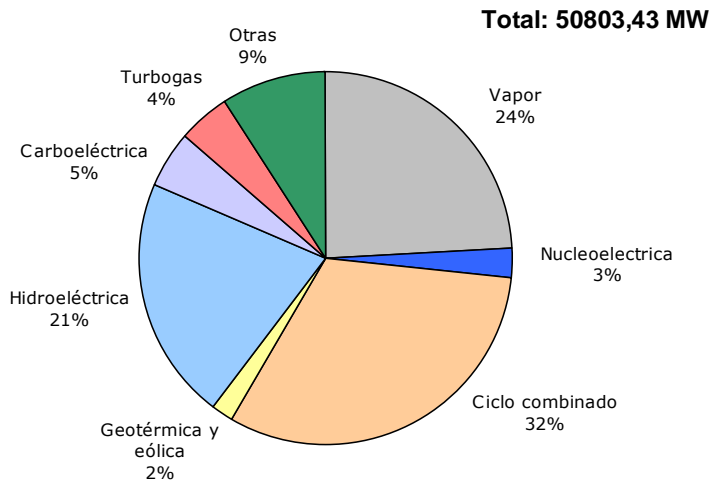


Fuente: Prospectiva SE 2008-2017 – Secretaría de Energía

Si se analiza la capacidad instalada según la tecnología utilizada (ver Gráfico 8), se observa que el uso de gas natural (ciclo combinado y turbogas) alcanzó una participación del 36%, la carboeléctrica y vapor sumaron un 29% de la capacidad total y la nucleoelectrica un 3%. Como fuentes renovables participa la hidroeléctrica, la geotérmica y eólica y en total la capacidad instalada **sería de 23%**. En realidad no se puede considerar toda la hidroeléctrica como fuente renovable, ya que no se deberían contar las grandes plantas hidroeléctricas, pero no se disponen de estos datos. Aproximadamente, si se excluyeran las grandes plantas hidroeléctricas, la **capacidad de generación con fuentes renovables sería sobre el 2- 3 %**, aunque no se disponen de fuentes fiables al respecto.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

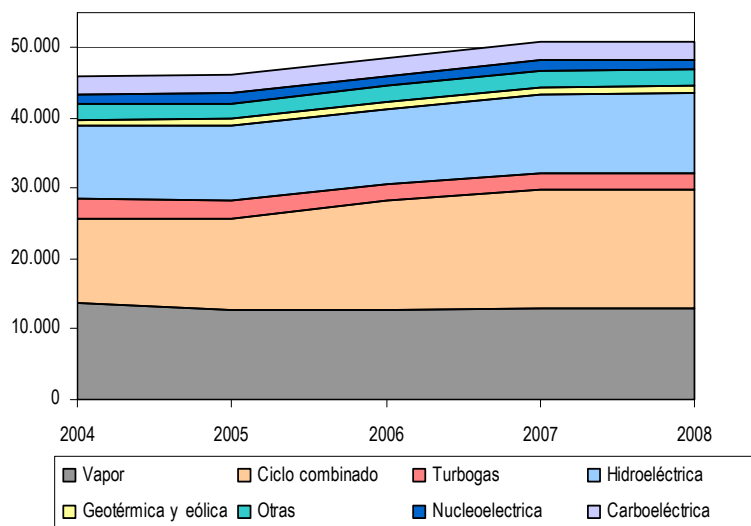
GRÁFICO 8: SECTOR ELÉCTRICO. CAPACIDAD EFECTIVA POR FUENTE. 2007 (MEGA-WATT)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de información energética (Sener)

Si se observa la evolución de la capacidad efectiva por tipo de fuente energética, se observa como el vapor ha disminuido ligeramente, mientras el **uso de plantas de ciclo combinado** ha aumentado considerablemente. Si en el 2004 suponían un 28,7% de la capacidad total, en el 2007 alcanzaron un 34,2% de la capacidad efectiva de generación eléctrica. Aunque también se ha aumentado ligeramente la capacidad gracias a nuevas plantas hidroeléctricas y geotérmicas, prácticamente todo el aumento es debido a plantas de ciclo combinado.

GRÁFICO 9: SECTOR ELÉCTRICO. CAPACIDAD EFECTIVA POR FUENTE. 2004-2007 (MEGA-WATT)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de información energética (Sener)

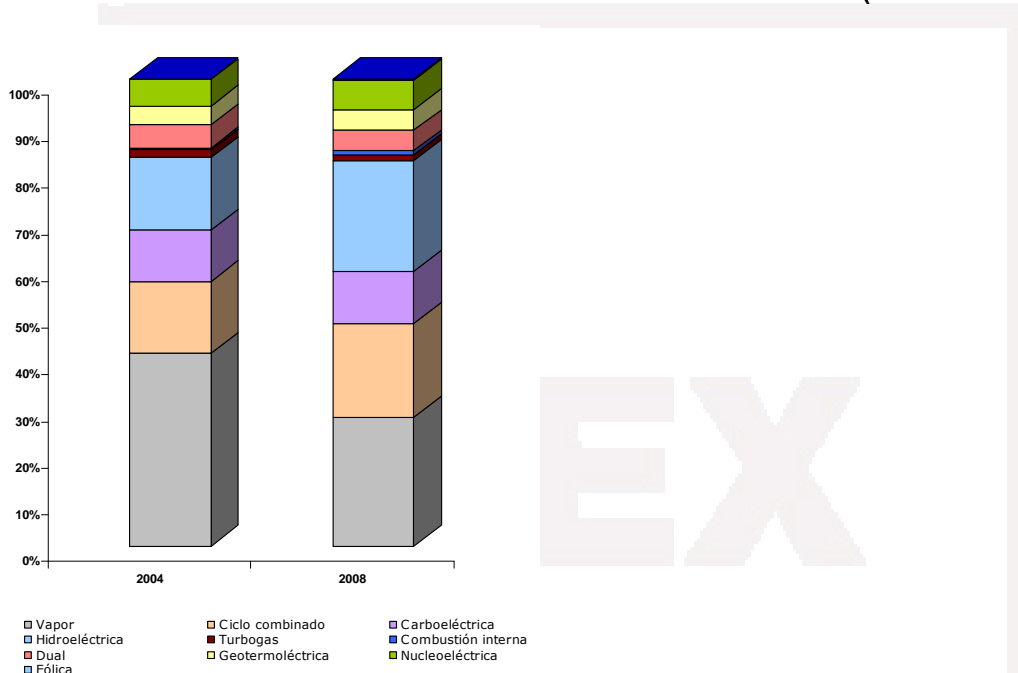
## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

### Generación nacional de energía eléctrica

En 2007, la generación total de energía eléctrica ascendió a 263.386 GWh, de los cuales CFE y LFC aportaron 60,7%, los productores independientes de energía 27,6%, autoabastecimiento 4,6%, cogeneración 4,4%, exportación 2,4% y usos propios continuos 0,4%.

Si se analiza la parte generada por CFE y LFC (aproximadamente el 60%) según la fuente utilizada se observan tendencias similares a las observadas en la capacidad instalada. Entre el 2004 y el 2008, se observa como ha disminuido el uso del vapor, mientras ha aumentado considerablemente el uso del ciclo combinado. También es destacable el aumento del uso de las plantas hidroeléctricas.

**GRÁFICO 10: SECTOR ELÉCTRICO. GENERACIÓN POR FUENTE. 2004 Y 2007 (MEGA-WATT)**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de información energética (Sener)

En lo referente a las centrales basadas en fuentes renovables, en la evolución de la generación a lo largo de los últimos años destaca el aumento de la electricidad generada por las hidroeléctricas en el año 2008 (ver Tabla 2 y Gráfico 11). La electricidad generada por las centrales eólicas es mínima, aunque se observa la puesta en funcionamiento de la central La Venta II (la primera gran central eólica instalada en México<sup>9</sup> en el 2007).

En total, en el 2008 la generación de electricidad proveniente de fuentes renovables se ubicó en los 45471,4 GWh lo que representó un 28,46% sobre los 159792,8 GWh totales que la CFE y LFC generaron ese año (datos del Sistema de Información Energética – Sener).

<sup>9</sup> En el apartado IV.2.1 se detallan las características de las centrales eólicas instaladas en México.

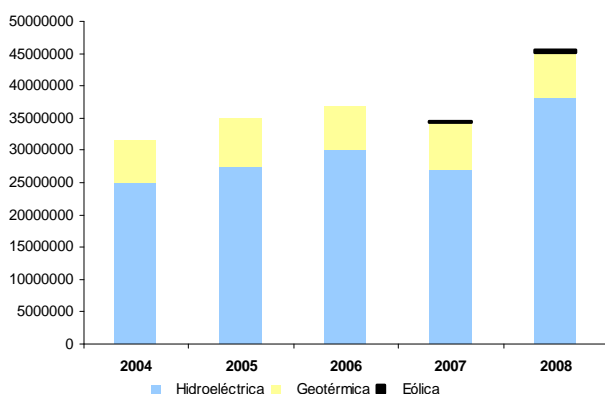
## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

TABLA 2: GENERACIÓN BRUTA ENERGÍAS RENOVABLES CFE Y LFC (MEGAWATTS-HORA)

	2004	2005	2006	2007	2008
Total	31501522,46	34918630,59	36820613,13	34522553,45	45471394,20
Hidroeléctrica	24918570,95	27615112,38	30091028,88	26870267,12	<b>38139033,63</b>
Geotérmica	6576804,79	7298518,94	6685386,69	7403854,05	7086951,07
Eólica	6146,72	4999,27	44197,56	248432,28	245409,50

Fuente: Sistema de información energética (Sener)

GRÁFICO 11: GENERACIÓN BRUTA ENERGÍAS RENOVABLES CFE Y LFC. 2004-2007 (MEGAWATT-HORA)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de información energética (Sener)

### Capacidad de transmisión y distribución del SEN

La infraestructura de transmisión y distribución del SEN hace posible la transformación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica a lo largo de todo el país. Esta infraestructura es operada por áreas de control que mantienen la confiabilidad e integridad del sistema. Las áreas de control supervisan a su vez que la demanda y la oferta de energía eléctrica estén balanceadas en cualquier instante.

En 2007, el 90,7% de la infraestructura del SEN correspondía a líneas de CFE mientras que el resto a LFC. La red de transmisión y distribución del SEN alcanzaba los 786.151 km.

La red de transmisión se integra por CFE y LFC, y a su vez, se clasifica por tensión:

### Red Comisión Federal de Electricidad

- ✓ **Red de transmisión troncal:** Integrada por líneas de transmisión y subestaciones de potencia a muy alta tensión (400 Kilovolts (KV) y 230 KV) para conducir grandes cantidades de energía entre regiones alejadas. Éstas se alimentan de las centrales generadoras y abastece las redes de subtransmisión y las instalaciones de algunos usuarios industriales. En 2007 dichas líneas totalizaron 48.019 km.
- ✓ **Redes de subtransmisión:** Son de cobertura regional y utilizan líneas en alta tensión (69 KV a 161 KV). Suministran energía a redes de distribución en media tensión y a



## **EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO**

---

cargas de usuarios conectadas en alta tensión. Esta infraestructura se ubicó en 48.465 km.

- ✓ **Redes de distribución en media y baja tensión:** Suministran la energía transmitida en el rango de 220 volts (V) a 34,5 KV dentro de zonas relativamente pequeñas. En 2007, su longitud asciende a 616.306 Km. en conjunto.

### **Red Luz y Fuerza del Centro**

Cuenta con una longitud total de 73.361 km en niveles de tensión de 6,6 KV a 400 KV, incluyendo líneas subterráneas, además de líneas de distribución en baja tensión (220 V o 240 V).

Con respecto a la evolución de la red de transmisión, debe aclararse que anteriormente CFE dividía al país en 32 regiones para coordinar la red de transmisión nacional y con ello controlar la entrega de energía eléctrica en todo el país. A lo largo del tiempo, esta división ha sido superada por la expansión de la red de transmisión, dando origen a nuevas regiones que en total suman 50 y en las que se agrupan las líneas que actualmente operan.

### **Centro Nacional del Control de Energía (CENACE)**

Es el organismo encargado de realizar el **Despacho de Energía Eléctrica** y la Operación y el control del Sistema Eléctrico Nacional. El CENACE se encarga de planificar, dirigir, supervisar y coordinar y controlar el despacho y operación del Sistema Eléctrico Nacional. Controla todas las unidades generadoras tanto de las empresas privadas como del CFE. Según la demanda de energía, él “despacha” la energía proveniente de un generador u otro.

Las reglas de Despacho y Operación del SEN se pueden consultar en el siguiente link:

[http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/OD/SENER/Avisos/03112005\(1\).pdf](http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/OD/SENER/Avisos/03112005(1).pdf)

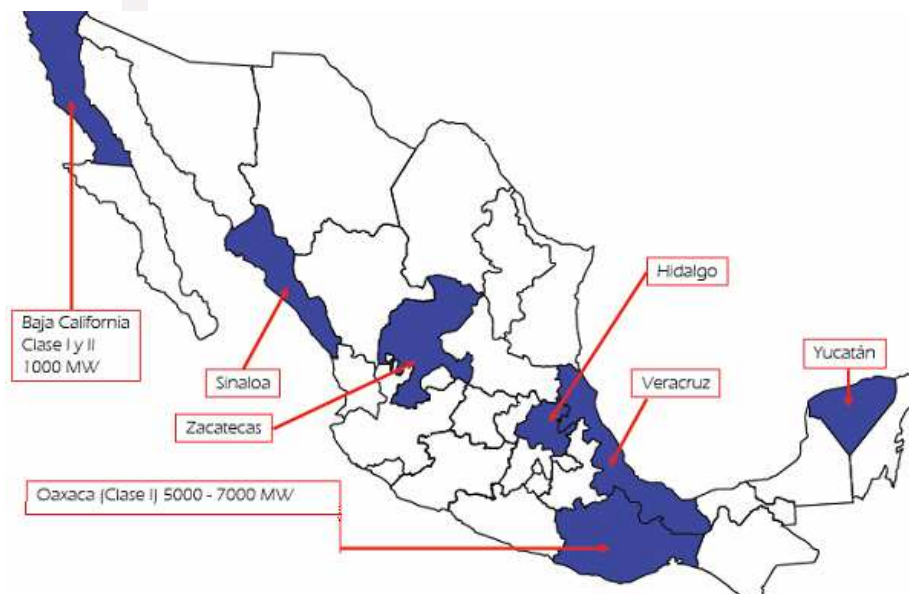
# IV. LA ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

México es una de las áreas más prometedoras para el desarrollo de la energía eólica en Latinoamérica. A pesar de tener un tremendo potencial, el desarrollo eólico en México sigue siendo lento, principalmente debido a la **falta de iniciativas financieras adecuadas, a problemas con el marco regulatorio existente y a la falta de políticas para estimular el uso de energía eólica**. El efecto adverso de la crisis financiera global también ha afectado el desarrollo eólico, ya que ha llegado en los años en que los proyectos de parques eólicos estaban en sus fases iniciales y la falta de financiación les ha perjudicado.

## 1. RECURSOS EÓLICOS EN MÉXICO

México tiene **extensas zonas con excelentes recursos eólicos**. El siguiente mapa muestra los estados (Ver gráfico 14: en color azul) en los que se ha estimado que existe potencial eólico.

GRÁFICO 12: RECURSOS EÓLICOS EN MÉXICO



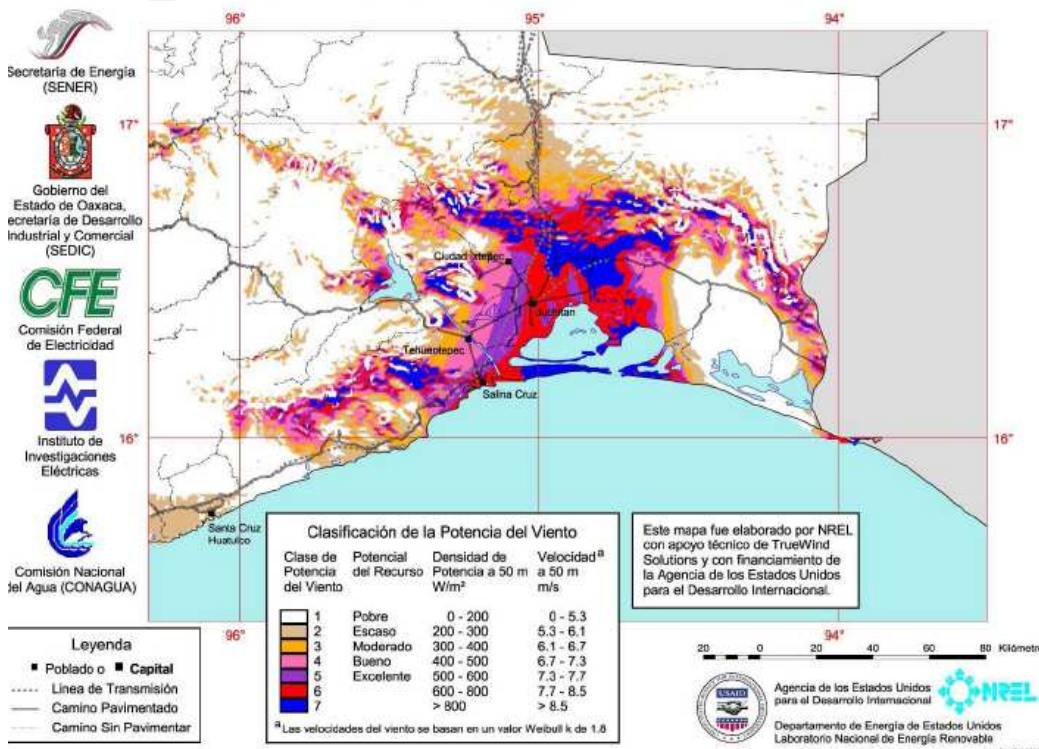
Fuente: Comisión Reguladora de Energía (CRE)

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

De estos estados, el que presenta de momento mayor potencial eólico es el Estado de Oaxaca, en concreto la zona del Istmo de Tehuantepec. En el 2003 se confeccionó un Atlas de Recursos Eólicos para esta zona (ver Gráfico 15) y resultó que la potencia instalable al sur del Istmo es de 15.000 MW, siendo 6.000 MW rentables de acuerdo al actual marco regulatorio federal y 9.000 MW viables en el largo plazo (según la Asociación mexicana de Energía Eólica - AMDEE). De esta manera se demostró que **Oaxaca posee uno de los mejores recursos eólicos del mundo.**

El recurso eólico se mide mediante el valor promedio de la velocidad anual del viento. Como muestra el Gráfico 15, el Istmo de Tehuantepec que cuenta con una media de velocidad del viento de 10 m/s posee amplias zonas donde el potencial del recurso es bueno y excelente (coloreadas en rosa y morado). Otra variable a considerar es el factor de planta, que mide la utilización de la capacidad efectiva de una planta<sup>10</sup> y que incide directamente en la rentabilidad de los parques eólicos. Se han estimado los factores de planta de esta zona en más de un 48% que significa que es excelente, ya que para que un proyecto sea considerado rentable tiene que tener un factor de planta mínimo de 28-30%, junto con otras variables.

GRÁFICO 13: ATLAS DE RECURSOS EÓLICOS DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC



Fuente: National Renewable Energy Laboratory (NREL). Departamento de energía de Estados Unidos.

<sup>10</sup> El factor de planta expresa que fracción de energía produce una planta en comparación con la que produciría si estuviera funcionando a potencia nominal todo el año.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

**Pero Oaxaca no es el único estado donde los recursos eólicos son excelentes:**

**Baja California**, es la segunda mejor región ya que a parte de su potencial eólico, tiene una gran extensión geográfica y baja densidad de población. Su potencial varía entre unos 1000 MW a 3000 MW, según diferentes fuentes. Las mejores zonas están en las sierras de la Rumorosa, así como el paso entre la Sierra de Juárez y la sierra San Pedro Mártiz.

Los estados de **Zacatecas, Hidalgo, Veracruz, Sinaloa y Yucatán** tienen en conjunto un potencial de alrededor de 3000 a 4000 MW.

En concreto, en la Península de Yucatán: el Cabo Catoche, la costa de Quintana Roo y el Oriente de Cozumel son zonas con un potencial eólico interesante, particularmente para contribuir a los requerimientos de generación de energía eléctrica para la propia península.

En el altiplano norte y la región central también poseen zonas con importante potencial.

En el siguiente link se pueden encontrar los atlas eólicos realizados por la Secretaría de Energía de Estados Unidos (NREL: Nacional Renewable Energy Laboratory) de las zonas de Baja California, Chihuahua, Sonora, Quintana Roo y Yucatán:

[http://www.nrel.gov/wind/international\\_wind\\_resources.html#mexico](http://www.nrel.gov/wind/international_wind_resources.html#mexico)

## 2. SITUACIÓN ACTUAL

En los últimos dos años (2007-2008), México siguiendo las tendencias globales ha intentado expandir el desarrollo eólica, ya que los factores que favorecen esta tecnología de generación (ver **Apartado I.1**) también se dan en este país, donde además se ven potenciados por:

- ✓ La alta dependencia de los hidrocarburos del país, junto con la esperada disminución de las reservas de combustibles fósiles en México.
- ✓ Sus excepcionales y enormes recursos eólicos aún sin explotar.
- ✓ El continuo crecimiento de la demanda eléctrica.

A finales del 2008 la capacidad eólica instalada era mínima. Sin embargo las iniciativas realizadas en los dos últimos años hacen que existan numerosos proyectos en fase de desarrollo, y que en principio conseguirán que de los 85,6 MW de capacidad eólica instalados a finales de 2008 se pase a los 2500 MW instalados a finales de 2012.

A continuación se detallan los proyectos que se han llevado a cabo y los que están planificados para los próximos años.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

### 2.1. Capacidad eólica instalada

Al finales del 2008, el único parque eólico instalada y operando tenía una capacidad de **85,6 MW** y consistía en dos proyectos de la CFE, bajo la modalidad de **Obra Pública Financiada (OPF)**<sup>11</sup>, **La Venta I y la Venta II situados en el ejido La Venta, en el estado de Oaxaca.**

- ✓ **La Venta I.** Fue la primera minicentral de generación eólica instalada en 1994 en el ejido La Venta con una capacidad de 1,5 MW. La empresa que la desarrolló fue **Entec, SA** de CV y constaba de 7 aerogeneradores de 225 KW cada uno del fabricante danés **Vestas**.
- ✓ **La Venta II** entró en funcionamiento en enero 2007, con 98 turbinas tipo G52, tiene una capacidad de 83,5 MW, desarrollada por las empresas españolas **Iberdrola y Gamesa**.

También está en funcionamiento desde 1998 otra minicentral en Guerrero Negro, Baja California, con 1 aeroturbina de **Gamesa Eólica** que aporta una capacidad de 0,6 MW.

Durante 2008 se instalaron en Oaxaca aproximadamente **117,4 MW de capacidad de auto-generación privada** en dos granjas eólicas y parte de ellas han empezado a operar en el 2009, como se describe a continuación:

- ✓ En Enero del 2009 entraron en funcionamiento 79,9 MW del **proyecto eólico de Parques Ecológicos de México (filial de Iberdrola) en el ejido de La Ventosa** en el municipio de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. Este proyecto que la empresa española **Iberdrola** realizó junto con **Acciona** se convirtió en **el segundo parque eólico construido en México y el primero desarrollado íntegramente con capital privado**. En la construcción de este parque se invirtieron más de 170 millones de dólares dando trabajo a un promedio de 300 trabajadores.

Bajo la modalidad **de autoabastecimiento**, se estima que su producción anual será de 280 GWh (el consumo aproximado de 100.000 personas) y suministrará energía eléctrica a plantas de las empresas Barcel, Bimbo, Apasco, Cervecería Cuauhtémoc-Moctezuma, Conductores Monterrey, Crisoba, Dal-Tile de México, Kimberly Clark de México, Lala, Prolec, Proeza, Zinc Nacional y a algunas tiendas de Soriana y HEB.

- ✓ Al mismo tiempo, entraron en funcionamiento los primeros 37MW de los 250 MW proyectados en una **granja eólica Eurus** también en Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. Este proyecto desarrollado por **Acciona Energía y CEMEX** es un también un proyecto de **autoabastecimiento** que podrá llegar a suministrar el 25% de las necesidades de energía de Cemex en México. La totalidad del parque se espera que esté operativo a finales del 2009, y estará compuesto por 167 aerogeneradores de 1,5 MW cada uno de tecnología Acciona Windpower. Está construido en un área de 2500 hectáreas arrendada en el Ejido La Venta. La inversión de Acciona para el desarrollo del parque

---

<sup>11</sup> Mecanismo de contratación pública, mediante el que la CFE convoca una licitación para adjudicar un contrato de obra, donde el contratista financia el proyecto durante la etapa de construcción. Concluida la obra íntegramente en posibilidades de operar, la CFE paga la totalidad de los trabajo (en un principio la CFE pagaba con recursos propios y posteriormente la CFE paga la deuda con un crédito contraído para satisfacer esta obligación).

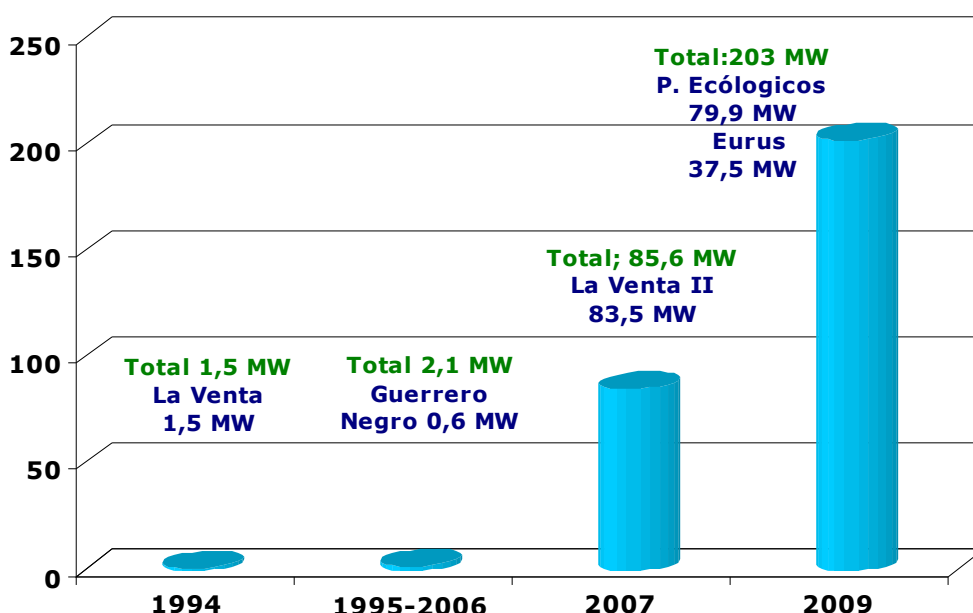
## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

será de unos 550 millones de dólares y por su parte CEMEX aportó unos 45 millones de dólares para la construcción de infraestructura de transmisión y transformación de la energía generada. Durante la construcción de esta primera etapa del parque se crearon más de 850 empleos directos en la zona.

El inicio del proyecto se remonta al 2005 y a principios del 2007 se registró como parte del **Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto.**<sup>12</sup>

**Por lo tanto, a julio de 2009, la capacidad acumulada instalada en México es de aproximadamente 203 MW.**

GRÁFICO 14: CAPACIDAD EÓLICA INSTALADA EN MEXICO



Sin embargo existen diversos proyectos en diferentes fases de ejecución. Algunos de ellos **están pendientes que se finalice la infraestructura eléctrica necesaria que permita la evacuación de la energía generada.** A continuación se describe la situación de estos proyectos.

### 2.2. Infraestructura de transmisión – Temporada Abierta

Uno de las **principales limitaciones** a las que se enfrenta México desde que inició el desarrollo eólico en México es la **falta de una infraestructura eléctrica** en el istmo de Tehuantepec que permita transmitir la energía generada por las plantas eólicas hasta los centros de consumo. Para superar dicha limitación, la Secretaría de Energía (SENER) y la CRE formula-

<sup>12</sup> Estos mecanismos se detallan en el apartado IV.3.1 - Incentivos.



## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

ron y acordaron con CFE un proyecto denominado **Temporada Abierta**. Lanzada en 2007 la **“Temporada Abierta”** consiste en que un conjunto de empresas privadas, se compromete firmemente con la CFE, actuando cada empresa individualmente, **a pagar por la capacidad de transmisión que usen de una línea de transmisión y subestaciones eléctricas asociadas**, y en base a estos compromisos, la CFE construiría la infraestructura necesaria con presupuesto del Estado. De la misma manera, se acordaron esquemas mediante los cuales se podrían construir algunos proyectos del sector privado, **reforzando la infraestructura existente por parte de los permisionarios, es decir, los autogeneradores del sector privado que finalmente construyan las granjas eólicas deberán pagar una parte del coste de las nuevas instalaciones de transmisión que sean requeridas.**

La Temporada Abierta está dividida en 3 etapas, de acuerdo a la infraestructura de transmisión que utilizan los proyectos para su interconexión:

- **La primera (mini temporada abierta)** corresponde a proyectos que reforzaron las líneas de transmisión existentes aumentando su capacidad, para interconectarse esa línea. Se compuso de dos parques eólicos: **Parques Ecológicos de México y Eurus, que entraron en operación durante el 2009** y que ya se han comentado antes en este documento.
- **La segunda etapa** corresponde a los proyectos que se conectarán a la red de transmisión en 115 KV, y **se compone de cuatro parques que entrarán en operación durante el 2009 e inicios del 2010**. Estos cuatro proyectos son<sup>13</sup>:
  - ✓ **Fuerza Eólica del Istmo de 30 MW.**
  - ✓ **Eléctrica del Valle de México de 67,5 MW**
  - ✓ **Eliotec del Istmo 22 MW**
  - ✓ **Bii Nee Stipa Energía Eólica 26,3 MW**

Estas empresas sólo podrán generar en conjunto 163 MW en una primera etapa, ya que es la capacidad actual de transmisión de la CFE.

- **La tercera corresponde a la nueva línea de transmisión** que licitó la Comisión Federal de Electricidad. **Se compone de cinco proyectos y dos segundas fases de proyectos.** La nueva línea de transmisión tiene programada la fecha de inicio de operaciones el 1 de septiembre de 2010 y los proyectos podrán entrar en operación a partir de ese momento, tentativamente se calcula entre 2010-2012. Estos proyectos son:
  - ✓ **Cisa-Gamesa 288 MW**
  - ✓ **Desarrollos Eólicos Mexicanos 227,5 MW**
  - ✓ **Eoliatec del Istmo (2parte)142 MW**
  - ✓ **Eoliatec del Pacífico 160 MW**
  - ✓ **Fuerza Eólica (2ª fase) 70 MW**
  - ✓ **Preneal México 395,9 MW**

---

<sup>13</sup> Más detalles de estos proyectos en la **Tabla 3**

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

### ✓ Unión Fenosa 227,5 MW

El contrato de **construcción de las obras de transmisión de esta infraestructura eléctrica (la nueva línea de transmisión)** fue adjudicado a un **consorcio de Isolux** conformado por Isolux México, Isolux Ingenierías, Eléctricas de Medellín, Edemtec y Pidirelys. El proyecto, de dos años, consta de dos partes:

- ✓ Una línea de transmisión de doble circuito de 400 KV desde la subestación conocida como La Ventosa hasta la subestación Juile que recorrerá 135 km en el estado de Oaxaca.
- ✓ Una línea de circuito único de 400 KV en la línea existente entre Juile y Cerro de Oro, un tramo de 154 km que atravesará el estado de Veracruz.

Este contrato también incluía operaciones de ampliación en la subestación de La Ventosa, Juile y Cerro con diferentes alimentadores (de 230 KV y 400 KV)

ISOLUX ganó la licitación con una oferta de 209 millones de dólares, entre ofertas de otros consorcios como Abengoa México-Siemens Innovaciones-Siemens y Control y Montajes Industriales (CYMI)/ Iberdrola Ingeniería y Construcción México (IBERINCO).

**Esta infraestructura transportará la energía eólico-eléctrica generada por empresas que se han comentado que están adscritas a la temporada abierta con CFE así como los futuros proyectos de Oaxaca I, II, III, y IV de la propia CFE .**

### 2.3. Proyectos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE)

Adicionalmente, **en el programa eólico de la Comisión Federal de Electricidad existen cinco proyectos que entrarán en operación entre 2010 y 2012: La Venta III y Oaxaca I-IV.** De estos, los proyectos La Venta III y Oaxaca I conformarán el Parque Eólico del Bicentenario que están programados para entrar en operación hacia finales de 2010 y que mediante **licitación pública internacional** se han adjudicado durante el 2009:

- ✓ **La Venta III:** En marzo del 2009 se adjudicó a **Iberdrola** la construcción del parque eólico La Venta III, situado en el municipio de Santo Domingo Ingenio (Oaxaca) tras un concurso de licitación pública internacional y bajo la **modalidad de productor independiente**. El parque tendrá una **capacidad de 103 MW** y utilizará 121 aerogeneradores de Gamesa Eólica<sup>14</sup> de 850 KW cada uno. La inversión estimada será de 217 millones de dólares y se estima que este proyecto facilitará de creación de unos mil puestos de trabajo y evitará la emisión de 150 mil toneladas del año de gases contaminantes a la atmósfera. Esta adjudicación supone también un contrato por el que Iberdrola suministrará energía a la CFE durante 20 años.
- ✓ **Oaxaca I:** También tras una licitación pública internacional, CFE ha suscrito un contrato con el Consorcio Energías Ambientales de Oaxaca (EAO) para desarrollar el parque eólico Oaxaca I. Este consorcio está formado por las compañías **Energía y**

---

<sup>14</sup> Gamesa Energía y Iberdrola Renovables tienen un acuerdo estratégico.



## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

**Recursos Ambientales S.A y Energías Ambientales de Guadalajara.** A través de una inversión de 176,6 millones de dólares, alcanzará una **capacidad de generación de 101 MW** y se estima que evitará la emisión de 150.000 toneladas y creará alrededor de mil puestos de trabajo. La modalidad bajo la que se realizará este proyecto también será de **productor independiente** y se espera que estará en pleno funcionamiento en el 2011. A la licitación se presentaron empresas como Acciona Energía México, Enerfin Sociedad de Energía, Elecnor, entre otras; sin embargo, el mencionado consorcio resultó adjudicatario de este proyecto al presentar **la oferta económica más baja**, contemplando el Precio Nivelado de Generación (PNG) de 0,660 KW/h dólares, por lo que se encargará del diseño, construcción y realización del parque eólico.

Estos dos proyectos forman parte del **Programa Nacional de Infraestructura del Gobierno Federal y del Programa de diversificación de fuentes de generación de CFE**, cuyo objetivo es lograr el 26% de la generación eléctrica hacia finales 2016 sea con fuentes renovables. (Este objetivo incluye como renovables las grandes plantas hidroeléctricas, aunque en realidad en la LAFRE) no se consideran fuentes renovables

**En total CFE ha ofertado 500 MW de proyectos eólicos para PPI** (Pequeño productor independiente). A estos dos proyectos comentados, se suman 300 MW correspondientes a los proyectos de **Oaxaca II-IV que faltan por adjudicar.**

Estos proyectos eólicos operarán bajo **PPA's (Power Purchase Agreements)** con CFE durante 20 años, incluyendo un cargo fijo de capacidad, un cargo fijo por operación y mantenimiento y un cargo variable por energía basado en los precios de los combustibles.

### 2.4. Otros proyectos

Fuera del Istmo de Tehuantepec, han surgido otras iniciativas en diferentes puntos de la República:

#### **Baja California**

Se estima que el potencial eólico en el estado es de 1.000 MW a 3.000 MW, y actualmente se están realizando estudios para evaluar el potencial del viento. La energía obtenida de los proyectos eólicos en Baja California se podría exportar al Estado de California en los Estados Unidos de América. De momento, falta desarrollar la infraestructura necesaria para efectuar esta distribución.

**Por otro lado, el gobierno de Baja California va a desarrollar el parque eólico, La Rumorosa, para abastecer el alumbrado público de los municipios de Mexicali y Tijuana.** El proyecto se ha adjudicado a la empresa **Turbo Power Services** en asociación con la firma norteamericana D'Quadrant Strategies<sup>15</sup> y se calcula que para el septiembre de 2009 se inicien las operaciones.

---

<sup>15</sup> La participación Turbopower Services es del 30% reflejado en la ejecución de la ingeniería y construcción, mientras que D'Quadrant Strategies, se hace con el 70% de participación, por tanto líder del capital.

## **EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO**

---

Este parque estará emplazado en la zona denominada la Rumorosa en un predio municipal de 42 hectáreas en el Municipio de Tecate. En su primera etapa de funcionamiento, generará 10 MW mediante 5 turbinas G87 de la marca Gamesa. Aunque una segunda fase buscaría completar el parque hasta los 100 MW.

El parque se conectará a la red de CFE y la energía generada se redirigirá hacia el servicio público de alumbrado en los ayuntamientos de Mexicali y Tijuana, generando aproximadamente la mitad de la energía eléctrica necesaria para abastecer a más de 35.000 familias en la zona; reduciendo de esta manera los altos costos de alumbrado público en la región y evitando la emisión a la atmósfera de 15.000 toneladas de CO<sub>2</sub> anualmente.

La oferta de Trubo Power Services, **la más económica**, de 26,2 millones de dólares ganó a otras empresas como Acción Energía México, Empresa de Ingeniería Eléctrica y Control Instrumental, Empresa de Gestión Avanzada de Sistemas Integrados, Rumorosa WE2.

### **Tamaulipas**

Por su parte, **el gobierno del estado de Tamaulipas** invertirá unos 328 millones de dólares en el desarrollo de una planta energía eólica para poder **abastecer el alumbrado público de todos sus 43 municipios**. Para ello se construiría **un parque eólico en Los Vergeles**, en el municipio de San Fernando en un terreno de 1800 hectáreas, en la que se instalarán alrededor de 85 aerogeneradores y tendría una capacidad total de 160 MW.

Este proyecto ha recibido apoyo, tanto financiero como institucional, por parte del Banco para el Desarrollo de América del Norte (NADBank,) la Comisión Ecológica Fronteriza y la Secretaría de Energía de México. Se ha formalizado un compromiso por **Siemes, Sistemas de Energía Renovable (SER) y la Agencia Ambiental para el desarrollo sustentable**. Será la primera planta en Latinoamérica que sólo abastecerá a oficinas gubernamentales, hospitales y alumbrado público. Se ha anunciado que las obras comenzarán en Noviembre de 2009 y proyectan finalizarlas en un año.

### **Nuevo León**

También está en marcha un **proyecto eólico en el municipio de Santa Catarina**, en Nuevo León, desarrollado por la empresa **Econergy**. Esta empresa que era una filial mexicana de un grupo estadounidense, fue adquirida por el grupo francés GDF Suez Internacional. Este proyecto para el que se iniciaron gestiones en el 2001 aún no se ha empezado a construir debido a demoras en los trámites burocráticos así como en el permiso de comodota del terreno.

También hay iniciativas en el municipio de Apodaca en Monterrey, para suplir el alumbrado público a partir de la generación eólica, lo que supondría una reducción de costos considerable.

### **Otras iniciativas**

Un grupo de **empresas italianas** —Consiel Energy, Saveway Escoy y Medita Sas — están estudiando la construcción de un parque eólico en la **Isla Holbox, en el estado de Quintana Roo**. Las empresas esperan que este proyecto sea el inicio otros proyectos similares en el país. Aún no se ha detallado exactamente cual sería el tamaño y capacidad del posible parque eólico.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

La empresa **Energías Alternas de México**, también está realizando pruebas en la región Juárez, para estudiar la posibilidad del desarrollo de un importante parque eólico de uno 50 aerogeneradores. Hasta el momento, el proyecto ha avanzado con la firma de un contrato de usufructo de tierras con una extensión de mil hectáreas, con los ejidatarios de dicha zona.

A su vez, la **empresa SoWiTec de México** también está realizando sus propias pruebas para desarrollar un parque eólico. Las pruebas durarán dos años y de resultar positivas desembocarían en la construcción de un parque eólico de 190 MW de capacidad. De momento se ha firmado un convenio entre los **representantes de los ejidos** donde se desarrollaría el parque y la empresa Sowitec. El siguiente paso será comenzar las mediciones para confirmar que el recurso eólico es suficiente. Según este convenio los ejidos recibirán unos 1000 dólares anuales durante la etapa de medición y si se instala el parque, los ejidatarios recibirán una **renta fija semestral** de acuerdo con el número de aerogeneradores que se instalen, y una **renta variable semestral** equivalente al 0,5% de los ingresos de la empresa desarrolladora.

### 2.5. Metas para el 2012

Los objetivos marcados por la actual Administración para

- ✓ De acuerdo con la **Prospectiva del Sector Eléctrico 2008-2017**, para el año 2012 la Comisión Federal de Electricidad tendrá instalados en México **593 MW** provenientes de generación eólica que corresponden a los proyectos de la CFE que se han comentado (La Venta I-III, Oaxaca I-IV y Guerrero Negro)
- ✓ Según el **Programa Sectorial de Energía 2007-2012**, dentro del Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 y del sector de Infraestructura Eléctrica, uno de los objetivos es diversificar las fuentes para la generación de energía eléctrica impulsando el uso de fuentes renovables. **La meta para el 2012 es lograr que las fuentes renovables representen el 26 por ciento de la capacidad efectiva de generación.**

**En resumen, a través de la temporada abierta** se acordó la infraestructura y reforzamientos para interconectar:

- ✓ **Los 593 MW correspondientes a los proyectos públicos de CFE**
- ✓ **Los 1971,5 MW de proyectos eólicos privados que se realizarán entre 2009 y 2012.**

Las inversiones estimadas de estos proyectos superan los 60 mil millones de pesos generando más de 10,000 empleos directos e indirectos durante la construcción y una demanda de 374 empleos para su operación.

De estos proyectos privados, la comisión reguladora (CRE) ya ha otorgado cerca de 1600 MW en permisos (en el **Anexo VII.2** se detallan los datos de los permisos dados por la CRE)

A continuación la **Tabla 3** resume todos los proyectos que se han comentado tanto públicos como privados, planeados, en ejecución o finalizados.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

### NOTAS TABLA 3

---

	Proyectos que en 2009 ya están en funcionamiento
	Proyectos de Temporada Abierta (2ª fase)
	Proyectos de la CFE (públicos) proyectados
	Proyectos de Temporada Abierta (3º fase)

*S.P: Servicio Público; AUT: Autoabastecimiento; PIE: Productor Independiente*

**Total Proyectos CFE: 592,25 MW**

**Total Proyectos Temporada Abierta: 1967,33**

**Total Permisos concedido por la CRE: 1570,9 MW**

**Fuente: Elaboración propia**



ICEX

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

TABLA 3: PROYECTO EÓLICOS EN MEXICO

PROYECTO	DESARROLLADOR	REGIÓN	MODALIDAD	MW	ENTRADA EN OPERACIÓN	PERMISO DE CRE
La Venta	CFE	Oaxaca	S.P	1,35	Nov. 1194	-
Guerrero Negro	CFE	Baja California Sur	S.P	0,6	Mar. 1994	-
La Venta II	CFE	Oaxaca	S.P	83,3	Ene. 2007	-
Eurus	Acciona	Oaxaca	AUT.	250	Dic. 2009	SI
Parques Ecológicos de México	Iberdrola	Oaxaca	AUT.	79,9	Ene. 2009	SI
Fuerza Eólica del Istmo	Fuerza Eólica- Peñoles	Oaxaca	AUT.	30	2010*	SI
Eléctrica del Valle de México	Edf Energies Nouvelles-Mitsui	Oaxaca	AUT.	67,5	2009	SI
Eliotec del Istmo	Eliotec	Oaxaca	AUT.	22	2010*	SI
Bii Nee Stipa Energía Eólica	CISA - Gamesa	Oaxaca	AUT.	26,3	2009	SI
La Venta III	CFE	Oaxaca	PIE	101,4	Nov. 2010*	-
Oaxaca I	CFE	Oaxaca	PIE	101,4	2010*	-
Centro Regional de Tecnología Eólica	IIE	Oaxaca	PP	5	ND	SI
Desarrollos Eólicos Mexicanos	Demex	Oaxaca	AUT.	227,5	2011*	NO
Eoliotec del Pacífico	Eliotec	Oaxaca	AUT.	160,5	2011*	SI
Eoliotec del Istmo (2º Fase)	Eliotec	Oaxaca	AUT.	142,2	2011*	SI
Gamesa Energía	Gamesa	Oaxaca	AUT.	288	2011*	NO
Vientos del Istmo	Preneal	Oaxaca	AUT.	180	2012*	SI
Energía Alternativa Istmeña	Preneal	Oaxaca	AUT.	215,9	2012*	NO
Unión Fenosa Generación México - Bii Hioxo	Unión Fenosa	Oaxaca	AUT.	227,5	2010*	SI
Fuerza Eólica del Istmo (2º Fase)	Fuerza Eólica	Oaxaca	AUT.	50	09 2011*	SI
Oaxaca II-IV	CFE	Oaxaca	PIE	304,2	09 2011*	-
Fuerza Eólica de Baja California	Fuerza Eólica	Baja California	EXP.	300	ND	SI
Mexico Wind	Unión Fenosa/Geobat	Baja California	EXP.	500	ND	NO
ND	Cannon Power	Baja California	EXP.	200	ND	NO
Baja Wind	Sempra Energy	Baja California	AUT.	250	2011	NO
Baja California	Fuerza Eólica	Baja California	AUT.	10	ND	SI
ND	Gobierno del Estado	Baja California	AUT.	10	ND	NO
Los Vergeles	SEER	Tamaulipas	AUT.	160	2010	NO
Eólica Santa Catarina	Econergy	Nuevo León	AUT.	20	ND	SI

### 3. CONDICIONES DE ACCESO AL MERCADO

#### 3.1. Incentivos

##### Incentivos fiscales

El principal incentivo, regulado por la **Ley del Impuesto sobre la Renta** (detalle en el **Anexo VII.1**) es una **deducción del 100% de la inversión en equipamiento de energía renovable en un solo ejercicio**, con la obligación de tener en operación el equipo durante un periodo mínimo de cinco años para mantener la ayuda fiscal.

##### Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)

Como signatario de la Convención Marco de las Naciones Unidas de Cambio Climático y de su **Protocolo de Kyoto**, México no tiene compromisos cuantitativos y **se puede beneficiar del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)**. El MDL es uno de los tres instrumentos contemplados en el Protocolo de Kyoto para ayudar a los países implicados a la consecución de sus objetivos de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Estos tres instrumentos son: **Mecanismo de Desarrollo Limpio / MDL** (Clean Development Mechanism/CDM), Implementación Conjunta (Joint Implementation/JI) y Comercio de Emisiones (Emissions Trading/ET).

El objetivo básico de los MDL es ayudar a las Partes del Anexo I del Protocolo de Kyoto a cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a través de la inversión en **proyectos de tecnología limpia** en los países en desarrollo.

Las contribuciones de los proyectos MDL son:

- ✓ Ingresos adicionales por la venta de derechos de emisión asignados por desplazamiento de energía contaminante, lo que mejora el retorno del proyecto.
- ✓ Apoyo a través de Fondos de Carbono especializados
- ✓ Venta anticipada de derechos de emisión, para sufragar la promoción y obtener fondos para la inversión del proyecto.
- ✓ Para empresas con expectativas de sobrepasar los límites de emisiones, este tipo de proyectos supone una solución a parte de sus necesidades de compra de derechos de CO<sub>2</sub> y de inversión en proyectos limpios.

**Gracias a estos mecanismos se mejora la rentabilidad esperada de los proyectos en los países en desarrollo** lo que favorece que los inversores apuesten por este tipo de proyectos. Aunque esta mejora de la rentabilidad siempre depende del precio de venta de la tonelada de CO<sub>2</sub>.

El desarrollo eólico mundial se ha visto favorecido por estos mecanismos. El **gráfico 17** muestra como a febrero de 2009 se esperaba la instalación de 25.560 MW de capacidad eólica en 647 proyectos adscritos a los MDL. México **ocupa el tercer puesto en número proyectos registrados** con 1272 MW de capacidad eólica planificada.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

GRÁFICO 15: PROYECTOS EÓLICOS MDL (FEBRERO 2009)

COUNTRY	PROJECTS	MW
India	270	5,072
China	314	16,977
Mexico	12	1,272
Brazil	11	687
South Korea	11	317
Cyprus	4	207
Dominican Republic	3	173
Egypt	3	285
Philippines	2	73
Morocco	2	70
Costa Rica	2	69
Nicaragua	2	60
Panama	1	81
Mongolia	1	50
Jamaica	1	21
Colombia	1	20
Israel	1	12
Argentina	1	11
Chile	3	73
Vietnam	1	30
Ecuador	1	2
<b>Total</b>	<b>647</b>	<b>25,560</b>

Fuente: UNEP <http://cdmpipeline.org/>

Muchos de los proyectos que se están desarrollando en la actualidad en México están validados como MDL o bien en proceso de registrarse. La tabla siguiente resume estos proyectos, que ya se han descrito en el apartado III.2.1, y la etapa en la que se encuentran.

TABLA 4: PROYECTOS EÓLICOS MDL MÉXICO (2007)

PROYECTO	EMPRESA	CAPACIDAD (MW)	ETAPA	(KTONS DE CO2 EQ/AÑO)
Bii Nee Stipa Energía Eólica+Gamesa Energía	CISA - Gamesa	364	Registrado	601
Eurus	Acciona- CEMEX	250	Registrado	600
Parques Ecológicos de México	Iberdrola	102	Registrado	224
Eoliatec del Istmo (1 <sup>o</sup> +2 <sup>a</sup> fase)	Eliotec	164	Registrado	299
Eoliatec del Pacífico	Eliotec	160	Registrado	330
La Venta II	CFE	83	Registrado	193
Fuerza Eólica del Istmo	Fuerza Eólica- Peñoles	50	En Validación	130
Eléctrica del Valle de México	Edf Energies Nouvelles-Mitsui	67,5	En Registro	160
Unión Fenosa Generación México - Bii Hioxo	Unión Fenosa	227,5	En etapa inicial	530
Vientos del Istmo+Energía Alterna Istmeña	Preneal	395,9	En etapa inicial	925
Desarrollos Eólicos Mexicanos	Demex	227,5	En etapa inicial	530
La Venta III, Oaxaca I-IV	CFE	502	En etapa inicial	1177
<b>TOTAL</b>		<b>2593,4</b>		<b>5699</b>

Fuente: Comisión Reguladora de Energía (CRE)



## **EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO**

---

El total de capacidad registrada, 2593,4 MW, no coincide con el total expresado en la tabla anterior, ya que este último total recoge también los proyectos que están en proceso de validación o registro mientras que en la anterior sólo los registrados (además hay un desfase de uno o dos años). También se puede observar que algunos de los proyectos se han registrado por la totalidad de la capacidad que pretenden alcanzar aunque en ciertos casos hasta el momento sólo están construidas las primeras fases del proyecto.

Por último es importante señalar que el proceso para registrar un proyecto en el marco de las Naciones Unidas **es un proceso largo y complicado y para el cual las empresas necesitan contratar a consultoras especializadas.**

### **Proyecto de Desarrollo de Energía Renovable a Gran Escala (PERGE)**

En el año 2006, el Fondo para el Medio Ambiente Global (GEF, por sus siglas en inglés) aprobó otorgar apoyo económico a México (70 millones de dólares), a fondo perdido, para llevar a cabo un proyecto denominado "Proyecto de Desarrollo de Energías Renovable a Gran Escala" (PERGE). La agencia ejecutora de este proyecto es la SENER, mientras que la implementadora es el Banco Mundial. El proyecto se realiza en dos etapas, en la primera se cuenta con 25 millones de dólares, de los cuales 20 se utilizarán como un **incentivo económico** para la empresa privada que gane el proyecto de Comisión Federal de Electricidad, La Venta III, mediante la entrega de 1,1 centavos de dólar por kilowatt-hora entregado a la red hasta por 5 años a partir del inicio de operación del proyecto. Esta licitación, como se ya se ha comentado, fue otorgada a la **empresa española Iberdrola**, que será la que se beneficie de este incentivo económico. Los 5 millones del fondo restantes se utilizarán para actividades de asistencia técnica. Dentro de este proyecto también se **desarrollará un mapa eólico nacional** que permitirá continuar la expansión del desarrollo eólico en el país.

En una segunda etapa se contarán con 45 millones de dólares que se destinarán íntegramente al Fondo Verde, que se utilizará como incentivo económico en los proyectos de la CFE. Son incentivos, como el descrito anteriormente, por desempeño en vez de ser un subsidio a capital, **cada proyecto recibirá un incentivo fijo por unidad de energía generada durante 5 años.**

### **Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)**

El Instituto de Investigaciones Eléctricas ha concluido el **Centro Regional de Tecnología Eólica (Certe)** en la región del Istmo de Tehuantepec, en Oaxaca, con apoyo del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF). Este será un centro para la investigación y el desarrollo tecnológico enfocado en la energía eólica.

Este instituto también está desarrollando la Máquina Eólica Mexicana (MEM, "Máquina México"), que será el primer aerogenerador con categoría uno diseñado en su totalidad en el país. Para el desarrollo del prototipo industrial, la fabricación y la comercialización, cuentan ya con un convenio firmado con la Corporación EG de Monterrey.

### **Aranceles**

La partida 850231, correspondiente a aerogeneradores, está exenta de aranceles en México para todos los países del mundo.



## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

Por su parte la partida 8503 (componentes de la partida anterior, pero que también incluye material eléctrico y de reproducción) está exento de aranceles para la mayoría de los socios comerciales de México (incluye Estados Unidos y Unión Europea) a excepción de Japón.

Se pueden consultar con más detalles estos aranceles, en el Sistema de Información Arancelaria Vía Internet, ofrecido por la Secretaría de Economía:

<http://www.economia-snci.gob.mx:8080/siaviWeb/fraccionAction.do?tigie=85030001&paper=ara>

### 3.2. Barreras de entrada

#### Infraestructura de transmisión

**La falta de infraestructura de transmisión eléctrica, las restricciones de acceso y distancias para interconexión de proyectos a las redes eléctricas** han sido grandes barreras para el desarrollo de los proyectos eólicos en México. La Temporada Abierta fue la primera iniciativa para superar esta barrera, pero a parte de los 2500 MW que ya están proyectados dentro de esta temporada, la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) ha manifestado que no hay capacidad para más, lo que implica que el Estado tiene que seguir invirtiendo o permitir que inviertan las iniciativas privadas, porque sino el desarrollo de nuevos proyectos se vería limitado.

#### Arrendamiento de tierras

La práctica común para la construcción de proyectos eólicos es el arrendamiento de tierras eólicas. Típicamente, para construir una central eólica se usa menos del 3 % de la superficie del terreno sobre la que se instala, mientras que los propietarios siguen usando el resto de tierras y recibiendo recursos económicos adicionales. Sin embargo cuando se trata de **tierras ejidales**, la **dificultad del desarrollador estriba en negociar un precio de renta** que sea justo y conveniente para ambas partes. Otra dificultad es evitar que los procesos de desarrollo de proyectos conduzcan a **prácticas de especulación** sobre el arrendamiento de tierras eólicas. Estas dos situaciones se han producido en el arrendamiento de tierras del Istmo de Tehuantepec. Por ello desde el principio del desarrollo eólico ha habido tensión entre los desarrolladores de proyectos, los propietarios de tierras, pequeños agricultores e indígenas de la región, lo que ha producido que el **arrendamiento de tierras se convirtiera en uno de los principales problemas** que han ralentizado e incluso paralizado algunos proyectos eólicos en la zona.

Según la Agencia de Desarrollo Internacional de los Estados Unidos en el documento “**Elementos para la Promoción de la Energía Eólica en México**” esta problemática es consecuencia de los siguientes factores:

- ✓ **Desconocimiento o desinformación sobre los proyectos y las prácticas internacionales por parte de las comunidades.** El desconocimiento de los detalles de los proyectos y de la tecnología utilizada genera desconfianza y provoca actitudes de rechazo o de desafío.
- ✓ **Una asesoría mal dirigida o ausencia de esta.**
- ✓ **Escasa difusión de las empresas desarrolladoras sobre los impactos reales en los parques eólicos en los grupos sociales directamente afectados.**

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

- ✓ **Falta de regulación y oportuna de las autoridades. Problemas legales en la posesión de los terrenos.** En México aún no existe un mecanismo de regulación y normalización alrededor del desarrollo y funcionamiento de los parques eólicos.
- ✓ Problemas legales en la posesión de los terrenos. Un problema muy común en el campo mexicano es la irregularidad en el status jurídico de muchos terrenos; por desconocimiento, falta de asesoría o usos y costumbres que generan la forma hereditaria de la propiedad de la tierra. Muchas comunidades, ejidos y familias no cuentan con una situación real jurídica y legal de la propiedad de grandes extensiones de tierra. Esta situación se ha traducido en el caso del desarrollo de los proyectos eólicos en que aparecen muchos dueños de un mismo terreno, lo que hace muy difícil la negociación entre el desarrollador y él o los propietarios.
- ✓ **Surgimiento de grupos de oposición o aprovechamiento del malestar de la comunidad por parte de líderes o agitadores profesionales.**
- ✓ **Impacto mediático negativo por falta de estudios previos de opinión pública que creen climas favorables al desarrollo de los proyectos.**

Como no existe regulación al respecto y en algunos casos no ha habido suficiente transparencia, se han creado cierta confusión entre los propietarios, que suelen estar representados por asociaciones locales, como son El Centro de Derechos Humanos Tepeyac (CDHT) o La Asamblea en Defensa de Tierras y Territorios y que han dado lugar a varios conflictos. Estos conflictos, que suelen demorar el inicio del proyecto cuando se negocia el arrendamiento de tierras, también han ralentizado la construcción de algunos de los proyectos, como el caso de Eurus, que tuvo que suspender por un tiempo las obras de construcción debido acciones de bloqueo al parque eólico.

Por otro lado, las **modalidades de pago más utilizadas para el arrendamiento de tierras** son:

- ✓ **Cuota fija:** Pago mensual o anual por aerogenerador instalado o por unidad de tierra utilizada. Este tipo de acuerdos aseguran transparencia y ofrecen certidumbre, tanto al propietario de la tierra como al desarrollador del proyecto, respecto a ingresos futuros o flujos de pago.
- ✓ **Regalías:** Pago porcentual con base en los ingresos por facturación de la electricidad generada. Las regalías fluctúan en función del recurso eólico y del precio de venta de la electricidad. Para tener transparencia en los pagos, el operador de la central eoloelectrica debe proporcionar un resumen de ingresos brutos asociado con cada pago y permitir el acceso a los datos que soliciten los propietarios de las tierras.
- ✓ **Regalías y pago mínimo garantizado:** Con frecuencia, los pagos de arrendamiento basados en un porcentaje de los ingresos brutos se complementan con un pago mínimo garantizado. Los pagos mínimos garantizan que los propietarios recibirán algún ingreso, aún cuando los aerogeneradores produzcan menos energía que la esperada.
- ✓ **Cláusula de incremento:** En algunos casos, el pago fijo o el porcentaje de regalías se incrementa con el tiempo. Las cláusulas de incremento varían dependiendo de cuán deseable sea la tierra, los ingresos proyectados, otros usos planeados para tierras circundantes, y otros factores.

## **EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO**

---

- ✓ **Pago único en una sola exhibición:** En este tipo de contrato el desarrollador realiza un pago único al propietario de la tierra al inicio de la central eoloeléctrica.

De los anteriores, el **Pago de Regalías complementado con una garantía de pago mínimo** es el más común, no obstante, para que este tipo de contrato no genere problemas, es necesario que se cuente con una base de información transparente en la que se pueda verificar que los pagos sean los correctos, estando dicha información disponible al público.

### **Disponibilidad y costo de los aerogeneradores**

La disponibilidad de equipos eólicos ha sido muy volátil en los últimos años, al igual que sus precios, por el exceso de demanda de equipos en el mundo y las capacidades limitadas de manufactura. La atención de los que tienen aerogeneradores se está dirigiendo a los países que ofrecen las mejores condiciones y la mayor rentabilidad. El objetivo de las empresas que poseen aerogeneradores, es vender electricidad, no vender aerogeneradores. A raíz de esta situación mundial, en **México sólo poseen aerogeneradores las empresas que están en posición de realizar proyectos eólicos en el país.**

Por ello, los desarrolladores de proyectos que no los tienen están teniendo muchas dificultades para conseguirlos y los precios ofertados exceden sus expectativas pudiendo hacer que sus proyectos no sean rentables o financiables.

Es importante señalar, que para el caso del Istmo de Tehuantepec, como los vientos son muy intensos, son requeridos aerogeneradores específicos para este régimen de viento y son pocos los fabricantes que cuentan con ellos.

**Por el momento no existe una industria local eólica**, sin embargo contar con una disponibilidad local de equipos, componentes y servicios para la instalación y desarrollo de estos proyectos ayudaría al desarrollo eólico del país.

### **Interconexión al sistema eléctrico nacional**

Si se cumplen las expectativas esperadas, se instalarían cerca de 2500 MW en el Istmo de Tehuantepec e incluso si el desarrollo eólico fuera exitoso, el gran recurso eólico de la zona podría permitir instalar otros 3000 MW en la misma región. Sin embargo tanta nueva capacidad eólica en zona, requiere que se preste atención a la tecnología utilizada ya que si no se podrían ocasionar problemas de estabilidad en el sistema eléctrico nacional (SEN).

En varios países, se exige que los aerogeneradores y las centrales eoloeléctricas cumplan ciertos requisitos, no sólo para su operación normal sino también para su respuesta ante fallas típicas que se pueden presentar en los sistemas eléctricos. Estos requisitos técnicos se recogen en los denominados Códigos de red y son de carácter reglamentario o normativo.

Los modelos de aerogeneradores han mejorado mucho, y muchos cumplen los requerimientos más exigentes, como que sean capaces de mantenerse conectados a la red ante una falla transitoria para así contribuir a la seguridad y estabilidad en el sistema; pero el coste de este tipo de equipo es relativamente mayor y está menos disponible. En el caso de España, existe un Real Decreto que obliga a las nuevas centrales el uso de este tipo de aerogeneradores, pero en cambio en México no existe ninguna normativa, de modo que si el desarrollo eólico se produce muy rápidamente sin estar regulado, no controlando la tecnología utilizada podría provocar peor estabilidad en el sistema eléctrico nacional.

## **EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO**

---

### **Restricción crediticia**

La crisis económica del último año ha provocado una contracción en el crédito, y debido a la falta de financiamiento algunos de los proyectos eólicos planeados están siendo retrasados.



# V ■ REGULACIÓN Y LEGISLACIÓN

## 1. LA REGULACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO MEXICANO

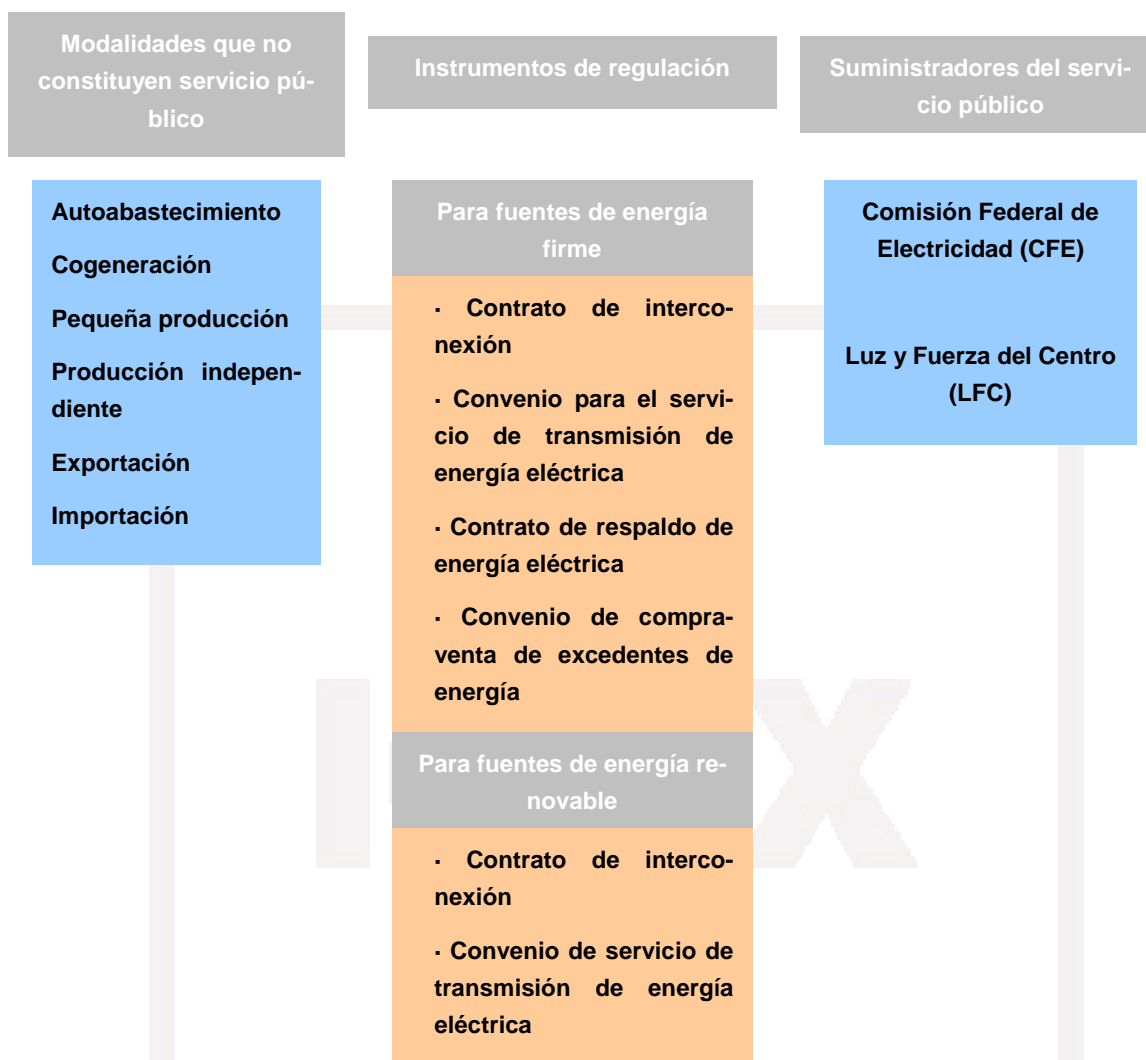
Como ya se ha comentado en el **punto 2**, la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), publicada en 1975, establece el marco legal del sector eléctrico, determinando que las entidades paraestatales CFE y LFC, tienen la responsabilidad exclusiva en la generación, transmisión y distribución de electricidad. En la Reforma de 1993, con el objetivo de incentivar la participación de particulares, se modificó la LSPEE incorporando las diferentes modalidades de participación privada en la generación de energía eléctrica, que se han detallado anteriormente en el punto 2: autoabastecimiento, cogeneración, pequeña producción, producción independiente, exportación e importación.

En 1995, **Comisión Reguladora de Energía (CRE)**, a través de la **Ley de la Comisión Reguladora de Energía**, se constituyó como **autoridad reguladora** y se convirtió en un órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía con autonomía técnica y operativa con funciones de regulación sobre el sector eléctrico, gas natural y gas LP en México. El objetivo fundamental de la CRE es *promover el desarrollo eficiente de la industria eléctrica, del gas natural y el gas LP mediante una regulación que permita: salvaguardar la prestación de servicios, fomentar la competencia, proteger los intereses de los usuarios, propiciar una adecuada cobertura nacional y atender la confiabilidad, estabilidad y seguridad en el suministro y prestación de los servicios.*

El marco regulador cuenta con instrumentos de regulación que establecen los lineamientos y los **mecanismos de interrelación entre los particulares y los suministradores del servicio público (CFE y LFC)**. Estos mecanismos se esquematizan y detallan a continuación en el Gráfico 2:

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

GRÁFICO 16: MODALIDADES DE PERMISOS E INSTRUMENTOS DE REGULACIÓN



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de "Prospección Mercado Eléctrico 2008-2014"

### Para fuentes de energía en firme

- ✓ **Contrato de interconexión.** Establece los términos y condiciones para interconectar la central de generación de energía eléctrica con el SEN. Este contrato proporciona al permisionario los elementos necesarios para administrar la demanda de los centros de carga, además de permitirle calcular los pagos por los servicios conexos proporcionados por el suministrador.
- ✓ **Contratos de servicio de respaldo de energía eléctrica.** Tienen por objeto que el suministrador respalde la central de generación de energía eléctrica en caso de falla, mantenimiento o ambos. El cargo por este servicio está determinado en función de las tarifas publicadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

- ✓ **Convenio de compraventa de excedentes de energía eléctrica.** También conocida como energía económica, establece los procedimientos y condiciones que rigen la entrega de energía eléctrica del permisionario al suministrador de acuerdo con las reglas de despacho del SEN. Este convenio considera que el permisionario pueda realizar entregas de energía económica al suministrador, para lo cual cuenta con tres procedimientos: recepción por subasta, recepción automática notificada y recepción automática no notificada.
- ✓ **Convenio de servicio de transmisión de energía eléctrica.** Establece que el suministrador recibe la energía eléctrica de la central de generación en el punto de interconexión y la transporta hasta los centros de carga del permisionario de acuerdo con la capacidad de porteo contratada para cada uno de ellos.

### Para fuentes de energía renovable

En 2001, la CRE aprobó una **regulación específica para fuentes renovables** de energía con la finalidad de fomentar el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica. Estos instrumentos consideran las características de este tipo de fuentes de energía, como es la disponibilidad intermitente del energético primario, y se incluyen conceptos únicamente aplicables a dichas fuentes, tales como:

- ✓ *Energía sobrante:* Cuando un “permisionario” entrega a sus centros de consumo una cantidad de energía mayor a la correspondiente de su potencia comprometida de porteo o cuando la demanda de los centros de consumo sea menor a la potencia entregada en el punto de interconexión.
- ✓ *Energía faltante:* Cuando una fuente de energía no satisface la potencia de compromiso de porteo con sus centros de consumo.
- ✓ *Capacidad aportada al SEN:*<sup>16</sup> Se reconoce la capacidad que la fuente de energía renovable aporta en las horas de máxima demanda del SEN.

Para el caso de fuentes de energía renovable, es posible realizar compensaciones de energía faltante con energía sobrante, es decir, si existe energía sobrante neta en un mes, ésta puede utilizarse para compensar faltantes de meses posteriores, haciendo un corte anual. De esta forma y dada la intermitencia de estas fuentes, el contrato considera la flexibilidad de estos intercambios. Asimismo, **los cargos por la transmisión de energía eléctrica para fuentes renovables se calculan en función de la energía porteada, es decir, dichos cargos se multiplican por el factor de planta de la fuente de energía.** Los instrumentos para regular lo anterior son los siguientes:

- ✓ **Contrato de interconexión.** Es el mecanismo donde se establecen términos y condiciones para la interconexión necesaria entre el SEN, la fuente de energía renovable y los centros de consumo del permisionario, de manera que dicho contrato sirva de marco para todas las operaciones entre el suministrador y el permisionario.

---

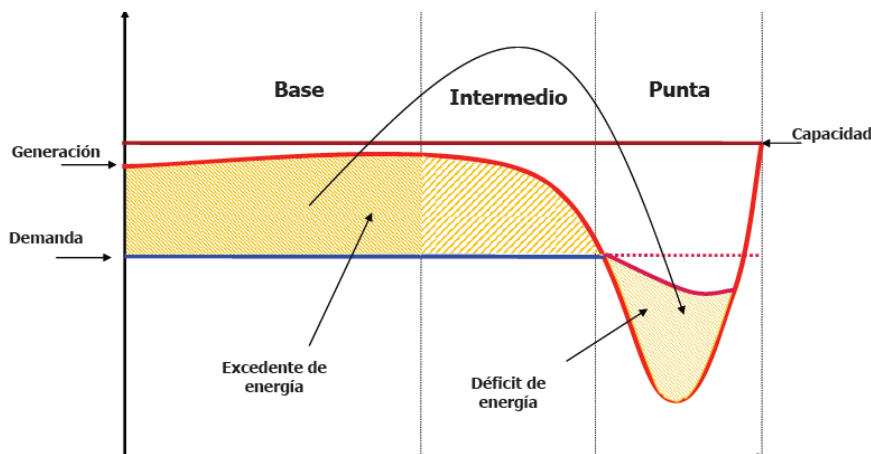
<sup>16</sup> Publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 7 de septiembre de 2001



## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

- ✓ **Convenio para el servicio de transmisión de energía eléctrica (porteo).** Permite transportar la energía eléctrica generada desde la fuente de energía renovable hasta donde se localizan sus centros de consumo.

GRÁFICO 17: FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE ENERGÍA PARA FUENTES RENOVABLES



Fuente: Comisión Reguladora de Energía (CRE)

### Resumen: Puntos claves de los convenios para fuentes renovables

Está implementado un **Banco de Energía** donde el generador (permisionario) puede acumular energía excedente entregándola al Sistema, valuada al precio de la energía en el momento de la transacción. El Sistema está disponible permanentemente para regresar la energía acumulada al generador al precio de la energía en el momento en que éste no genere lo suficiente para satisfacer su propia demanda.

La **capacidad** de las fuentes renovables se calcula promediando la potencia realmente generada durante un mes, a la hora de mayor demanda del Sistema.

El **costo del porteo** de energía se basa en la **energía verdaderamente transportada** y no en la reserva de capacidad de transmisión bajo el criterio "take or pay", como en el caso de las fuentes firmes.

Los **servicios auxiliares** se calculan tomando como base sólo la generación de la central y no la capacidad conectada al Sistema.

### Metodologías

Como parte de los contratos y convenios antes mencionados, la CRE ha publicado las siguientes metodologías:

- ✓ **Metodología para la determinación de los cargos por servicios de transmisión**, para establecer el procedimiento que deberán seguir los suministradores para el cálculo de los cargos correspondientes a las solicitudes de porteo de los permisionarios en tensiones diversas. Para tensiones mayores o iguales a 69 KV, toma en cuenta el

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

impacto que tiene sobre la red cada servicio de porteo solicitado en forma individual, usando un modelo de flujos de corriente alterna y debe ser aplicado en los casos con y sin el servicio solicitado en las situaciones de demanda máxima y mínima en el año en que se pretende iniciar el porteo.

En cuanto a las cargas que se encuentran en tensiones menores a 69 KV, se cuenta con los procedimientos denominados de trayectoria punto a punto o de proporcionalidad de demanda, según se trate de cargas únicas de más de 1 MW o múltiples cargas agrupadas por tipo de tarifa, con demandas menores a 1 MW. Es de señalarse que esta metodología, envía a los permisionarios una señal económica para incentivar una ubicación de la fuente de energía que favorezca al SEN al reducir sus pérdidas.

- ✓ **Metodología para la determinación de los cargos por servicios conexos.** La conexión a la red por parte de los permisionarios implica que éstos reciban servicios del suministrador tales como regulación de frecuencia y voltaje. Con objeto de que se les retribuya por estos servicios conexos, la metodología establece el procedimiento para determinar la contraprestación correspondiente, la cual está basada en el cargo autorizado para la demanda reservada en el caso del respaldo para falla.
- ✓ **Metodología para la determinación del costo total de corto plazo (CTCP).** Esta metodología es utilizada para el pago por la energía excedente que los permisionarios entregan a los suministradores. A su vez, el CTCP está constituido por la suma de los costos variables de generación y los costos variables de transmisión. También se prevé que para el cálculo del CTCP no se debe considerar la generación mínima de despacho por confiabilidad.

## 2. LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA (LARFE)

Dentro de la **Reforma Energética** aprobada en octubre 2008, que giraba principalmente entorno a la problemática petrolera y a la eficiencia de Petróleos Mexicanos (PEMEX), se añadió, tras un largo debate, la **Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición energética**, para promover el uso de las energías renovables y transformar el sector energético en México. Esta ley establecía el fomento de políticas, programas y acciones para conseguir una mayor utilización de energía de fuentes renovables y reducir la dependencia hacia los hidrocarburos. Aunque **sentaba por primera vez las bases para el despegue de las energías renovables en México, sólo supuso el primer paso** de un largo proceso para concretar la transición energética, ya que aún no estableció un reglamento.

El objetivo de la ley es promover el uso de energías renovables en México para aprovechar mejor los mecanismos internacionales como los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)<sup>17</sup>. Provee de un marco para el desarrollo de las energías renovables, que ahora necesita completarse con detalle, incluyendo objetivos concretos e iniciativas. Algunas de las iniciativas que se establecieron son:

---

<sup>17</sup> Estos mecanismos se detallan en el **apartado IV.3.1 - Incentivos**.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

- ✓ Se crearon varios cuerpos para diseñar una estrategia para las energías renovables y políticas públicas relacionadas, que también involucraban al sector privado. **La Comisión Reguladora (CRE)** se designó como la encargada de redactar las normas administrativas, directivas, metodologías y modelos de contrato necesarias para permitir el uso de las energías renovables y para adaptar el despacho de suministro de electricidad para que tomara en cuenta los requerimientos técnicos de las energías renovables
- ✓ Se creará un **Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía** inicialmente dotado de 3 billones de pesos mexicanos (alrededor de 150 millones de euros) en 2009. El fondo estará destinado a establecer un sistema de apoyo para promover el uso de las energías renovables, principalmente la adquisición de tecnología e infraestructura.

La Ley preveía los siguientes instrumentos:

- a) **La Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía**, la cual comprende el instrumento encaminado a garantizar la eficiencia y sustentabilidad energética, a fin de fomentar la utilización y aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias.
- b) **El Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables**, es el instrumento mediante el cual se establecerán las políticas públicas en la materia, determinando los objetivos para el uso de dichas fuentes de energía, y las acciones para alcanzarlas.

Estos instrumentos fueron presentados por la Secretaría de Energía (Sener) en los meses de Junio y Julio de 2009, así como el anteproyecto del Reglamento para la ley.

Sin embargo desde algunos sectores, como *Greenpeace México* o *Energía, Tecnología y Educación (ENTE)* criticaron estas estrategias y programas ya que aunque Sener afirmó en ellos que se utilizarían 20000 millones de pesos para la ejecución de más de 50 programas y proyectos y acciones **no se detallaron las acciones o programas concretos y no se especificó calendarios, plazos o responsables**. También se señalaron, que en las metas establecidas por el **Gobierno la meta de conseguir un 26% de generación de energía mediante energías renovables incluye los grandes proyectos hidroeléctricos, mientras que en la Ley se definió que estos grandes proyectos hidroeléctricos no se consideran renovables**.

El 3 de Septiembre de 2009, ya elaborado el presente estudio, **se aprobó el Reglamento para la citada ley**. No se ha podido analizar el texto legal, el cual no obstante se adjunta en el **Anexo VII.1** dada su importancia.

### Resumen: El sistema eléctrico mexicano

La CFE (organismo paraestatal)  **fija las tarifas** de venta de energía eléctrica y los cargos de transmisión, así  **como la planificación de la expansión de la capacidad** de generación, controlando así las diferentes adiciones de capacidad del servicio público,  **la tecnología a usar y su respectiva modalidad de financiamiento**

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

### 3. MARCO JURÍDICO EN EL SECTOR EÓLICO

En el **Anexo VII.1** se detallan los artículos o párrafos de las leyes que aplican para el caso de generación eólica.

Algunas leyes ya se han comentado en apartados anteriores:

- ✓ **La Constitución mexicana y la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE)** otorgan la exclusiva responsabilidad de la generación eléctrica en manos del Estado Federal. La Comisión Federal de Electricidad (CFE) es la empresa del Estado responsable de dos tercios de la generación de energía y posee casi todo la red de transmisión, y está obligado legalmente a proveer la energía al menor costo.
- ✓ En la **Reforma del 1993 de la LSPEE** se permitió cierta participación del sector privado, creando posibilidades limitadas para generar y abastecer energía a la red nacional bajo las siguientes modalidades: Autoabastecimiento, Cogeneración, Productores independientes, Pequeña producción y Exportación.

Los instrumentos de regulación utilizados por la CRE aplicables a las fuentes de energía renovable son:

- ✓ **Contrato de Interconexión para Fuentes de Energías Renovables.**
- ✓ **Convenio para el Servicio de Transmisión de Energía Eléctrica para Fuentes de Energía Renovables**
- ✓ **Metodología para La Determinación de los Cargos por Servicios de Transmisión de Energía Eléctrica para Fuentes de Energía Renovable**

Otras leyes a destacar dentro del marco regulador en torno a los proyectos eólicos, también detalladas en el **Anexo VII.1**, son:

- ✓ **Ley del Impuesto sobre la Renta**
- ✓ **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Evaluación del Impacto Ambiental-EIA).** En lo que compete al **campo de legislación ambiental** en México, no existen reglamentos y normas ambientales específicas relacionadas con la generación de energía a través de fuentes renovables como es la eólica, ya que las normas ambientales requeridas en esta EIA, están más enfocadas a cuestiones de seguridad laboral que ambiental. Respecto a la seguridad ambiental solo se requiere cumplir con las normas NOM-052-SEMARNAT y NOM-054-SEMARNAT, que corresponden a la disposición y al tipo de residuos generados por proyectos eléctricos, mientras que para la protección de flora y fauna se requiere cumplir solo con NOM-059-ECOL, NOM-113-ECOL y NOM-114-ECOL

**En el 2006, se inició un anteproyecto de norma mexicana para regular el establecimiento de proyectos eoloeléctricos. Se denominó NOM-151 SEMARNAT-2006, en la actualidad ésta se encuentra en revisión y no se sabe si llegara a aprobarse.**

En la página web de la Secretaría de Energía se pueden encontrar los documentos de estas leyes, reglamentos y normas oficiales:

<http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/index.jsp?id=13>

# VI. EL PROYECTO EÓLICO EN MÉXICO

## 1. FASES DEL PROYECTO EÓLICO

A continuación se describen las principales fases por la que pasa un proyecto eólico, resaltando las características a tener en cuenta en México.

### 1.- Selección de la ubicación del proyecto

Los factores que se tienen que considerar a la hora de escoger la ubicación de un parque eólico son las siguientes:

- ✓ **Recurso del viento.** México tiene un enorme recurso eólico, sin embargo, faltan mediciones más exhaustivas en ciertas zonas que permitan conocer las características de este recurso.
- ✓ **Acceso a la red eléctrica a una distancia corta.** Como la electricidad generada se introduce a la red de distribución o a la de transmisión mediante una subestación eléctrica, es necesario que las distancias hasta estos puntos de interconexión no sean muy largas ya que supondría mayores costos y pérdidas.
- ✓ **Acceso vial adecuado.** Algunos componentes de los parques son muy pesados, y se necesita que existan accesos que permitan hacer llegar estos componentes así como realizar las posteriores tareas de mantenimiento
- ✓ **Suficiente extensión de terreno.** Son preferibles terrenos simples, planos o ligeramente ondulados y sin mayores edificaciones. También son preferibles terrenos a nivel del mar, donde la densidad del aire es menor. (Existen algunas excepciones como filas de colinas perpendiculares a la dirección dominante del viento).
- ✓ El terreno debe contar con la **posibilidad de obtener los permisos adecuados** y los **usos establecidos del terreno no deben estar en conflicto** con el desarrollo del proyecto eólico. Si el terreno es usado para actividades agrícolas o ganaderas, normalmente se puede combinar sin ningún problema con el aprovechamiento eólico. Los propietarios del terreno tienen que estar dispuestos a vender o arrendar la totalidad o parte de sus terrenos para el uso de la central.
- ✓ Es importante realizar estudios sobre los **efectos sobre la flora y fauna**, y en México, concretamente, sobre posibles **vestigios arqueológicos** que podrían generar contratiempos en la ejecución del proyecto.

## **EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO**

---

### **2. Contar con los permisos adecuados**

El **Gobierno Municipal** otorga el **permiso adecuado del uso del suelo y el permiso de construcción**.

La **Comisión Reguladora de Energía (CRE)** otorga el **permiso de construcción y generación**.

La **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)** otorga la **manifestación de Impacto Ambiental**, Se debe tomar en cuenta que para obtener este permiso es necesario el diseño completo del proyecto incluyendo la ubicación exacta de las turbinas.

### **3. Completar negociaciones y contar con un acuerdo de compra de la energía**

Es necesario disponer **de un comprador de la energía generada. De acuerdo con la ley mexicana, la energía generada puede ser para autoconsumo, para exportación o para la venta a la CFE. En cualquiera de estos casos se debe** negociar con la **CFE, el Convenio de Compra-Venta de Energía**. Este contrato define cuánto energía se producirá, cuando se podrá generar, programas de pagos, cláusulas de indemnización, y las tarifas aplicables. Es recomendable contar con asesoría legal de un experto en contratos de compra.-venta de energía.

Por último, cabe añadir que en el caso de Productor Independiente (PPI) los productores privados venden la energía a CFE bajo contratos de compra a largo plazo (PPA- Power Purchase Agreement) que ganan mediante licitación pública, como las licitaciones que se han comentado en apartados anteriores. **Estas licitaciones se adjudican sobre el precio de generación más bajo.**

### **4. Completar los acuerdos de interconexión y transmisión de energía**

También con la CFE, es necesario negociar el **convenio de interconexión así como de transmisión (tarifas de porteo)**

### **5. Realizar los arreglos para la financiación del proyecto**

### **6. Adquirir las máquinas y demás componentes. Construcción y puesta en marcha.**

### Resumen: Claves de acceso

#### Modalidad de **Productor Independiente de Energía:**

- ✓ Licitación pública de la CFE.
- ✓ Se requiere de un subsidio ya que la CFE, al ser un órgano de gobierno, debe adquirir la energía más económica disponible; es decir, compite con fuentes convencionales.
- ✓ Subsidio del banco mundial durante los primeros cinco años (incentivo)
- ✓ Las bases deben ser claras con respecto al despacho y los precios a pagar por la energía generada. Despacho obligatorio de la energía generada. Indexación de precios durante la vida del contrato.

#### Modalidad **Autoabastecimiento**

- ✓ Se debe contar con el permiso de generación por parte de la Comisión Reguladora de Energía.
- ✓ Formalización de los contratos de interconexión y convenios de transmisión entre los permisionarios y la CFE.

#### Modalidad **Pequeño Productor:**

- ✓ Para capacidades menores a 10 MW, la CFE adquiere la energía generada a un precio regulado.

#### Modalidad **Exportación:**

- ✓ Se requiere permiso para exportar la energía fuera del país.

## 2. COSTOS DE LA INVERSIÓN

Los costos de la energía eólica han cambiado drásticamente en los últimos veinte años. Sin embargo aún se considera que la tecnología está en proceso de maduración, por lo que se considera que los volúmenes de producción seguirán creciendo y por tanto disminuirán el coste.

Hay determinados factores que determinan las economías de los proyectos y su competitividad en el mercado de la energía. Estos factores son:

- ✓ La madurez de la tecnología
- ✓ El tamaño del proyecto
- ✓ El equipo seleccionado
- ✓ Las condiciones geográficas y topográficas del sitio del proyecto
- ✓ Las condiciones políticas, regulatorias y sociales
- ✓ Los parámetros financieros



## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

- ✓ El recurso eólico.

En un proyecto eólico podemos diferenciar las siguientes clases de costos: **a) el costo de la inversión, b) el coste de operación y mantenimiento, c) el costo de generación de la energía (que tiene en cuenta el costo de transmisión y el costo de financiamiento o del capital)**

**a) El costo de la inversión** incluye a su vez los siguientes costes:

- ✓ Coste inversión de los aerogeneradores
- ✓ Coste de cimentación
- ✓ Costo de preparación del terreno, incluyendo vías de acceso a los sitios de cada turbina, necesarias tanto para la instalación como para el mantenimiento de las mismas.
- ✓ Costo de conducción, conductores internos en la central y el conductor al sitio de conexión a la red eléctrica, que depende de la distancia a la red.
- ✓ Costo de la subestación e interruptores para la conexión a la red.
- ✓ Costo de la planeación y preparación del proyecto (incluyendo los estudios de prefactibilidad y factibilidad, permisos, etc...)

En un análisis llevado a cabo por el IIE, con datos de proyectos europeos, los costos de la inversión fueron distribuidos de la manera que muestra la siguiente tabla:

**TABLA 5: COSTOS PARA UNA CENTRAL EÓLICA**

Concepto	% del Costo total
Aerogeneradores	60 a 70
Gastos de importación e impuestos	1 a 1,5
Transporte y seguros	0,5 a 3,5
Obra Civil	8 a 13
Obra eléctrica	8 a 12
Interconexión	6 a 8
Instalaciones fijas- oficinas y otros	1 a 2
Sistema de control centralizado	0,2 a 0,5
Ingeniería del proyecto y administración	2 a 4
Costos Legales	1 a 2
Otros gastos de administración y contables	0,5 a 1,5
Costo financiero durante la instalación	1 a 2,5
Garantías extendidas	0,5 a 1,0
Contingencias y pagos de servicios menores	1 a 3

Fuente: Elementos para la promoción de la energía eólica en México - USAID

**b) Los costos de operación y mantenimiento.** En general los costos de operación y mantenimiento son más bajos para proyectos más grandes con turbinas más grandes. Pero en general son muy variables.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

Los **costes de operación** para centrales de mediano tamaño, aproximadamente 30 MW, incluirían<sup>18</sup>.

- ✓ Costo del terreno: entre 0,5 y 1% del costo inicial de las turbinas. Si es de alquiler, usualmente este está fijado en un porcentaje (2% a 4%) de la venta de energía.
- ✓ Costo del seguro: Estimado entre un 0,7% y 1% anual del costo inicial de las turbinas.
- ✓ Costo del personal dedicado a la operación: Un 0,5% del costo inicial de las turbinas.
- ✓ Costo de administración : Un 0.5% del costo inicial de inversión

A grandes rasgos, según el IIE el costo total de operación suele ser un 2,5% del costo inicial de las turbinas que, anualmente, es **cercano a 25 US dólares por KW instalado**, en centrales relativamente grandes (de 30 MW en adelante).

Por otro lado, **los costos de mantenimiento** se estiman entre el 50% y el 70% del costo de la turbina (incluyendo contingencias, como cambio de una caja u otro elemento grande) sobre los 20 años de operación, resultando entre **un 2,5% y un 3,5% anual del costo de inversión de las turbinas**.

Con referencia a costos de mantenimiento, se debe tomar en cuenta que:

- ✓ El costo de mantenimiento no está distribuido en partes iguales sobre los 20 años de operación. Por ejemplo, se consiguen contratos del fabricante incluyendo mantenimiento preventivo, garantía y, posteriormente, mantenimiento correctivo para los primeros 5 años, con un costo anual de 1% hasta 1,5% del costo inicial de las turbinas. Sin embargo, hay que prever recursos para grandes revisiones que pueden darse cada cinco años (5, 10 y 15 años en la vida de la central).
- ✓ El costo de mantenimiento por KW instalado es más bajo para turbinas más grandes, ya que en parte se trata de operaciones por turbina, no por kW.
- ✓ El costo ha bajado en los últimos años, pues se ha generado tecnología más confiable.

**En promedio se reporta que el costo por operación y mantenimiento es del orden de 0,01 USD/Kwh.**

**c) Los costes de generación de la energía están en función de varios factores, entre los más relevantes se pueden mencionar:**

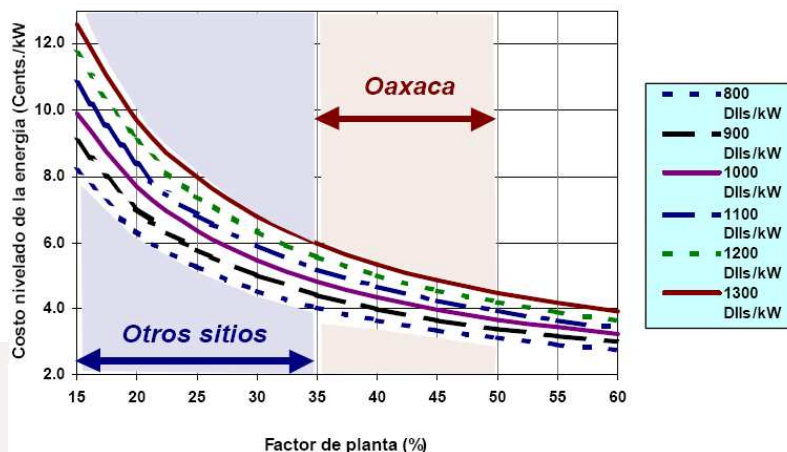
- ✓ Velocidad del viento. El recurso eólico y su perfil. A mayores velocidades menores son el costo de la energía. También influye el factor de planta. Para los casos de Oaxaca, donde factores de planta son muy elevados, disminuye el coste de la energía, como se puede observar en la siguiente gráfica.

---

<sup>18</sup> Basados en la guía de Mejores Prácticas publicada por el Instituto de Investigaciones eléctricas (IIE) dentro del Plan de Acción para Eliminar Barreras para el Desarrollo de la Generación Eoloeléctrica en México

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

GRÁFICO 18: COSTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EN PLANTA EÓLICAS EN MÉXICO



Fuente: CFE, Junio 2001

- ✓ El documento “Elementos para la promoción eólica en México”<sup>19</sup> aporta datos sobre el costo de la energía según la velocidad del viento. Para una granja de viento de 51 MW calcularon que si la velocidad del viento era de 7,15 m/s el costo de la energía era de 0,048 USD/Kwh, mientras que si la velocidad era de 9,32 m/s el **costo disminuía hasta los 0,026 USD/kwh.**
- ✓ Aspectos con la tecnología del generador eólico. A mayores aerogeneradores, mayor es la energía generada y por tanto menor el coste de generación.
- ✓ Tamaño de la granja del viento. Como ya se ha comentado a mayores parques eólicos se ha demostrado que menor es el coste de energía.
- ✓ **Costo del financiamiento: Dependerá de la tasa de interés y de los indicadores fiscales y monetarios, así como del período de recuperación de la inversión.** Este período nunca será mayor de los 20 años de vida útil que tienen los aerogeneradores, pero suele ser bastante menor, entre 10 a 15 años.
- ✓ **Costos de transmisión,** incluye el costo del porteo, que es el coste de llevar la energía desde el punto de generación hasta el punto de consumo. Estos costos son difíciles de calcular, el rango que se ha publicado en “Elementos para la promoción eólica en México” va de los **0,008 USD/Kwh hasta los 0,0048 USD/Kwh.**

**Por parte de los Ingresos,** el rubro más importante será el de la **venta de electricidad,** que dependerá de la energía generada (kwh/año). La tarifa dependerá de la estación y hora del día.

Otras fuentes de ingresos serían los **incentivos** que se han comentado en el **apartado IV.3.3** como el Mecanismo de Desarrollo Limpio o fondos verdes.

<sup>19</sup> Producida por la Agencia de Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID). Marzo 2009

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

Por último comentar que a partir de las experiencias de los **proyectos realizados en Oaxaca**, Adolfo Toledo<sup>20</sup> afirmó que:

- ✓ El **tamaño óptimo** de parque eólico en Oaxaca es de **100 MW**. De esta manera permite costear los fletes y la logística.
- ✓ **La tasa interna de retorno fluctúa entre el 13 % y el 20%** dependiendo de los diferentes elementos que ya se acaban de comentar en este punto: factor de planta interanual, precios de compraventa de la energía, aseguramiento de contratos de suministro, diseño e instalación de aerogeneradores, indicadores fiscales y monetarios, tasas de interés de la banca exterior, etc.
- ✓ **También destaca que los costos de transacción son muy variables en México por la falta de claridad regulatoria en los tres niveles de gobierno (municipal, estatal y federal)**

### 3. PRINCIPALES JUGADORES

Los **principales jugadores** en un proyecto eólico son:

- ✓ **Fabricantes de aerogeneradores y sus distribuidores**
- ✓ **Desarrolladores de los parques eólicos**
- ✓ Consultores externos y contratistas
- ✓ La empresa eléctrica que compra la energía generada (En México: CFE)
- ✓ Grupo de trabajo social
- ✓ Agencias Gubernamentales
- ✓ Propietarios de las tierras y comunidades vecinas

Con los dos primeros subgrupos podemos conocer quienes son las empresas que dominan el mercado. Algunas de las empresas mundiales del sector ya están involucradas en los desarrollos eólicos que se están produciendo en México.

Actualmente el mercado mexicano está dominado por las empresas españolas: **Eoliatec, Gamesa, Iberdrola, Prenal y Unión Fenosa** tienen proyectos desarrollándose en el país. La mayor parte de la inversión que se ha realizado en el país es española. En Noviembre 2008, Fernando Mimiaga<sup>21</sup> afirmó que el 97% de las inversiones en Oaxaca correspondían a empresas españolas.

De entre todas estas empresas destaca la posición de **Gamesa e Iberdrola**. Iberdrola, como desarrollador de parques eólicos, tiene instalada una capacidad de 171, 5 MW (La Venta II y Parques Ecológicos) de 203 MW totales en el país y tiene adjudicado otro parque (La Venta III) de otros 103 MW. Gamesa, como fabricante de aerogeneradores, ha aportado la tecnolo-

---

<sup>20</sup> Senador de Oaxaca (2006-2012) en la cumbre de energía eólica en Oaxaca en Noviembre 2008.

<sup>21</sup> Director de Energía Renovable y Proyectos Estratégicos del Gobierno del Estado de Oaxaca.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

gía para unos 154 MW y también está participando como desarrollador (la CRE le ha otorgado en total permiso para generar más de 300 MW).

La posición de Iberdrola no es sólo fuerte en el terreno eólico, ya que lo es incluso más en el sector de generación eléctrica mexicano. Es el **segundo productor de electricidad del país**, después de la CFE. Tiene ocho plantas térmicas de ciclo combinado de gas en México, con lo que alcanza casi el 10% de la capacidad de generación del país.

A parte de las empresas españolas, entre las empresas extranjeras destaca EDF- Energies Nouvelles, General Electric y GDF- Suez Internacional. Así como Vestas, fabricante danés de aerogeneradores.

La **principal asociación del sector** es la **Asociación Mexicana de Energía Eólica (AM-DEE)** que agrupa a casi todas las empresas del sector. En el **Anexo VII.3**, se puede encontrar la lista de sus asociados.

A nivel de Latinoamérica está la **Latin American Wind Energy Association (LAWEA)** que es la promotora de los principales eventos del sector.

### 4. IMPORTACIÓN DE AEROGENERADORES

La fuerte posición de España en el desarrollo eólico mexicano también se demuestra en la importación de aerogeneradores que corresponde a la partida 85023101 y que se detalla en la **tabla 5**. El 99% de los aerogeneradores importados en el año 2008 provenían de España. Una posición que España viene repitiendo en los años anteriores.

Las importaciones de esta partida reflejan los parques eólicos instalados. El valor del 2006 y en menor medida del 2007, corresponde al parque de la Venta II que fue estrenado en el 2007. Mientras que el valor del 2008 corresponde a los dos parques que se han estrenado a principios del 2009 (Eurus y Parques Ecológicos).

Aunque por el momento la participación de Estados Unidos es insignificante con respecto a España, podría aumentar si se empiezan a desarrollar los proyectos de exportación en Baja California.

**TABLA 6: IMPORTACIONES-MEXICO- DE LA PARTIDA 85023101 (AEROGENERADORES). MILLONES DE €.**

País	2006	2007	2008	% Participación		
				2006	2007	2008
-- MUNDO --	66,91	12,57	58,21	100,00	100	100
ESPAÑA	66,57	12,32	57,82	99,49	98	99,33
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	0,31	0,24	0,32	0,47	1,94	0,55
CHINA	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,08
GRAN BRETAÑA E IRLANDA	0,02	0,00	0,02	0,03	0	0,03

Fuente: World Trade Atlas (Julio 2009)

### 5. PRODUCCIÓN LOCAL DE AEROGENERADORES

Aún no existe una industria local de aerogeneradores o componentes desarrollada en México, aunque ya hay alguna empresa que ha expresado la intención de establecerse en el país. Por ejemplo, el grupo alemán Liebherr invertirá 300 millones de dólares en una planta para fabricar componentes eólicos en Nuevo León (Periódico El norte Julio 2009)

La industria local abarataría los costes, sobre todo de transporte y flete y favorecería un desarrollo más rápido. Si México no desarrolla una industria local, le podría pasar como con la extracción de petróleo de yacimientos muy profundos, donde existe una dependencia tecnológica del exterior cuando se tienen los recursos naturales en el propio país. Para favorecer el desarrollo de la tecnología local, Iberdrola creará un Centro de Ingeniería para Redes y subestaciones, con el objetivo de desarrollar la generación eólica en México.



ICEX

# VII. BIBLIOGRAFÍA

## 1. LINKS DE INTERÉS

### **México**

Asociación Mexicana de la Energía eólica: <http://www.amdee.org/>

Comisión Federal de Electricidad: <http://www.cfe.gob.mx/es/>

Luz y Fuerza del Centro: <http://www.lfc.gob.mx/>

Secretaría de Energía México (SENER): <http://www.sener.gob.mx/>

Comisión Reguladora de Energía: <http://www.cre.gob.mx/>

Comisión Nacional para el Ahorro de Energía: <http://www.conae.gob.mx/wb/>

Fideicomiso para el ahorro de energía: <http://www.fide.org.mx/>

Secretaría de Hacienda y Crédito Público: <http://www.shcp.gob.mx/Paginas/default.aspx>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI:

<http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx>

Revista Energía a debate: <http://www.energiaadebate.com/>

Red Mexicana de Energía: <http://www.remexen.org/>

Instituto de Investigaciones Eléctricas: <http://vmwl1.iie.org.mx/sitiollE/sitio/indice.php>

Gerencia de Energías no Convencionales – Instituto de Investigaciones Eléctricas:  
<http://genc.iie.org.mx/genc/index2.html>

Sistema de Información Energética: <http://sie.energia.gob.mx/sie/bdiController>

Periódico El Norte: <http://www.elnorte.com/>

### **Internacionales**

Asociación latinoamericana de energía eólica: <http://www.lawea.org/>

Global Wind Energy Council: <http://www.gwec.net/>

European Wind Energy Conference: <http://www.ewec.info/>



## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

Energías Renovables:

<http://www.energias-renovables.com/paginas/index.asp?id=9&Nombre=Eólica>

National Renewable Energy Laboratory ( U.S Department of Energy): <http://www.nrel.gov/>

Green Momentum: <http://www.greenmomentum.com/wb3/wb/gm/greenmomentum>

## 2. ARTÍCULOS Y DOCUMENTOS

<http://www.cnnexpansion.com/actualidad/2007/8/29/mexico-invertira-en-energia-eolica>

<http://www.cnnexpansion.com/actualidad/2009/01/27/energia-eolica-alternativa-para-mexico>

<http://www.reforma.com/negocios/articulo/426/851163/>

[http://www.greenmomentum.com/wb3/wb/gm/gm\\_content?id\\_content=2967](http://www.greenmomentum.com/wb3/wb/gm/gm_content?id_content=2967)

<http://www.informador.com.mx/economia/2008/37438/1/invertiran-500-mdd-para-generar-energia-eolica-en-juchitan-oaxaca.htm>

<http://www.informador.com.mx/mexico/2009/72585/6/inauguran-parque-eolico-en-oaxaca.htm>

Balance Nacional de Energía 2007- Secretaría de Energía (SENER)

World Energy Outlook 2008 – Internacional Energy Agency (IEA)

Global Wind 2008 Report – Global Wind Energy Council (GWEC)

Global Wind 2008 Outlook – Global Wind Energy Council (GWEC)

La experiencia mexicana en el financiamiento de inversiones de energía renovable (CFE) Junio 2001

The Economics of Wind Energy – European Wind Energy Association (EWEA) Marzo 2009-09-09

Elementos para la promoción de la energía eólica en México – Agencia de Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID) Marzo 2009

Proyectos MDL en México – Francisco Salazar Diez de Sollano, Comisión Reguladora de Energía (CRE) Junio 2007

México - España Reunión Bilateral de Cooperación en Cambio Climático y Energía – Francisco Barnés de Castro (CRE) marzo 20067

Programa Especial de Aprovechamiento de Energías Renovables – SENER Julio 2009

Programa Sectorial de Energía 2007-2012 – SENER Noviembre 2007

Prospectiva del Sector Eléctrico 2008-2017 – SENER 2008

Renewable Energy Essentials: Wind – IEA 2008

El Sector Energético en México 2008 - Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

Wind Expo LAWEA 2008 en Oaxaca – Latinamerica Wind Energy Association (LAWEA)

# VIII. ANEXOS

## 1. MARCO JURÍDICO

A continuación se detallan las leyes, convenios y reglamentos a los que se aplican a en la generación de electricidad eólica por parte de permisionarios (autoabastecimiento, cogeneración, producción independiente, pequeña producción, importación o exportación).

- ✓ **Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica**
- ✓ **Metodología para La Determinación de los Cargos por Servicios de Transmisión de Energía Eléctrica para Fuentes de Energía Renovable :**

Documento que tiene por objeto establecer la Metodología de Transmisión para Fuente de Energía Renovable que deberán seguir la Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro al calcular los cargos correspondientes a solicitudes de Servicios de Transmisión.

- ✓ **Contrato de Interconexión para Fuentes de Energías Renovables:**

El objeto de este Contrato es realizar y mantener durante la vigencia del mismo, la interconexión entre el Sistema y la Fuente de Energía Renovable; así como establecer las condiciones generales para los actos jurídicos que celebren las Partes relacionados con la generación y, en su caso, con la transmisión a sus Puntos de Carga. Para los casos de Permisionarios que entreguen energía eléctrica exclusivamente a instalaciones de municipios, o de entidades federativas o del gobierno federal con cualquier energía renovable del tipo intermitente o no intermitente, será aplicable el presente Contrato y Convenios asociados.

- ✓ **Convenio para el Servicio de Transmisión de Energía Eléctrica para Fuentes de Energía Renovables**

El Objeto del Convenio es establecer las bases, procedimientos, términos y condiciones para que el Suministrador proporcione al Permisionario el Servicio de Transmisión, para transportar la energía eléctrica de éste, que le entregue el Permisionario en el Punto de Interconexión, hasta el (los) Punto(s) de Carga con los siguientes límites de transmisión asociados a cada **Punto de Carga en particular.**

- ✓ **Ley del Impuesto sobre la Renta**

**Artículo 40.** Los por cientos máximos autorizados, tratándose de activos fijos por tipo de bien son los siguientes:

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

XII. 100% para maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables.

*Lo dispuesto en esta fracción será aplicable siempre que la maquinaria y equipo se encuentren en operación o funcionamiento durante un periodo mínimo de 5 años inmediatos siguientes al ejercicio en el que se efectúe la deducción, salvo en los casos a que se refiere el artículo 43 de esta Ley. Los contribuyentes que incumplan con el plazo mínimo establecido en este párrafo, deberán cubrir, en su caso, el impuesto correspondiente por la diferencia que resulte entre el monto deducido conforme a esta fracción y el monto que se debió deducir en cada ejercicio en los términos de este artículo o del artículo 41 de esta Ley, de no haberse aplicado la deducción del 100%. Para estos efectos, el contribuyente deberá presentar declaraciones complementarias por cada uno de los ejercicios correspondientes, a más tardar dentro del mes siguiente a aquél en el que se incumpla con el plazo establecido en esta fracción, debiendo cubrir los recargos y la actualización correspondiente, desde la fecha en la que se efectuó la deducción y hasta el último día en el que operó o funcionó la maquinaria y equipo.*

✓ **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Evaluación del Impacto Ambiental)**

**ARTÍCULO 28.-** *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento **y eléctrica;**

XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;

**ARTICULO 5.** *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

**K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:**

I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoeléctricas, **eoloeléctricas** o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;

II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;

III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW.

Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas.

[http://www.cre.gob.mx/pagina\\_a.aspx?id=23](http://www.cre.gob.mx/pagina_a.aspx?id=23)

# EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

## REGLAMENTO DE LA LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

### TÍTULO PRIMERO

#### Disposiciones generales.

##### Capítulo I

#### Disposiciones preliminares.

**Artículo 1.-** El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley para el Aprovechamiento de Energías renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

**Artículo 2.-** Además de las definiciones contenidas en el artículo 3o de la Ley mencionada en el artículo anterior, para efectos del presente reglamento se establecen las siguientes:

**I.** Beneficios Económicos Netos: La relación de costos, efectos positivos y riesgos relativos, directos e indirectos, de la Generación Renovable, en el contexto de la transición energética, de acuerdo con lo señalado en el artículo 15 del presente reglamento;

**II.** Cogeneración Eficiente: Es la generación de energía eléctrica, conforme a lo establecido en la fracción II del artículo 36 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, siempre que el proceso tenga una eficiencia superior a la mínima que establezca la Comisión;

**III.** Consejo: El Consejo Consultivo para las Energías renovables;

**IV.** Generación Renovable: La producción de electricidad a partir de las Energías renovables;

**V.** Inventario: El Inventario Nacional de las Energías renovables, y

**VI.** Red Eléctrica: Cualquiera de las redes que forman parte del Sistema Eléctrico Nacional.

**Artículo 3.-** La interpretación para efectos administrativos y la aplicación del presente reglamento corresponde a la Secretaría, a la Comisión y a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en el ámbito de sus respectivas competencias.

**Artículo 4.-** La Secretaría promoverá que la utilización de las distintas fuentes de energía para la Generación Renovable se lleve a cabo de conformidad con los siguientes criterios:

**I.** Fortalecimiento de la seguridad energética del país, al diversificar las fuentes de energía para la generación eléctrica;

**II.** Disminución en la variación de los costos de la energía eléctrica, producida por la volatilidad en los precios de los combustibles de origen fósil;

**III.** Reducción en los costos de operación, al integrar la generación en redes de media tensión;

**IV.** Fomento en el desarrollo social de las comunidades donde se utilizan o se llevan a cabo los proyectos;

**V.** Participación social en los proyectos correspondientes;

**VI.** Impulso en el desarrollo regional, industrial y tecnológico del país, así como la creación de empleos;

**VII.** Reducción en los impactos ambientales y en la salud pública causados por el uso de combustibles de origen fósil;

**VIII.** Reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero, en la generación de electricidad, mediante el uso de Energías renovables y Cogeneración Eficiente, y

**IX.** Aprovechamiento de la biomasa proveniente de las actividades agrícolas, pecuarias, silvícolas, acuícolas, algacuícolas y pesqueras, mediante las tecnologías limpias.

La Secretaría considerará los criterios señalados en el presente artículo para diseñar y ejecutar la política energética, y para determinar Energías renovables en términos del artículo 3o., fracción II, inciso g) de la Ley.

##### Capítulo II

#### De la colaboración, coordinación y concertación entre la Secretaría, autoridades y el sector social.

##### Sección I

#### De los convenios y acuerdos de colaboración, coordinación y concertación

**Artículo 5.-** La Secretaría, para la implementación de la Estrategia y del Programa, así como para el establecimiento y actualización del Inventario, podrá celebrar convenios y acuerdos de colaboración con dependencias y entidades de la Administración Pública Federal.

En los convenios o acuerdos de coordinación que celebre la Secretaría con las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas, se preverán los órganos y unidades administrativas responsables del cumplimiento de las obligaciones pactadas; el cronograma de actividades y las responsabilidades necesarias para cumplir con el objeto de los mismos.

**Artículo 6.-** La Secretaría podrá celebrar convenios de concertación para promover la participación de las personas y del sector social involucrados en la formulación y aplicación de medidas para la transición energética, y para el establecimiento y actualización del Inventario.

##### Sección II

#### Del Consejo

**Artículo 7.-** El Consejo se integra con los miembros siguientes:

**I.** Un presidente, que será el servidor público que designe el titular de la Secretaría;

**II.** Un representante por cada una de las Secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Economía; Hacienda y Crédito Público, y Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación;

**III.** Un representante de la Comisión;

**IV.** Un representante de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía;

**V.** Un representante del Suministrador, y

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

VI. Seis representantes de los diversos sectores involucrados en la promoción de la Generación Renovable y el desarrollo y aplicación de tecnologías relacionadas, en términos de las reglas que al efecto se emitan, designados por el presidente del Consejo.

**Artículo 8.-** El Consejo contará con un secretario técnico, que será designado por el propio Consejo a propuesta de su presidente.

**Artículo 9.-** El presidente del Consejo y los demás miembros representantes de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal tendrán al menos nivel de Director General y podrán designar a un suplente, que deberá tener, al menos, nivel Director General Adjunto o equivalente.

**Artículo 10.-** Por instrucciones de su presidente se podrá invitar a las sesiones del Consejo a otras autoridades federales, de las entidades federativas y municipales, así como a personas físicas y organizaciones relacionadas con las Energías renovables, cuando se estime conveniente por la naturaleza de los asuntos a tratar. Los invitados participarán con voz pero sin voto.

**Artículo 11.-** El Consejo aprobará, a propuesta de su presidente, las reglas para su funcionamiento, mismas que deberán establecer, cuando menos, los aspectos siguientes:

I. El procedimiento para convocar a las sesiones, tanto ordinarias como extraordinarias, y para dejar constancia de los acuerdos tomados;

II. El procedimiento para, en su caso, asegurar la participación de personas físicas o morales de los sectores vinculados a las materias objeto de la Ley, y

III. Los mecanismos para la conformación de comisiones y grupos de trabajo sobre temas específicos, cuando así se considere necesario.

**Artículo 12.-** El Consejo sesionará en forma ordinaria dos veces al año, por lo menos, previa convocatoria que haga el secretario técnico por instrucciones del presidente del Consejo.

**Artículo 13.-** Los acuerdos del Consejo se tomarán por mayoría de los miembros presentes, en caso de empate, el presidente tiene voto de calidad.

### TÍTULO SEGUNDO

#### Del Inventario Nacional de las Energías Renovables y de la Planeación.

##### Capítulo I

##### Del Inventario.

**Artículo 14.-** La Secretaría establecerá el Inventario, el cual integrará la información disponible acerca del potencial de las distintas fuentes de Energías renovables que sean aprovechables en diferentes regiones del territorio nacional y zonas donde el Estado Mexicano ejerce soberanía y jurisdicción.

La información básica del Inventario será publicada en la página electrónica de la Secretaría.

**Artículo 15.-** La Secretaría, a efecto de determinar los Beneficios Económicos Netos potenciales de la Generación Renovable, que serán tomados en cuenta en la elaboración y evaluación del Programa, considerará lo siguiente:

I. Los ahorros generados, en su caso, en el Sistema Eléctrico Nacional por la Generación Renovable;

II. El aporte de capacidad estimado para cada una de las distintas tecnologías de Generación Renovable, de acuerdo con la metodología que elabore la Comisión, referida en la fracción III del artículo 31 del presente reglamento;

III. Los beneficios económicos del uso de Energías renovables en comunidades sin acceso a la Red Eléctrica;

IV. Los riesgos y costos de las diferentes combinaciones de tecnologías de generación para el Sistema Eléctrico Nacional en su conjunto;

V. Las Externalidades valoradas conforme a la metodología referida en el artículo siguiente;

VI. En su caso, los beneficios derivados de los bonos de carbono u otros recursos que provengan de mecanismos internacionales de financiamiento, y

VII. Los demás aspectos que determine la Secretaría.

**Artículo 16.-** La Secretaría elaborará la metodología para la valoración de Externalidades asociadas con la generación de electricidad y la revisará cada tres años.

Las Externalidades de las tecnologías de Generación Renovable se evaluarán comparativamente con aquellas basadas en combustibles fósiles que estén siendo consideradas por la Secretaría para la instalación de nuevas centrales de generación.

La metodología propuesta por la Secretaría será remitida a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la Secretaría de Salud, para que en el ámbito de sus competencias emitan la opinión que resulte aplicable dentro de los tres meses siguientes.

La Secretaría, previa opinión y análisis con las dependencias antes indicadas, emitirá la metodología correspondiente.

##### Capítulo II

##### Del Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables.

**Artículo 17.-** La Secretaría elaborará anualmente una prospectiva de energías renovables en la que se analizará la penetración de las Energías renovables en el país, como parte de la transición energética de la Estrategia Nacional de Energía, prevista en la fracción VI del artículo 33 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

**Artículo 18.-** La prospectiva de energías renovables a la que se refiere el artículo anterior servirá de guía para la elaboración y ejecución del Programa por parte de la Secretaría.



## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

**Artículo 19.-** La Secretaría incluirá en el Programa lo previsto en el artículo 11 de la Ley, especificando lo siguiente:

- I. Metas para la Generación Renovable, para las distintas tecnologías;
- II. Metas para proyectos de Cogeneración Eficiente como parte de la expansión de la capacidad de generación del Sistema Eléctrico Nacional;
- III. Las obras de conducción de energía eléctrica y elementos que permitan aprovechar las Energías renovables y mantener una óptima estabilidad, calidad y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional;
- IV. Las estrategias y acciones que se llevarán a cabo para promover las diferentes fuentes de Energías renovables y así alcanzar las metas establecidas en el Programa;
- V. Metas de electrificación rural con Energías renovables;
- VI. Objetivos, metas y líneas de acción a cargo de las dependencias de la Administración Pública Federal competentes en materia de desarrollo rural y social, de acuerdo a lo señalado en el Capítulo II del Título Tercero del presente ordenamiento, y
- VII. Acciones para el apoyo a la investigación y el desarrollo tecnológico nacionales, según lo establecido en el Capítulo III del Título Tercero de este reglamento.

Cuando exista justificación para ello, las metas a las que se refieren las fracciones I y II del presente artículo podrán establecerse de manera diferenciada para las distintas regiones del país.

**Artículo 20.-** La Secretaría, en la ejecución y evaluación del Programa, tomará en cuenta las opiniones del Consejo, así como los comentarios y propuestas procedentes que resulten de los mecanismos de consulta que determine.

**Artículo 21.-** La Secretaría solicitará a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal la información que, en su caso, se requiera para la evaluación del Programa.

**Artículo 22.-** El programa anual del Suministrador deberá ser congruente con lo referido en las fracciones I, II, III y IV del artículo 19 del presente reglamento.

**Artículo 23.-** La evaluación del Programa se llevará a cabo durante el cuarto año del período constitucional de la gestión gubernamental, o antes si la Secretaría lo considera necesario.

### Capítulo III

#### De la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

**Artículo 24.-** La Estrategia comprenderá los recursos del sector público consolidados para el cumplimiento de los fines indicados en el artículo 22 de la Ley, incluyendo los previstos en el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en términos de las disposiciones aplicables, será la encargada de realizar la consolidación de provisiones del sector público en el Presupuesto de Egresos de la Federación a que se refiere el artículo 24 de la Ley.

### TÍTULO TERCERO

#### De las acciones de gobierno para la Generación Renovable.

##### Capítulo I

#### De la Integración de las tecnologías para la Generación Renovable en el desarrollo industrial nacional.

**Artículo 25.-** La Secretaría de Economía, en coordinación con la Secretaría, definirá las políticas y medidas para fomentar una mayor integración nacional de equipos y componentes para el aprovechamiento de las Energías renovables y su transformación eficiente.

**Artículo 26.-** La Secretaría de Economía emitirá un informe anual sobre los logros alcanzados y obstáculos enfrentados para la integración nacional de equipos y componentes para la Generación Renovable. Este informe será publicado en la página electrónica de dicha dependencia.

##### Capítulo II

#### De las acciones vinculadas al desarrollo social y rural.

**Artículo 27.-** La Secretaría promoverá la Generación Renovable como un medio para dar acceso a la energía eléctrica en aquellas comunidades que no cuenten con este servicio, mediante:

- I. Información y asesoría a las comunidades interesadas en proyectos de Generación Renovable, y
- II. Mecanismos de promoción para facilitar la implementación de dichos proyectos.

##### Capítulo III

#### De la promoción de la investigación y desarrollo tecnológico.

**Artículo 28.-** La Secretaría, con la participación que corresponda al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, promoverá la investigación aplicada y el desarrollo de tecnologías para la generación con fuentes de Energías renovables considerando, entre otros, los siguientes criterios:

- I. La congruencia de sus objetivos con los de la Ley, el presente reglamento, la Estrategia y el Programa;
- II. El fomento del desarrollo de nuevos conocimientos, materiales, técnicas, procesos, servicios y tecnologías en materia de Energías renovables;
- III. La viabilidad técnica, ambiental, financiera, administrativa, social y de ejecución para el efectivo cumplimiento de sus objetivos;
- IV. La vinculación de sus resultados con el desarrollo económico y social nacional y regional, incluyendo la generación de empleos, y
- V. El máximo beneficio económico neto con los menores impactos en el menor tiempo posible.

# EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

## TÍTULO CUARTO

### De la regulación de la Generación Renovable y la Cogeneración Eficiente.

#### Capítulo I

##### De las disposiciones administrativas de la Comisión.

**Artículo 29.-** La Comisión establecerá las metodologías para el cálculo de las contraprestaciones por los servicios que se presten entre sí el Suministrador y los generadores renovables o cogeneradores eficientes, para lo cual deberá tomar en consideración los costos eficientes asociados a la prestación de dichos servicios.

**Artículo 30.-** Para los efectos de lo dispuesto en el artículo anterior, la Comisión solicitará la opinión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y de la Secretaría. Una vez que reciban el proyecto de metodología enviado por la Comisión, dichas dependencias deberán emitir su opinión en un plazo máximo de 20 días hábiles, de lo contrario, se entenderá que no tienen comentarios al respecto.

**Artículo 31.-** La Comisión, para la regulación de la Generación Renovable y la Cogeneración Eficiente, expedirá e inscribirá en su registro público lo siguiente:

I. Directivas y metodologías para el cálculo de las contraprestaciones y las directrices a que se sujetarán los modelos de contrato para proyectos de pequeña producción y producción independiente de energía;

II. Criterios, metodologías y directrices a que se sujetarán los modelos de contrato, procedimientos de intercambio de energía y sus correspondientes sistemas de compensaciones, para proyectos de autoabastecimiento con Energías renovables y para proyectos de Cogeneración Eficiente;

III. Metodologías para determinar la aportación al Sistema Eléctrico Nacional de capacidad de generación de las distintas tecnologías;

IV. Reglas generales de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional atendiendo los requerimientos planteados por el Suministrador y escuchando la opinión de los generadores renovables y cogeneradores eficientes;

V. Lineamientos y mecanismos para promover el desarrollo de las actividades de Generación Renovable y de Cogeneración Eficiente, y

VI. Lineamientos para la expedición de las licitaciones a las que se refiere el Capítulo II del Título Cuarto del presente reglamento.

**Artículo 32.-** Las metodologías mencionadas en la fracción III del artículo anterior preverán la probabilidad de disponibilidad de capacidad en las horas de máxima demanda de acuerdo con las características de las tecnologías para la Generación Renovable y la Cogeneración Eficiente.

**Artículo 33.-** La Comisión requerirá a la Comisión Federal de Electricidad, la revisión y, en su caso, la adecuación de las reglas de despacho aplicables a la Generación Renovable y a la Cogeneración Eficiente, justificando los ajustes que estime necesarios.

El Centro Nacional de Control de Energía realizará las gestiones necesarias para atender las adecuaciones anteriores, dentro del plazo que la Comisión determine y que no deberá exceder de cincuenta días hábiles a partir de la recepción de la solicitud.

**Artículo 34.-** Cuando la infraestructura de transmisión sea insuficiente, la Comisión emitirá disposiciones de carácter general para regular el acceso de nuevos proyectos de generación a dicha infraestructura, así como para programar su ampliación de manera concertada con los posibles interesados en el desarrollo de proyectos de Generación Renovable y de Cogeneración Eficiente.

**Artículo 35.-** Para propósitos de este reglamento los generadores renovables para autoabastecimiento de hasta 0.5 MW, tendrán los mismos derechos que los permisionarios, en los términos de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.

El Suministrador deberá informar a la Comisión sobre el inicio y terminación de la operación de estos generadores renovables y de la capacidad instalada, así como reportar semestralmente la energía intercambiada neta con el Sistema Eléctrico Nacional. El intercambio de energía eléctrica por parte de los generadores renovables a los que se refiere este artículo estará sujeto a los modelos de contrato expedidos por la Comisión.

#### Capítulo II

##### De las licitaciones para proyectos de Generación Renovable y de Cogeneración Eficiente.

**Artículo 36.-** El Suministrador llevará a cabo licitaciones separadas para proyectos de Generación Renovable y para proyectos de Cogeneración Eficiente, de acuerdo con las metas que establezca el Programa, referidas en las fracciones I y II del artículo 19 de este reglamento.

Las convocatorias y bases de licitación que se emitan para la Generación Renovable responderán a las metas establecidas en el Programa y deberán ajustarse a los principios siguientes:

I. Las convocatorias podrán ser nacionales o regionales;

II. Señalarán la capacidad máxima solicitada y su rango de variación permitido;

III. Los participantes podrán ofrecer la capacidad total solicitada o una capacidad parcial;

IV. Las bases de la licitación procurarán la máxima flexibilidad posible a los interesados para plantear el contenido técnico de sus propuestas en cuanto a tecnología específica, diseño, ingeniería, construcción y ubicación de las instalaciones, y

V. Se incluirán mecanismos para fomentar tanto a aquellos proyectos de generación que aporten capacidad en firme al sistema como a aquellos que puedan estar disponibles en las horas de mayor demanda de la Red Eléctrica.

**Artículo 37.-** La Comisión elaborará las metodologías para la determinación de contraprestaciones máximas que pagarán los suministradores a los generadores que utilicen Energías renovables, con base en los costos eficientes estimados para el desarrollo de los proyectos más una utilidad razonable.



## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

La determinación de las contraprestaciones máximas podrá sujetarse a cualquiera de los siguientes esquemas:

I. Contraprestaciones por capacidad y energía que reflejen, respectivamente, los costos fijos, incluyendo el rendimiento sobre la inversión, y los variables en que incurra el permisionario, y

II. Una contraprestación por unidad de energía que incorpore las retribuciones por concepto de capacidad y de energía.

**Artículo 38.-** Las contraprestaciones establecidas se mantendrán durante la vigencia del convenio respectivo, y serán ajustables conforme a lo señalado en la metodología expedida por la Comisión.

**Artículo 39.-** El convenio se adjudicará a quien ofrezca la energía eléctrica requerida al menor costo, tomando en cuenta lo siguiente:

I. En caso de que las bases de licitación establezcan las contraprestaciones referidas en la fracción I del artículo 37 del presente reglamento, las propuestas se compararán con base en el costo económico total de largo plazo, y

II. En caso de que las bases de licitación establezcan las contraprestaciones referidas en la fracción II del artículo 37 del presente reglamento, las propuestas se compararán con base en la contraprestación incluida en cada una de ellas.

**Artículo 40.-** La Comisión otorgará los permisos correspondientes para proyectos de pequeña producción o de producción independiente, según sea el caso, a los solicitantes que cumplan lo establecido en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su reglamento en lo que resulten procedentes.

### Capítulo III

#### De los proyectos de Generación Renovable y de Cogeneración Eficiente fuera de convocatoria.

**Artículo 41.-** La Comisión publicará en el Diario Oficial de la Federación las directrices a que se sujetarán los modelos de contrato y las reglas de procedencia que regirán la adquisición por parte del Suministrador de energía eléctrica producida por los generadores renovables y por los cogeneradores eficientes fuera de convocatoria.

**Artículo 42.-** La entrega de energía eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional por generadores renovables y por cogeneradores eficientes fuera de convocatoria se podrá llevar a cabo con los permisos correspondientes otorgados por la Comisión, conforme a lo establecido en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su reglamento, en lo que resulten procedentes.

**Artículo 43.-** Los proyectos a los que se refiere este Capítulo podrán recibir una contraprestación por capacidad y energía asociada, cuando se encuentren dentro de las metas establecidas en el Programa y mencionadas en las fracciones I y II del artículo 19 de este reglamento, de acuerdo a las disposiciones administrativas que expida la Comisión. Los proyectos que no se encuentren incluidos en el Programa, únicamente recibirán pago por la energía entregada al Suministrador, en los términos que emita la Comisión.

**Artículo 44.-** La Comisión determinará las contraprestaciones por energía y capacidad, para los proyectos de Generación Renovable y las metodologías para la determinación de las contraprestaciones de los proyectos de Cogeneración Eficiente materia de este Capítulo. Para tales efectos, la Comisión podrá considerar total o parcialmente los Beneficios Económicos Netos referidos en el artículo 15 del presente reglamento, según el grado de cumplimiento de las metas establecidas en las fracciones I y II del artículo 19 de este ordenamiento.

**Artículo 45.-** En el caso específico de los convenios que se celebren entre el Suministrador y Petróleos Mexicanos o sus organismos subsidiarios, para proyectos de Cogeneración Eficiente, éstos deberán contener acuerdos para lograr un manejo integral de la energía térmica y eléctrica en los procesos industriales y cumplir con los criterios de eficiencia mínima que establezca la Comisión.

### TRANSITORIOS

**PRIMERO.-** El presente reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO.-** El presidente del Consejo propondrá las reglas referidas en el artículo 11 de este reglamento en la primera sesión de dicho órgano colegiado, que deberá realizarse dentro de los tres meses siguientes a la entrada en vigor del presente ordenamiento.

**TERCERO.-** Dentro de los dos meses siguientes a la entrada en vigor del presente reglamento, el Suministrador enviará a la Comisión su propuesta en relación con el contenido de las fracciones I a III del artículo 31 de este ordenamiento.

**CUARTO.-** El Suministrador deberá proponer a la Comisión las Reglas generales de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional, a las que se refiere la fracción IV del artículo 31 de éste reglamento, dentro de los tres meses siguientes a la entrada en vigor del presente ordenamiento.

Dado en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los treinta y un días del mes de agosto de dos mil nueve.- **Felipe de Jesús Calderón Hinojosa.-** Rúbrica.- El Secretario de Hacienda y Crédito Público, **Agustín Guillermo Carstens Carstens.-** Rúbrica.- El Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Juan Rafael Elvira Quesada.-** Rúbrica.- La Secretaria de Energía, **Georgina Yamilet Kessel Martínez.-** Rúbrica.- El Secretario de Economía, **Gerardo Ruiz Mateos.-** Rúbrica.- El Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, **Alberto Cárdenas Jiménez.-** Rúbrica.- El Secretario de Salud, **José Ángel Córdova Villalobos.-** Rúbrica.

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

### 2. PERMISOS DE GENERACIÓN EÓLICA EXPEDIDOS POR LA CRE

PERMISIONARIO	MODALIDAD	FECHA DE OTORGAMIENTO	CAP. AUTORIZADA (MW)	ENERGIA AUTORIZADA (GWh/AÑO)	INVERSION (MILES DE DOLARES)	FECHA DE ENTRADA EN OPERACIÓN	ACTIVIDAD ECONOMICA	UBICACION DE LA PLANTA
FUERZA EOLICA DEL ISTMO, S.A. DE C.V.	AUT.	14/01/98	100,000	450,00	\$ 200.000,00	31/05/09	INDUSTRIAS DIVERSAS	OAXACA
BAJA CALIFORNIA 2000, S.A. DE C.V.	AUT.	14/01/98	10,000	28,03	\$ 20.000,00	31/12/09	MUNICIPAL	BAJA CALIFORNIA
ELECTRICA DEL VALLE DE MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	AUT.	25/09/01	67,500	365,16	\$ 135.000,00	31/05/09	MUNICIPAL	OAXACA
FUERZA EOLICA DE BAJA CALIFORNIA, S.A. DE C.V.	EXP.	11/07/02	300,000	830,00	\$ 600.000,00	31/12/11	EXPORTACION	BAJA CALIFORNIA
PARQUES ECOLOGICOS DE MEXICO, S.A. DE C.V.	AUT.	19/09/02	79,900	280,00	\$ 159.800,00	31/01/09	INDUSTRIAS DIVERSAS	OAXACA
EOLIATEC DEL ISTMO, S.A.P.I. DE C.V.	AUT.	31/03/05	164,000	642,00	\$ 328.000,00	31/10/09	INDUSTRIAS DIVERSAS	OAXACA
VIENTOS DEL ISTMO, S.A. DE C.V.	AUT.	19/12/05	216,000	931,56	\$ 432.000,00	17/12/12	INDUSTRIAS DIVERSAS	OAXACA
EURUS, S. A. P. I. DE C.V.	AUT.	06/07/06	300,000	876,00	\$ 600.000,00	30/06/09	CEMENTERO	OAXACA
BII NEE STIPA ENERGIA EOLICA, S.A. DE C.V.	AUT.	28/09/06	26,350	100,13	\$ 52.700,00	31/05/09	ALIMENTOS	OAXACA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS	P.P.	16/01/07	5,000	21,90	\$ 10.000,00	31/05/08	PEQUEÑO PRODUCTOR	OAXACA
EOLIATEC DEL PACIFICO, S. A. P. I. DE C. V.	AUT.	19/09/07	160,000	600,00	\$ 320.000,00	30/11/10	INDUSTRIAS DIVERSAS	OAXACA
EOLICA SANTA CATARINA, S.A. DE C.V.	AUT.	23/10/08	17,500	37,30	\$ 35.000,00	01/09/09	INDUSTRIAS DIVERSAS	NUEVO LEON
FUERZA Y ENERGIA BII HIOXO, S. A. DE C. V.	AUT.	23/10/08	226,800	645,62	\$ 453.600,00	21/12/10	INDUSTRIAS DIVERSAS	OAXACA

## EL MERCADO DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

---

### 3. ASOCIADOS AMDEE (ASOCIACIÓN MEXICANA DE ENERGÍA EÓLICA)

ABB: [www.abb.com.mx](http://www.abb.com.mx)

Abengoa México [www.abengoa.es](http://www.abengoa.es)

Abengoa México [www.alesco.com.mx](http://www.alesco.com.mx)

Alesco Energía y Agua [www.alesco.com.mx](http://www.alesco.com.mx)

Arteche [www.arteche.com](http://www.arteche.com)

Cableados Industriales [www.cisae.com](http://www.cisae.com)

Caborn Solutions de México [www.co2-solutions.com](http://www.co2-solutions.com)

Compañía Yépez Alarcón

Desarrollo Eólicos Mexicanos

Elecnor [www.elecnor.es](http://www.elecnor.es)

Eléctrica del Valle de México [www.edf-en.es](http://www.edf-en.es)

Enerthi México [www.enerthi.net](http://www.enerthi.net)

Eoliatec del istmo

Endesa Cogeneración y Renovables [www.endesa.com.mx](http://www.endesa.com.mx)

Eoliatec de México

Fuerza Eólica [www.fuerzaeolica.com](http://www.fuerzaeolica.com)

Gamesa Energía

GE Internacional [www.ge.com/mx](http://www.ge.com/mx)

Grupo Químico Industrial de Toluca [www.megapoliester.com](http://www.megapoliester.com)

Iberdrola [www.iberdrola.es](http://www.iberdrola.es)

Mexión

Mitsubishi Heavy Industries de México [www.mhimex.com](http://www.mhimex.com)

Owens Corning México [www.owenscorning.com](http://www.owenscorning.com)

Preneal México [www.preneal.es](http://www.preneal.es)

Prolec GE [www.prolecge.com](http://www.prolecge.com)

Sempra Energy Mexico [www.energiacostaazul.com.mx](http://www.energiacostaazul.com.mx)

Servicios industriales Peñoles [www.penoles.com.mx](http://www.penoles.com.mx)

Trinity Industries de México w [trinitymexico.com](http://trinitymexico.com)

Unión Fenosa Energías Renovables [www.unionfenosa.es](http://www.unionfenosa.es)

Vestas [www.vestas.es](http://www.vestas.es)

3TIER [www.3tiergroup.com](http://www.3tiergroup.com)