

# Energías renovables en el estado de Puebla y su posibilidad de utilización

Juárez Núñez, Apolonio

2015-03-20

---

<http://hdl.handle.net/20.500.11777/714>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

# Energías renovables en el estado de Puebla y su posibilidad de utilización

## Apolonio Juárez Núñez

Profesor-investigador titular de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Puebla. Doctorado (*cum laude*) en la Technische Universität Dresden, Alemania. Posdoctorado en el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM. Publicó 65 artículos en revistas con arbitraje de circulación nacional, internacional y memorias en extenso. Autor de nueve libros de divulgación y docencia editados por instituciones académicas. Dirección de quince tesis de licenciatura (dos de ellas con mención honorífica) y cuatro de posgrado (dos con mención honorífica). Presentó 150 ponencias en congresos nacionales e internacionales. Responsable de proyectos de investigación, docencia, vinculación y difusión, financiados por la SEP, el CONACYT, Volkswagen, SEDESOL, CINVESTAV, BUAP, SEMARNAT y otras instituciones públicas y privadas. Fundador de la sala de ciencias Mundo Interactivo. Premio estatal (Puebla) de Ciencia y Tecnología 2001 en el área de divulgación de la ciencia y primer lugar en el Concurso Nacional de cuadernos de experimentos para bachillerato en la semana nacional de la ciencia y la tecnología, CONACYT, 2005.



Alo largo de la historia, la población mundial ha tenido la necesidad de aprovechar los recursos naturales para asegurar su supervivencia. A partir de la Revolución industrial en el siglo XVIII, la satisfacción de las necesidades energéticas pasó a ser la principal preocupación, impulsando el aumento de la extracción y quema de combustibles fósiles.

En el presente, más de 80% de la energía mundial proviene del petróleo, gas y carbón (IEA, 2011). Sin embargo, el planeta cuenta con recursos energéticos provenientes del sol, del viento, del subsuelo y del agua, los cuales, mediante el uso de tecnología ya existente podrían satisfacer tanto la demanda energética mundial, como disminuir los costos económicos y eliminar los impactos ambientales que tiene la forma actual de generar energía.

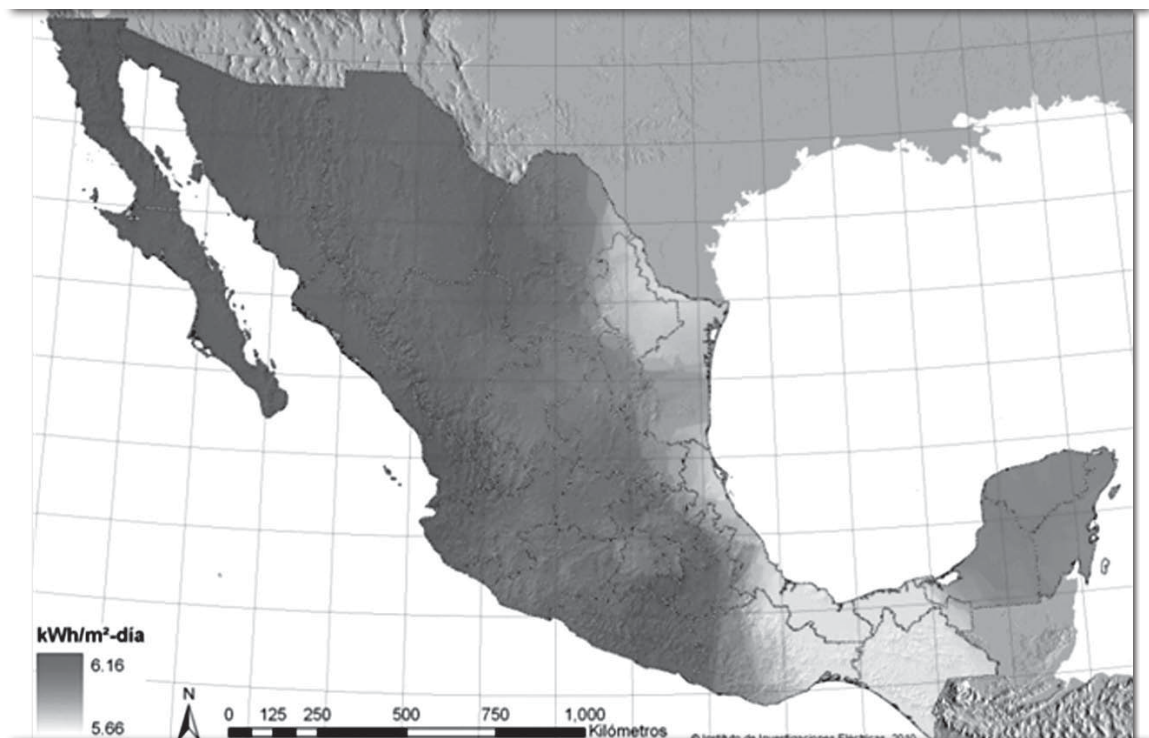
## Panorama nacional

México forma parte de los países con mayor generación eléctrica a partir de combustibles fósiles en el mundo, ubicándose en el quinto puesto de generación a partir de petrolíferos, y en séptimo a partir de gas (IEA, 2011).

### Energía solar

El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), mediante mediciones realizadas en el territorio nacional, ha elaborado el mapa de radiación solar que se presenta en la figura 1. Puede observarse que en la mayor parte de la superficie nacional se cuenta con una insolación igual o mayor a 6 kWh/m<sup>2</sup>-día, una de las mejores del mundo.

FIGURA 1. IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL ANUAL  
FUENTE: IIE, 2011



Una aplicación fundamental de la energía solar es la producción de energía eléctrica, para la que existen dos tecnologías disponibles: solar fotovoltaica y de concentración solar.

Los sistemas fotovoltaicos convierten directamente la radiación solar en electricidad mediante el uso de materiales semiconductores. La mayor parte de las celdas fotovoltaicas en el mercado son fabricadas con silicio, aunque los últimos avances en la investigación sobre este campo han dado lugar a la fabricación de semiconductores compuestos como la denominada tecnología CIGS (cobre, indio, galio y selenio), con menores costos y eficiencias comparables a otras tecnologías más costosas.

Aunque actualmente el costo económico de las celdas fotovoltaicas todavía es un poco más caro que la generación eléctrica usando combustibles fósiles, es previsible que en un futuro cercano esto cambie. Sin embargo, los costos ambientales no tienen comparación: los sistemas fotovoltaicos tendrían una contribución prácticamente nula en la emisión de gases de efecto invernadero.

Entre las ventajas de producir electricidad mediante tecnología fotovoltaica podemos citar las siguientes:

- **Es gratis, renovable, silenciosa, requiere poco mantenimiento y no genera emisiones**
- **El costo de las celdas fotovoltaicas se ha reducido considerablemente y continúa disminuyendo de manera constante. Es necesario invertir en investigación y desarrollo de tecnologías que permitan reducir aún más los costos de sistemas fotovoltaicos**
- **Los dispositivos solares pueden integrarse al paisaje urbano y son muy útiles en zonas remotas de difícil acceso como alternativas a las fuentes convencionales de electricidad**
- **No desplaza la flora y fauna del lugar donde se instala, por lo que su impacto se considera inexistente**
- **México recibe energía solar de alta calidad en más de la mitad de su territorio.**

Otra forma de producir electricidad usando la energía solar es mediante el uso de tecnología de concentración solar, que consiste en aprovechar la radiación para calentar un fluido, que a su vez mueve una máquina térmica y un generador eléctrico.

El calentamiento de fluidos se logra mediante espejos que concentran la radiación solar en un punto, lo que produce temperaturas altas, sin necesidad de quemar combustibles.

Esta tecnología tiene la ventaja de permitir una generación alta de electricidad; sin embargo, el impacto visual que provoca es mucho mayor que el producido por la tecnología fotovoltaica.

La tecnología solar se ha desarrollado en los últimos años, alcanzando una eficiencia de más de 15%.

## Energía eólica

El aprovechamiento del viento para la generación de electricidad consiste en mover turbinas eólicas que transforman la energía cinética del viento en energía mecánica usada para impulsar un generador eléctrico. Es un proceso que no libera gases de efecto invernadero, no emite contaminantes atmosféricos y no genera residuos peligrosos, es inagotable y no requiere procesos de extracción.

Sin embargo, sus desventajas radican en que el ruido y movimiento de las turbinas afecta a las especies que habitan en sus cercanías. También es importante tomar en cuenta el abuso del que son objeto los pobladores de las zonas donde existe el potencial, por parte de “intermediarios”, autoridades y empresas que se encargan de instalar los parques eólicos.

De acuerdo con el mapa de la figura 2, elaborado por el IIE con base en mediciones realizadas en el territorio nacional, México cuenta con gran potencial y vastas regiones donde es rentable (desde el punto de vista económico y ecológico), la instalación de parques eólicos. Entre otras sobresalen el Istmo de Tehuantepec, las costas de Quintana Roo, Veracruz, Tamaulipas y Baja California. Otra

forma de aprovechar este recurso es mediante la instalación de granjas eólicas marinas en los litorales mexicanos.

## Energía geotérmica

En cuanto a la energía geotérmica, México ocupa el cuarto puesto en el ámbito mundial en capacidad instalada para generación eléctrica, debajo de Estados Unidos, Filipinas e Indonesia, y contribuye con el 12% en la generación eléctrica mundial proveniente de esta fuente energética (International Geothermal Association, 2010).

En el mapa de la figura 3, elaborado por la Gerencia de Proyectos Geotermoelectrónicos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se observa el alto potencial geotérmico con que cuenta el país y las zonas con mayor factibilidad para su aprovechamiento.

Se estima un potencial geotérmico de hasta 9 686 MW en el país (Ordaz, Flores & Ramírez, 2011), sin embargo, solamente es aprovechado en los estados de Puebla, Michoacán, Baja California y Baja California Sur.

El proceso de generación eléctrica consiste en aprovechar el calor de la corteza terrestre para calentar fluidos que mueven turbinas conectadas a generadores eléctricos.

Las principales ventajas de la energía geotérmica son su fácil aprovechamiento y su rentabilidad, contándose incluso con aplicaciones rurales. Tal es el caso de la planta de Piedras de Lumbre (300 kW), que abastece al poblado de Maguarichi, Chihuahua.

Las desventajas de esta fuente de energía son la dificultad para la exploración y la relativa elevada inversión inicial para instalación de plantas (Hiriart, 2008). Sin embargo, esta forma de producir electricidad es una de las más rentables desde el punto de vista económico.

FIGURA 2. DENSIDAD DE POTENCIA DEL VIENTO A 80M DE ALTURA  
FUENTE: IIE, 2011

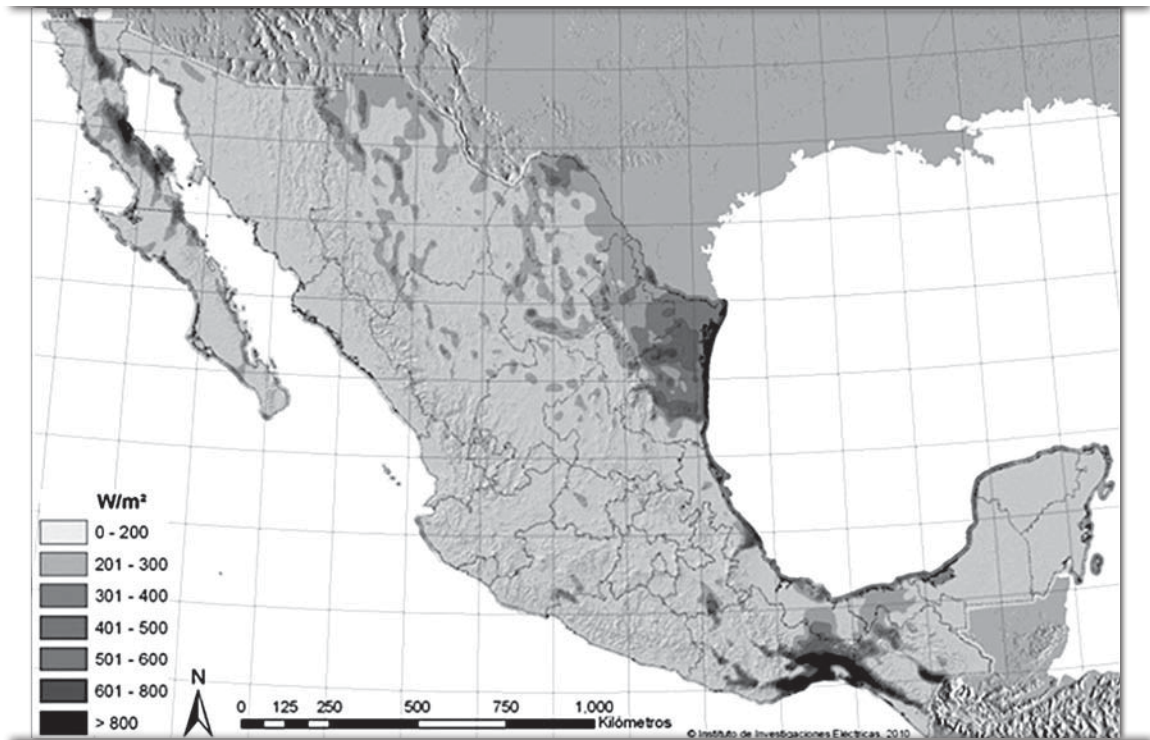
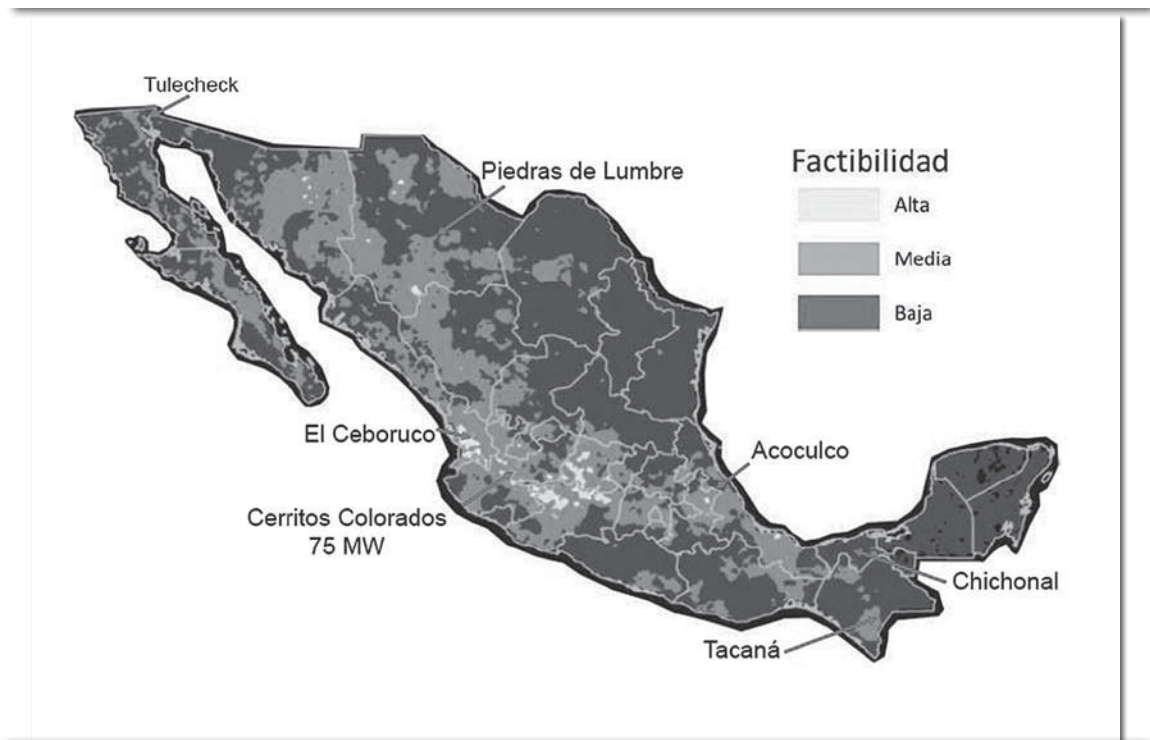


FIGURA 3. ZONAS CON ALTO POTENCIAL GEOTÉRMICO  
FUENTE: CFE, 2010





# Energía del sol, del viento y del subsuelo en el estado de Puebla

La generación de energía eléctrica en el estado de Puebla es insuficiente para satisfacer el consumo interno, por lo que un importante porcentaje ingresa de otros estados. En 2009 este valor fue de 83%, electricidad que es producida con energía hidráulica convencional, energía de combustibles fósiles y energía nuclear.

El estado de Puebla cuenta con amplios recursos solares y eólicos. En las figuras 4 y 5 se muestra la evaluación de tales recursos, elaborada con datos del Explorador de Recursos Renovables de la Secretaría de Energía (SENER) y el IIE a partir de mediciones hechas por el Servicio Meteorológico Nacional.



FOTOGRAFÍA: [HTTP://WWW.STOCKFREEIMAGES.COM](http://www.STOCKFREEIMAGES.COM) © RICARDOMSS | STOCK FREE IMAGES & DREAMSTIME STOCK PHOTOS

**FIGURA 4. RADIACIÓN SOLAR GLOBAL PROMEDIO (2008-2009)**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE IIE-SENER



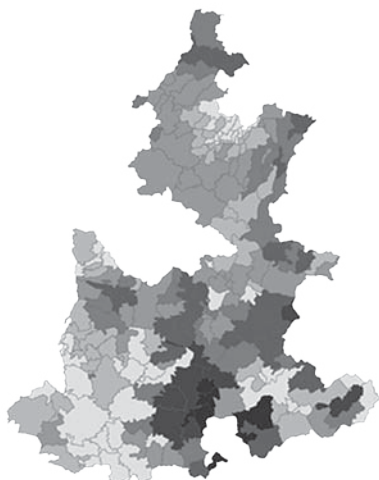
## Irradiación Global

kWh/m<sup>2</sup>-día



**FIGURA 5. VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO EN EL ESTADO DE PUEBLA (2005)**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE IIE-SENER



## Densidad de potencia a 80m

(W/m<sup>2</sup>)



Cálculos conservadores, basados en la superficie y tecnología actualmente disponibles, permiten estimar una generación eléctrica de hasta 3 424 GWh (12.3 PJ), a partir de energía solar y 3 024 GWh (10.9 PJ) a partir de energía eólica, lo que equivale a 87% de la demanda eléctrica estatal (Juárez, Herrera, Juárez, Reyes & Martínez, 2011).

El estado posee, además, un potencial de energía geotérmica sin aprovecharse de alrededor de 107 MW en la zona geotérmica de Aocolco (Hiriart Le Bert, 2011).

El laboratorio de ciencias aplicadas de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Puebla cuenta ya con un sistema híbrido que satisface plenamente las necesidades para la docencia, divulgación e investigación.

## Conclusiones

En las últimas décadas, el calentamiento global es uno de los más graves trastornos causados por los humanos sobre los sistemas naturales.

Para estabilizar el clima es necesario una disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que significa afrontar desafíos sociales, políticos, económicos y científico/técnicos, que van desde pensar a largo plazo, cambiar nuestro estilo de vida, tener instituciones fuertes, estabilidad política y económica, hasta innovar para desarrollar masivamente y cuanto antes las energías renovables, acelerar las medidas de eficiencia energética y limitar la vida útil de las centrales eléctricas de carbón existentes, así como las de gas.

Si bien es cierto que hay avances en acciones específicas como el desarrollo de los mercados y las negociaciones, puede ponerse atención en que lo planteado hasta ahora no sustituye a la educación, a la planificación y al desarrollo de nuevas tecnologías.

Un estudio reciente sobre el tema (Jacobson & Delucchi, 2010) destaca lo siguiente:

- Las tecnologías eólica, hidráulica y solar pueden proveer la totalidad de la energía que el planeta necesita; se podría prescindir de los combustibles fósiles
- La energía que consumen los habitantes del planeta no es nada frente a las reservas de energías eólica y solar disponibles en terrenos accesibles
- Se requieren tres millones ochocientos mil turbinas eólicas, noventa mil plantas solares y numerosas instalaciones geotérmicas, mareales y fotovoltaicas de techo en todo el mundo.
- Los costos de generación y transmisión de esa energía sería inferior que el costo extrapolado por kilowatt-hora correspondiente a la energía fósil y nuclear
- Como obstáculo importante sólo se alcanzan la escasez de ciertos materiales y la falta de voluntad política y social
- Con una adecuada política, en un plazo de entre 20 y 30 años podría sustituirse toda la capacidad basada en combustibles fósiles (esto no estaba claro hace 10 años).

De esta forma, dentro de los desafíos científicos y técnicos para este siglo XXI se encuentran volver económicamente viable el uso masivo de las energías renovables como un paso para mitigar el calentamiento global y no calentar la atmósfera más allá de 2° C.

Finalmente, insistimos en la adopción de una visión del mundo alterna a la que prevalece en nuestras sociedades para mitigar los efectos del cambio climático. Esta visión asume que el ambiente y el humano forman parte de una misma entidad.

Concluimos que hasta ahora, la forma en la que se produce y se consume energía en México nos sitúa como una sociedad que daña sin reservas el ambiente y que está lejos de alcanzar un desarrollo sostenible.

## Referencias

- Hiriart Le Bert, G. (2011), *Evaluación de la Energía Geotérmica en México*, Inter American Development Bank.
- Hiriart, G. (2008), "Main aspects of geothermal energy in Mexico", *Geothermics* 32: 389-396.
- IEA (2011), *Key World Energy Statistics 2011*, Francia, OECD/IEA.
- IEE (2011), *Sistema de Información Geográfica para las Energías Renovables en México*, recuperado en 2011, de <http://evaluarer.iae.org.mx/gencl/evaluarer/siger/inicio.htm>
- International Geothermal Association, (2010), *Installed Generating Capacity*, retrieved February 2012, from [http://www.geothermal-energy.org/226,installed\\_generating\\_capacity.html](http://www.geothermal-energy.org/226,installed_generating_capacity.html)
- IPCC (2012), *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, EUA, Cambridge University Press.
- Jacobson, M., & M. Delucchi, (2010), "Energía Sostenible, objetivo 2030", *Investigación y Ciencia*.
- Juárez, A., M. A. Herrera, E. Juárez, D. Reyes, & M. d. Martínez (2011), *Sustainable Energy in Puebla State, México*, Praga, 1st World Conference PETTA.
- Ordaz, C., M. Flores, & G. Ramírez (2011), "Potencial Geotérmico de la República Mexicana", *Geotermia* 24-1, 50-58.
- Ritcher, C., S. Teske, & R. Short, (2009), *Energía solar térmica de concentración, Prospectiva mundial 2009*, Greenpeace Internacional, Solar PACES, ESTELA.
- SENER (2011), *Balance Nacional de Energía 2010*, México.
- \_\_\_\_\_ (2009), *Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables*.

FOTOGRAFÍA: MORGUEFILE.COM

