

# Perspectivas de cooperación entre China y Veracruz en el tema de energías renovables

CARLOS OCTAVIO RIVERA BLANCO

**RESUMEN:** Las grandes transformaciones en la República Popular China se inscriben en un proceso mundial en el que cada vez más y con mayor fuerza se cuestionan los resultados negativos de un desarrollo económico que pone en peligro la sustentabilidad. Al igual que en otras regiones del mundo, incluyendo México, los problemas asociados a la industrialización y a la constante expansión urbana, que se destacan son la contaminación y la demanda creciente de recursos energéticos. De allí la necesidad de revisar las políticas públicas y privadas al respecto, y especialmente, la necesidad de impulsar la ciencia y la tecnología para favorecer el desarrollo sustentable. Estas cuestiones son revisadas en el artículo estableciendo el comportamiento y las políticas relacionadas con las distintas fuentes de energía a disposición de nuestras naciones.

**PALABRAS CLAVE:** Energías renovables, México, China, políticas públicas, energía eólica, energía solar, biomasa, otras fuentes de energía, sustentabilidad, crecimiento económico

**ABSTRACT:** The major changes in China are part of a global process in which more and more strongly into question the negative results of economic development that threatens sustainability. As in other regions of the world, including Mexico, the problems associated with the ongoing industrialization and urban expansion, which highlights are pollution and the increasing demand for energy resources. Hence the need to review public and private policies in this

regard, and especially, the need to promote science and technology to promote sustainable development. These issues are reviewed in the article setting behavior and related policies energy the different sources available to our nation.

**KEYWORDS:** Renewable energy, Mexico, China, public policy, wind energy, solar energy, biomass, other energy sources, sustainability, economic growth.

### *Introducción*

En los primeros años del siglo XXI, sucesos relevantes como la crisis económica de Occidente han sido factores decisivos en el traslado del eje de la economía global hacia la región de Asia-Pacífico. Así lo afirma el Profesor Yuang Peng<sup>1</sup>, y con él coinciden académicos y analistas de diversos países. A partir de las políticas de reforma y apertura implementadas gradualmente desde 1978, China se ha convertido en la nación que lidera esa región, manteniendo durante tres décadas un crecimiento promedio del 9% anual.

El desarrollo económico de China –y su potencial de crecimiento presente y futuro– es el acontecimiento que más ha impactado a la economía mundial en los últimos años. Aun con la desaceleración económica programada por el gobierno chino en el XII Plan Quinquenal (2011-2015), la RPCh tuvo en 2012 un crecimiento real del PIB de 7.8%, con una composición sectorial en la cual el 45% corresponde a la industria, 44.6% a los servicios y sólo el 10.1% a la

---

<sup>1</sup> Presidente Adjunto de CICIR (Institutos de Relaciones Internacionales Contemporáneas de China).; “El camino del desarrollo de China en el contexto de la transformación de poderes en el mundo”. Revista Orientando Año 2, N°3, octubre 2011. Editado por Universidad Veracruzana-Centro de Estudios China-Veracruz. México.

agricultura<sup>2</sup>. Estos datos reflejan una economía que se asemeja cada vez más a la de los países desarrollados.

De hecho, en la primera década del siglo XXI, China superó a Gran Bretaña, Alemania y Japón, colocándose como la segunda economía más grande del mundo, adelantándose 10 años a la predicción de superar a Japón en 2020. Se pronostica que China superará, a más tardar en 2025, el PIB de Estados Unidos<sup>3</sup>.

Sin embargo, este acelerado crecimiento –sin precedentes en la historia económica mundial– ha estado acompañado de problemas asociados a la industrialización y a la constante expansión urbana, entre los que destacan la contaminación, la demanda creciente de recursos energéticos y la necesidad de impulsar la ciencia y la tecnología para favorecer el desarrollo sustentable. Esta problemática también se presenta en buena parte de los países industrializados y en muchos países del tercer mundo, cuyos procesos de desarrollo en los próximos años deberán apearse a normas internacionales en materia de uso y generación de energías renovables, y no sólo enfocarse en los beneficios y la rentabilidad. Es un asunto de interés global.

El petróleo, el carbón y el gas son todavía los recursos energéticos más empleados en el mundo; apenas a partir de los años setenta se ha registrado un incrementando a nivel mundial en el consumo de otro tipo de energías como la hidráulica, la eólica, la nuclear y, desde la última década del siglo XX, las energías renovables (ER).

En los casos de China y México, que son los países sobre los que se hablará en este artículo, el consumo de hidrocarburos presentó, en el periodo 2005-2010, una composición que muestra la tendencia mundial, con un elevado porcentaje referente al consumo de combustibles fósiles en relación a otros tipos de energía.

---

<sup>2</sup> Informe país China. Instituto de Fomento región de Murcia. Abril de 2013.

<sup>3</sup> Yuan Peng (2011) op.cit.

Tabla 1. China y México.  
Consumo promedio de distintos tipos de energía 2005-2010  
(% del total)

<b>TIPO DE ENERGÍA</b>	<b>MÉXICO</b>	<b>CHINA</b>
Energía nuclear y alternativa	6.5	3.5
Energía procedente de combustibles fósiles	88.7	86.9
Combustibles renovables y residuos	4.8	9.6
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial.

Tema: Energía y Minería. Indicadores destacados.

<http://datos.bancomundial.org/tema/energia-y-mineria>

## Potencial de las Energías Renovables

La Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) clasifica a las ER de la siguiente forma: solar, eólica, geotérmica, mareomotriz, hidráulica y biomasa. Las ER implican un reducido impacto ambiental en comparación con los recursos fósiles limitados, y se puede decir que cuentan con una cierta autonomía como fuentes –en algunos casos inagotables– de energía, que tarde o temprano tendrán un importante papel dentro de la reserva energética, así como en la reducción de problemas ambientales en los países que las utilicen.

Tomemos como ejemplo el caso de España, donde el impacto ambiental en la generación de electricidad a partir de las energías convencionales se considera 31 veces superior al de las ER, según los resultados del estudio “Impactos Ambientales de la Produc-

ción de Electricidad”<sup>4</sup>, auspiciado por ocho instituciones entre las que se encuentran los órganos competentes de cinco gobiernos autónomos (Cataluña, Aragón, País Vasco, Navarra y Galicia), el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y la Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA).

El estudio cuantifica, con un método científico homologado internacionalmente, las diferencias de impacto ambiental entre las diversas tecnologías de generación de electricidad. Los resultados del mismo, expresados en ecopuntos de impacto<sup>5</sup>, demuestran que el lignito, el petróleo y el carbón son las tres tecnologías más contaminantes, superando los mil ecopuntos. En un segundo grupo figuran la nuclear y el gas, entre doscientos y mil ecopuntos, mientras que la eólica y la minihidráulica, ambas renovables, forman un tercer grupo con una cantidad muy inferior de impactos –menos de cien. Estos resultados suponen que producir un kWh con la minihidráulica tiene 340 veces menos impactos ambiental que hacerlo con lignito ó 50 veces menos que hacerlo con gas natural.

---

<sup>4</sup> *Impactos Ambientales de la Producción de Electricidad. Estudio comparativo de ocho tecnologías de generación eléctrica*. Ministerio de Ciencia y Tecnología; Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE); Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA). [http://www.appa.es/descargas/Resumen\\_Estudio\\_ACV.pdf](http://www.appa.es/descargas/Resumen_Estudio_ACV.pdf)

<sup>5</sup> En este estudio, “la unidad utilizada para medir el impacto ambiental de los ocho sistemas de generación de electricidad analizados es el llamado **Ecopunto de impacto**. El estudio concluye otorgando a cada una de las tecnologías estudiadas un valor total de ecopuntos de impacto medioambiental por Terajulio de electricidad producido. (Un Terajulio equivale a 278 Megavatio hora (MWh), es decir, la cantidad de electricidad que consumen 278,000 estufas de 1,000 W durante una hora). Es importante remarcar que **los ecopuntos son unidades de penalización ambiental**, de forma que cuantos más ecopuntos obtenga un sistema de generación de electricidad mayor será su impacto medioambiental, y a la inversa, los sistemas con menor puntuación de ecopuntos resultarán ser los más *amigables* con el medio ambiente”. *Impactos Ambientales de la Producción de Electricidad. Estudio comparativo de ocho tecnologías de generación eléctrica*. Página 12. [http://www.appa.es/descargas/Resumen\\_Estudio\\_ACV.pdf](http://www.appa.es/descargas/Resumen_Estudio_ACV.pdf)

## **Desarrollo tecnológico y descripción de las Energías Renovables Situación en México y en China Referentes internacionales**

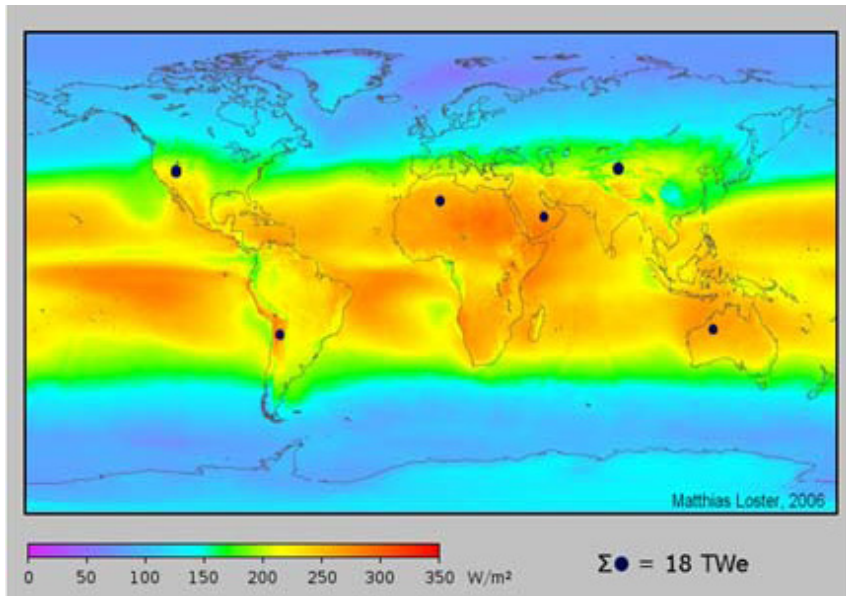
### *Energía Solar*

En lo referente a energía solar, la República Mexicana es uno de los países con mejor incidencia de radiación solar, como puede observarse en el mapa<sup>6</sup> de la Figura 1, en el que puede apreciarse que la zona noroeste del país recibe una radiación promedio diaria considerada de las mejores del mundo, aunada a la que recibe el resto de la República que también es alta. Parte del territorio de China también se encuentra en esa franja, y aunque al igual que Europa el norte de China no está en la franja de mayor radiación, no por eso es despreciable su uso. Como veremos, China es el país que más calentadores solares de agua tiene instalados en el mundo.

---

<sup>6</sup> Loster, M. (2006). Mapa de radiación solar. Departamento de Física. Universidad de California.

Figura 1. Mapa de radiación solar en el mundo

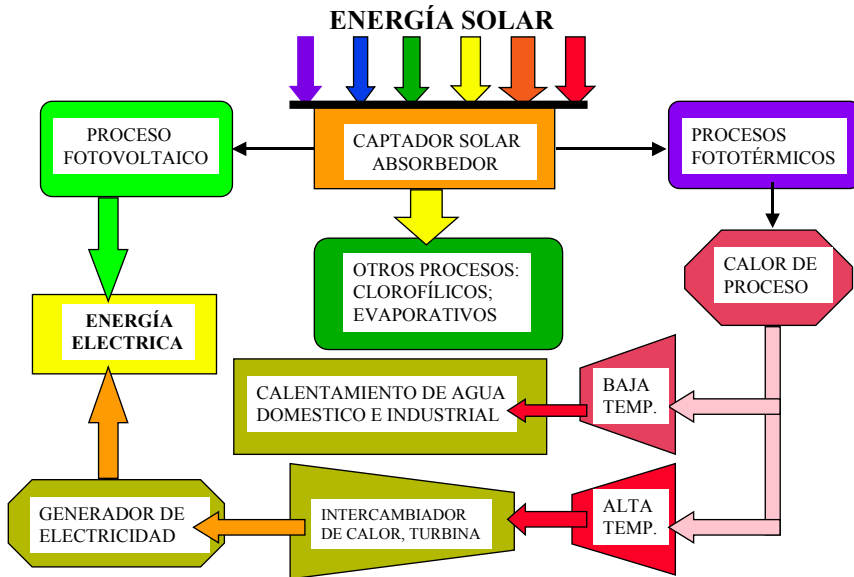


Fuente: (Loster, M., 2006)

Las tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar suelen clasificarse en dos grandes ramas: procesos fototérmicos y procesos fotovoltaicos. Los primeros parten del hecho de calentar un fluido de trabajo que puede tener una serie de aplicaciones como producir vapor, electricidad, frío, entre otras. Los segundos, producen electricidad a partir de la conversión directa de la energía solar en energía eléctrica. La figura 2 muestra las diferentes aplicaciones tecnológicas a partir de la energía solar<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Velásquez, N. (2002). Universidad Autónoma de Baja California.

Figura 2. Tecnologías de producción eléctrica y otras a partir de la radiación solar



Fuente: Velásquez, N. (2002)

Los sistemas térmicos se pueden clasificar de acuerdo al tipo de concentrador empleado o de acuerdo a la temperatura de operación. En la aplicación final de la energía térmica obtenida, según el tipo de concentrador empleado, influye el rango de temperaturas que es posible alcanzar y por lo tanto el tipo de aplicación. La tabla 2 muestra los diferentes tipos de concentradores y su rango de temperaturas.



Tabla 2. Principales tipos de colectores solares y sus rangos típicos de temperatura

<b>TIPO DE CONCENTRADOR</b>	<b>RANGO DE TEMPERATURA (C)</b>
Plano	30-80
Tubo evacuado	50-190
Colector parabólico	70-240
Compuesto (CPC)	70-290
Canal parabólico	70-290
Plato parabólico	70-930
Torre central	130-2700
Horno solar	600-3000

Dentro de las tecnologías de concentración solar para la generación de potencia eléctrica se encuentran las plantas solares térmicas o termosolares de potencia que consisten esencialmente de dos partes: una que colecta la energía solar y la convierte en calor, y otra que convierte el calor en electricidad<sup>8</sup>. Adicionalmente pueden contar con dispositivos de almacenamiento térmico y/o respaldo basado en combustible convencional. Los sistemas de canal parabólico utilizan espejos en forma de canal parabólico que enfocan la luz solar sobre receptores tubulares de alta eficiencia, por los cuales

<sup>8</sup> Mills, D. R., 2001. "Solar Thermal Electricity". In J. Gordon (editor), *Solar Energy, the State of the Art*. James & James, Londres (ISBN 1-902916-23-9), pp. 577-651.8 DLR, 2004. Concentrating solar power now, FMENCNS, Alemania. [http://www.solarpaces.org/CSP\\_BrochureofGerman\\_BMU.pdf](http://www.solarpaces.org/CSP_BrochureofGerman_BMU.pdf)

circula un fluido térmico. La tecnología de concentradores lineales tipo fresnel, con un solo eje de seguimiento, difiere del de canal parabólico, porque el absorbedor está fijo en el espacio en la zona focal. El reflector está compuesto de muchos segmentos largos y delgados de espejo, los cuales giran sobre ejes paralelos simultáneamente para enfocar la radiación solar en el receptor.

Los sistemas de disco paraboloidal consisten en un concentrador en forma de plato parabólico, con un receptor en la zona focal. Estos concentradores se montan en una estructura con un sistema de seguimiento en dos ejes. El calor colectado es utilizado directamente por un motor térmico montado en el receptor que se mueve con la estructura del plato. Los motores de ciclo Stirling y de ciclo Brayton se utilizan actualmente para la conversión de energía térmica a mecánica- eléctrica<sup>9</sup>.

Los sistemas de Torre Central<sup>10</sup> utilizan un gran campo de espejos planos con seguimiento en dos ejes, llamados helióstatos, que siguen al Sol para enfocar la radiación solar en un receptor central (intercambiador de calor) montado en lo alto de una torre, éstos producen temperaturas aproximadas de 500 a 1500°C. Estas plantas son ideales para escalarse en el rango de 30 a 400 MW de capacidad. La eficiencia solar-eléctrica alcanzada por estas centrales está en el rango de 8 a 13%.

Debido a su naturaleza térmica, cada una de las tecnologías de concentración solar puede ser desarrollada en forma híbrida (hibridación) u operada en combinación con combustibles fósiles. Los diseños de los sistemas integrados solar y de ciclo combinado (ISCCS, Integrated Solar Combined-Cycle System) ofrecen un número de ventajas potenciales para ambas tecnologías. Para los sistemas de Torre Central de Potencia, la hibridación es posible con

---

<sup>9</sup> Mills, D., Morrison, G., 2000. *Compact Linear Fresnel Reflector Solar Thermal Power plants*. Solar Energy, Vol. 68, pp. 263-283.

<sup>10</sup> Ahmed, K., 1994. "Renewable Energy Technologies. A review of the status and cost of Selected technologies," World Bank, EU.

un ciclo combinado de gas natural o con centrales de carbón y de ciclo Rankine con combustóleo. Las técnicas más avanzadas en el almacenamiento térmico se han aplicado a la tecnología de Torre Central de Potencia.

Los costos de inversión y de generación de electricidad dependen de múltiples factores relacionados con la tecnología, las condiciones locales y de logística y circunstancias de mercado. Únicamente para la tecnología de canal parabólico han sido probados los costos de inversión a través de la comercialización. Los costos para los sistemas de Torre Central de Potencia y Plato/Stirling aún están basados en plantas piloto o de demostración que necesitan confirmación. Diferencias en los costos de inversión y generación para los sistemas concentrados de energía solar (CSP) pueden ser explicados por la diferencia en la madurez de la tecnología y las diferentes propuestas tecnológicas para cada uso.

Los costos de inversión son uno de los factores más importantes que determinan el costo de una planta de Potencia Solar Concentrada (CSP por sus siglas en inglés). Típicamente, la depreciación representa del 25 al 40% del costo de generación y los costos de operación y mantenimiento entre un 10 y 15%. La vida útil económica de una planta CSP es de 20 a 30 años. El resto de los costos de generación dependen principalmente del nivel de la irradiación solar. Los costos más competitivos se alcanzan en áreas donde los niveles de radiación son particularmente altos, por ejemplo, mayores a 1,700 kWh por metro cuadrado al año.

La industria de las tecnologías de concentración solar aumenta día a día, en especial los países en desarrollo, entre ellos China, han entendido la importancia de las ER y más empresas dedican parte de su desarrollo a este tipo de energías y otras nuevas abren ofreciendo diferentes alternativas tecnológicas en ER. Investigaciones y proyectos piloto actuales están combinando la tecnología de concentración solar con nuevos diseños de turbinas de gas y plantas de ciclo combinado. Los incrementos en costos de capital y operación

y mantenimiento (O&M) de las centrales son compensados con sus altas eficiencias, reducción de pérdidas en el arranque y el uso dual de elementos críticos del sistema. Reducciones futuras en los costos serán posibles con la Generación Directa de Vapor (DSG), que elimina la necesidad de fluido de transferencia térmica (HTF) y reduce la pérdida de eficiencia que implica utilizar un intercambiador de calor para generar vapor.

### *Concentradores*

El concentrador solar es el componente más caro de una planta de concentración solar. Mejores materiales reflejantes, aspecto de los espejos, diseño estructural y directrices prometen reducciones futuras de costos. Nuevos materiales reflejantes y la optimización de los diseños del concentrador reducirán los costos estructurales.

Dos aspectos no técnicos podrían tener un mayor impacto en los costos futuros y en los mercados para la tecnología de concentración solar:

- a) El desarrollo de múltiples plantas en el mismo lugar, en un parque de energía solar, reduciría los costos de la tecnología, debido a que ofrece costos de O&M, ingeniería y desarrollo reducidos.
- b) La estructura financiera de los proyectos es también un aspecto importante. Las plantas de concentración solar requieren un alto capital inicial, y el costo de capital y el tipo de financiamiento de proyecto pueden tener un impacto significativo en el costo final de energía.

La Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), tiene detectados alrededor de 50 fabricantes de calentadores solares planos en

todo México, concentrados principalmente en las ciudades de Guadalajara, Cuernavaca, Distrito Federal, Puebla y Morelia.

### *Energía Eólica*

El aprovechamiento del recurso eólico depende de los sitios donde esté colocada la infraestructura. La orografía del lugar tiene una gran influencia sobre las características del viento. Por otro lado, la fuertísima dependencia de la potencia generada en un aerogenerador con la velocidad del viento (varia con el cubo de la velocidad) hace que las mediciones *in situ* sean absolutamente necesarias. Es cierto que en forma general, se pueden observar que zonas de ciertas regiones tienen buenas condiciones de energía eólica, pero es necesario evaluar el recurso. La potencia del viento es varía con la altura, el centro de giro de los grandes aerogeneradores de 1MW de potencia está situado a 70 m de altura, por tanto para evaluar el recurso para esas condiciones, se debe medir durante al menos 2 años para hacer un análisis estadístico del posible potencial eléctrico que se puede obtener en el sitio. En México y en China, se tienen detectados sitios en donde el la velocidad del viento es superior a los 6 m/s, el diseño del equipo debe ser de acuerdo a las máximas corrientes de aire detectadas con el fin de asegurar la confiabilidad del equipo.

### *Energía geotérmica*

Los recursos geotérmicos tienen mayor probabilidad de existir en zonas geológicas de carácter volcánico, por lo que México es uno de los países con buenas perspectivas en la magnitud de este recurso natural. En general, estos recursos naturales se catalogan de la siguiente manera: recursos hidrotermales, recursos con base en

roca seca, recursos en sistemas geopresurizados, recursos marinos y recursos magmáticos.

A nivel mundial sólo los primeros se explotan en forma comercial; México es el tercer productor<sup>11</sup> de electricidad sobre la base de este tipo de recursos geotérmicos, con 960 MWe y algunas aplicaciones termales (no eléctricas) operando. Este tipo de recurso implica la conjunción de una anomalía térmica no muy profunda con un acuífero y un sistema geológico sellador, lo que conforma un yacimiento.

China cuenta con algunas de las regiones más ricas del mundo en cuanto a recursos geotérmicos<sup>12</sup>. Sin embargo, actualmente solo existe una planta de generación eléctrica a partir de geotérmica en el Tíbet. Contrariamente, el uso para aplicaciones térmicas sí que ha mantenido un crecimiento constante. Las aplicaciones mediante bombas de calor han experimentado un gran auge y la superficie acondicionada mediante sistemas de calefacción urbana centralizados se ha incrementado notoriamente durante los últimos años.

## *Biomasa*

En esta categoría se incluyen a los siguientes recursos: plantaciones energéticas para producción de combustibles leñosos, plantaciones energéticas y residuos para producción de combustibles líquidos, y residuos agrícolas.

La primera categoría se relaciona con los recursos forestales que generan combustibles directos de madera provenientes ya sea de bosques naturales o plantaciones energéticas, así como combustibles indirectos de madera, como el aserrín.

El primer tipo, es decir los combustibles directos de madera, se

---

<sup>11</sup> Capítulo 2. Estimación del Recurso Energético Renovable. [www.sener.gob.mx/webSener/res/168/Cap2\\_EstimaRE.pdf](http://www.sener.gob.mx/webSener/res/168/Cap2_EstimaRE.pdf)

<sup>12</sup> <http://www.asees.org/energias-renovables/geotermica>

dividen en los que se generan en la naturaleza y los de plantaciones *ex profeso*. De los que se generan en la naturaleza, se tienen los bosques, las selvas, los matorrales y la vegetación hidrófila; el total estimado para México de estos cuatro tipos varía entre 748-1,287 Petajoules por año (PJ/año)<sup>13</sup>. El recurso estimado proveniente de plantaciones forestales *ex profeso* es equivalente a 716 PJ/año.

En cuanto a los combustibles indirectos de madera, correspondientes a los desechos maderables que se generan durante las prácticas de extracción de la madera comercial y a los desechos que se generan principalmente en aserraderos, el recurso estimado como energético corresponde a 53 PJ/año.

El total estimado de recurso energético de esta primera categoría correspondiente a recursos forestales que generan combustible directa e indirectamente de la madera, es de 1,517 a 2,056 PJ/año.

La segunda categoría se relaciona con plantaciones energéticas y residuos para la producción de combustibles líquidos, específicamente biodiesel y etanol.

En cuanto al recurso biomásico para producir biodiesel, las fuentes más importantes son la palma de aceite, la colza, la soya, el aceite de ricino, el sorgo y el girasol, otras fuentes son las grasas animales y el aceite usado de cocina. En cuanto a la producción de etanol, el recurso que se considera es el maíz y la caña de azúcar como los principales insumos. El recurso estimado para estos dos biocombustibles es equivalente a 196 PJ/año.

La tercera categoría se relaciona con el uso de residuos agrícolas como el bagazo de caña, la cascarilla del arroz, la cáscara de coco, y el rastrojo de la milpa del maíz. Los principales procesos para utilizarlos como energéticos son la combustión y la gasificación. Se estima que el total de estos residuos agrícolas es de 59 millones de toneladas, las que corresponden a 886 PJ/año.

---

<sup>13</sup> Capítulo 2. Estimación del Recurso Energético Renovable. [www.sener.gob.mx/webSener/res/168/Cap2\\_EstimaRE.pdf](http://www.sener.gob.mx/webSener/res/168/Cap2_EstimaRE.pdf)

## *Biomasa*

China tiene una abundancia de recursos de biomasa y el Gobierno tiene la intención de promover el uso significativamente mayor de la misma para la generación de energía en las próximas décadas. Además de los residuos agrícolas de las actuales tierras de cultivo, existen unos 100 millones de hectómetros cuadrados de bosques y tierras que se pueden utilizar para desarrollar la agricultura y la energía producida con madera. La secretaría de energía de la NDRC ha estimado que habrá el equivalente a 800 millones de toneladas de carbón (tec) en recursos de biomasa en China alrededor del año 2030. Igualmente, los cultivos de residuos de arroz, trigo y maíz representan actualmente más de la mitad del total de los recursos de la biomasa en China. En el XII Plan Quinquenal (2011-2015) se incluye, entre sus objetivos, el impulso de las energías renovables.

En 2010 China tenía 4GW de capacidad instalada referente a la generación de energía con biomasa, aunque muchos de éstos no se encuentran conectados a la red eléctrica, pero son utilizados a nivel local. El país asiático tiene la intención de cumplir con sus metas para la expansión del uso de la biomasa, para lo que se está desarrollando la producción de electricidad a través de la introducción de la nueva tecnología de fuego directo de biomasa, que es una generación de energía que se conectará a la red eléctrica. Casi todas estas plantas se erigirán en las zonas rurales y utilizarán la paja y otros productos agrícolas y residuos como elementos para la producción de electricidad.

Las empresas propietarias de la gran mayoría de los proyectos de generación eléctrica a partir de biomasa en China son domésticas. Sin embargo, ciertos grupos inversores, principalmente norteamericanos, han empezado a adquirir participaciones en sociedades inversoras en proyectos de biomasa. También, compañías internacionales que aportan tecnologías innovadoras en componentes para



plantas, como la española Guascor, están encontrando un hueco en este mercado.

China igualmente está tratando de aumentar el volumen de los residuos sólidos urbanos que se utilizan para generar energía eléctrica. De hecho, el Gobierno ha establecido un objetivo a largo plazo para aumentar la cantidad de desechos municipales que se utilizan en los residuos para la generación de energía, partiendo de un 1% en 2002 al 30% que se prevé en 2030. El Banco Asiático de Desarrollo ha firmado recientemente un acuerdo para prestar hasta 200 millones de dólares a China Everbright International Limited para desarrollo de plantas de residuos para la generación de energía en las ciudades secundarias de toda China.<sup>14</sup>

La energía de biomasa es la forma menos desarrollada de las energías renovables en la República Popular China y en gran parte es debido a que su base de recursos no es proporcionada directamente por la naturaleza como es el caso de la eólica, la solar y la energía hidroeléctrica. Más bien, la producción de energía de la biomasa implica un intrincado sistema de recaudación y distribución entre los agricultores que suministran los residuos agrícolas (paja de cultivos, estiércol, etc.) a los fabricantes que lo transforman en energía moderna. La energía de biomasa en forma de biogás del hogar es el sistema que más ha avanzado en China. Este documento, sin embargo, extiende el estudio más allá de la promesa de los sistemas de biogás del hogar para ver las oportunidades y los retos de la industrialización de la energía de la biomasa. Es hora de que el desarrollo energético de la biomasa se gradúe a una escala mayor que el nivel de los hogares, dada la demanda proyectada de energía procedente de las zonas rurales y la creciente oferta de biomasa.

---

<sup>14</sup> Li Jingjing, Zhuang Xing, Pat DeLaquil y Eric D. Larson, “*Biomass Energy in China and Its Potential*,”

## *Energía Maremotriz*

China tiene una historia de 40 años en el desarrollo de la energía de las mareas (mareomotriz)<sup>15</sup>. Hasta ahora, China ha puesto en marcha 8 estaciones de energía de las mareas con una capacidad total instalada de 6120KW, de los cuales, el más grande es la central eléctrica de marea Jiangxia experimento en la provincia de Zhejiang, con una capacidad instalada de 3200KW, operado en 1980, y cinco plantas de generación conectados a la red en 1985. China puede fabricar los conjuntos de bulbo hidroeléctrica en cruz flujo de generación con una capacidad única máquina de 500 kW y 700 kW. La práctica ha demostrado que China tiene una base sólida de la energía de las mareas (mareomotriz), la tecnología de generación.

En México se han realizado estudios del potencial oceánico, y se han llevado a cabo proyectos en el ámbito de la investigación, sin embargo falta mucho por hacer en el tema, entre otras cosas, la evaluación del recurso. La experiencia de China al respecto puede ser de gran utilidad para implementar estos sistemas en México.

El Profesor Yuang Peng, en el mismo documento antes citado, refiere que China establece planes quinquenales, así el último es el XII Plan Quinquenal 2011-2015 donde establece una estrategia de “tres pasos”:

- 1º En 5 años, China va a cambiar el modelo que ha durado por mas de 30 años (desde 1978) que esencialmente promueve la exportación, por un modelo de desarrollo común de exportación, consumo interno e inversión.
- 2º China va a reemplazar el modelo de gasto de recursos por un modelo de ahorro de recursos y protección del medio ambiente, **desarrollando las Energías Renovables**. Este paso implica establecer una sociedad de prosperidad para el 2020.

---

<sup>15</sup> <http://www.inverter-china.com/blog-es/articles/green-energy/tidal-power-in-china.html>

3º China establecerá una sociedad creativa. Este paso implica que en 2049 en que celebrarán el centenario del establecimiento de la República Popular China, el PIB llegará al nivel de los países desarrollados medianos.

El desarrollo económico de China ofrece oportunidades porque, dice el Prof. Yuan Peng, entre otras razones, que su modelo de desarrollo es eficiente y que existe un gran espacio en el desarrollo económico de China, porque éste país se encuentra en la etapa mediana de industrialización y en la inicial de urbanización; además, China resulta más atractiva como lugar de destino para las inversiones mundiales que otros países en crisis.

Finalmente en su comentario, el Prof. Yuan comenta que entre China y los países latinoamericanos existe una relación que va en ascenso, Latinoamérica, a pesar de la crisis de Norteamérica, han mantenido una tasa de crecimiento favorable y esto permite las condiciones para que las relaciones sino-latinoamericanas sean más sólidas.

Por otro lado la Profa. Li Xin en su documento “La Política exterior de China en pocas palabras”<sup>16</sup> comenta entre otras cosas que China todavía es un país en desarrollo, pero creciendo rápidamente; pero además es una potencia regional con influencia internacional. Comenta la Profa. Li que China está trabajando muy duro para encontrar la manera de interactuar con el mundo en esta era de la globalización y menciona algunos puntos de interés:

1. La doctrina. El sueño ideal de China reside en promover un mundo armonioso al más alto nivel. La defensa de un mundo en armonía, es un llamado a la multipolarización de la política mundial y a la democratización de la comunidad internacional.

---

<sup>16</sup> Li Xin, “La política exterior de china en pocas palabras”. Revista Orientando. Año 2, N° 3, octubre 2011. Editada por la Universidad Veracruzana-Centro de Estudios China-Veracruz. México

2. La gran estrategia. Se refiere a una estrategia de desarrollo pacífico como la pauta para trabajar con miras a un mundo armonioso, siendo el desarrollo la palabra clave, logrando la modernización y la prosperidad común de la gente. Menciona que para lograr los objetivos en todos los niveles, no hay mas remedio que tomar un camino pacífico, si lastimas a otros miembros de esta aldea global mediante la expansión o el uso de la fuerza, terminas perjudicándote a ti mismo.
3. Los cuatro pilares. 1º Mantener buenas relaciones con los países en desarrollo como base de la política exterior China; 2º Desarrollar buenas relaciones con sus países vecinos; 3º Desarrollar buenas relaciones con las grandes potencias; 4º La participación activa en asuntos mundiales.

Bajo estas estrategias y políticas, la relación entre China y América Latina representa una parte básica de las relaciones exteriores del país asiático. México, Brasil y Argentina, como las tres potencias regionales han surgido en el escenario mundial como naciones en crecimiento, por tanto es crucial para China desarrollar buenas relaciones con las potencias emergentes, acordes con el XII Plan Quinquenal 2011-2015 de China, el cual hace hincapié en el cambio de modelo de crecimiento y en la revisión de la política económica y comercial.

China rige su política exterior y sus relaciones económicas con base en el respeto, sus dirigentes dicen que son un país en desarrollo al igual que muchos países latinoamericanos, y en opinión del Dr. Anibal Zottele<sup>17</sup>, China puede contribuir a que no se debiliten los instrumentos para el progreso latinoamericano, pero advierte que la relación China-América Latina requiere de nuevas formas que

---

<sup>17</sup> Zottele, Anibal. Desafíos para el crecimiento de la relación económica entre China y América Latina. Revista Orientando, año 2. Número 3, octubre 2011. Universidad Veracruzana-Centro de Estudios China-Veracruz.

superen las experiencias del pasado, que se establezcan en un plano de igualdad en función de las mutuas necesidades, en otras palabras, socios en el desarrollo económico. Es cierto que México y otros países latinoamericanos se vieron perjudicados cuando China inició sus procesos de exportación masiva hacia los Estados Unidos de Norteamérica, pero, comenta el Dr. Zottele, explicar la relación China con Latinoamérica a través de estos hechos puntuales, sin revisar la dinámica de estos fenómenos, es extremadamente limitado. China está en condiciones de contribuir a la modificación de la realidad en nuestros países, en la actualidad es un gran comprador de granos, cobre, hierro, madera, petróleo, entre otros. Latinoamérica tiene la oportunidad de convertirse en un exportador, hacia China, de no solo materia prima, sino de materia procesada como harinas, gasolinas, derivados del hierro, madera tratada, etc., es decir, agregar valor a las exportaciones, de tal manera que el trato sea siempre ganar-ganar.

China es el líder en producción de Energías Renovables en el mundo. En energía eólica, su capacidad instalada hasta 2011 era de 62.4 GW, superior al de Estados Unidos de Norteamérica que fue de 46.8 GW en el mismo año<sup>18</sup>, para 2012<sup>19</sup> fue de 75.6 GW, es decir de un año para otro hubo un incremento del 17.4%. En 2012 la inversión en ER ascendió a 65,000 millones de dólares de acuerdo a la información dada por People.com<sup>20</sup>, esto equivale a una inversión 20% superior a la realizada en 2011 que fue de 52,000 millones de dólares, mientras que en Estados Unidos de Norteamérica la inversión en el mismo rubro en 2012 fue de 35,600 millones de dólares. En lo referente a la producción de paneles fotovoltaicos para producción de electricidad, 8 de las 10 principales compañías

<sup>18</sup> [www.emol.noticias/tecnologia/2012/03/23/5322259/](http://www.emol.noticias/tecnologia/2012/03/23/5322259/)

<sup>19</sup> [www.thewindpower.net](http://www.thewindpower.net)

<sup>20</sup> [www.people.com](http://www.people.com)

mundiales fabricantes están en China<sup>21</sup>. Su mayor potencial en ER está en las plantas hidroeléctricas cuyo potencial de generación fue de 1231.2 millones de kW en el año 2009, constituyendo un 16.6% del total de energía eléctrica generada en ese país.

China ha sido el centro de la inversión en ER en menos de una década, debido a que el país ha planteado adecuadamente sus objetivos, ha desarrollado de sus políticas vinculantes y ha implementado un adecuado apoyo fiscal.

China se ha convertido en el mayor consumidor mundial de energía solar, es el mayor productor de calentadores solares de agua, se estima que existen unos 30 millones de hogares con calentadores solares de agua instalados en ese país. En cuanto a paneles fotovoltaicos para generación de energía eléctrica, su capacidad instalada es de 2.2 millones de kW que representa todavía un porcentaje muy bajo en comparación con los 450 millones de kW de generación eléctrica en el país<sup>22</sup>. En cuanto a energía eólica, la inversión en energía eólica en el año 2012 fue de 27,200 millones de dólares.

En 2006, se utilizaron 16 millones de toneladas de maíz para producir etanol, sin embargo, y debido a que los precios de los alimentos en China aumentaron considerablemente, durante 2007, el gobierno decidió prohibir la expansión de la industria del etanol de maíz en beneficio directo a la población.

## Oportunidades de cooperación

Los chinos tienen fama de ser unos de los mejores negociadores del mundo, su potencial de compra y el espectacular crecimiento económico del país les respalda. La preparación técnica de los eje-

<sup>21</sup> <http://www.energiasolaresp.com/2011/07/las-empresas-chinas-dominan-la.html>

<sup>22</sup> [www.spanish.china.org.cn/china/txt/2012-03/11/content\\_24864861.html](http://www.spanish.china.org.cn/china/txt/2012-03/11/content_24864861.html)

cutivos chinos es muy elevada, además acostumbran tener un buen conocimiento de la oferta internacional del producto sobre el que se negocia. Para hacer trato con los chinos se tiene que conocer un poco de su cultura y de su forma de hacer negocios, no se puede llegar a negociar con ellos de la misma forma que se hace con los países occidentales, con ellos las relaciones personales y profesionales se entremezclan.

Como se mencionó líneas arriba, China es el centro de la inversión en ER, mientras que ellos tienen ya desarrollada una floreciente industria de las ER, en México, no hay aun una política bien definida de apoyo al desarrollo de tecnología y apoyo para la el desarrollo de ésta industria que además, y esto no debemos olvidarlo, es en base a tecnologías limpias que si bien también tienen un impacto ambiental, éste es mucho menor que las tecnologías que utilizan los fuentes primarias de energías como son el petróleo y el carbón. A estas alturas, todo el mundo sabe que el planeta está sufriendo los efectos del uso excesivo e irresponsable de los combustibles fósiles y sus derivados, los efectos del cambio climático están a la vista, la contaminación en las grandes urbes es un problema por resolver, tanto en Latinoamérica como en China, los dirigentes de los países del llamado primer mundo están conscientes de ésta situación y varios de ellos, desde hace algún tiempo, han girado sus políticas hacia el uso de las ER, para disminuir el deterioro, ya considerable, del planeta.

Pero, ¿cuáles son las verdaderas oportunidades de cooperación entre China y México? ¿Es realmente posible implementar políticas en beneficio de ambos países? La respuesta a estas preguntas está en función de una serie de factores que debemos analizar.

En primer lugar, si China ya cuenta con una floreciente industria en ER llevando una considerable ventaja sobre lo que se ha realizado en México en el mismo tema, ¿de qué manera se puede llevar a cabo una coyuntura que permita a ambos países beneficiarse? Al analizar ésta pregunta, se deben considerar varios factores:

- Investigación y desarrollo.
- Políticas ambientales.
- Evaluación de los recursos disponibles de fuentes alternas de energía.
- Legislación en materia de ER.
- Políticas económicas de ambos países.

En investigación y desarrollo, ya se han dado algunos pasos importantes, entre algunas universidades chinas y mexicanas. Específicamente, la Universidad Veracruzana, desde 2008 creó, con sede en la Universidad de Chongqing, el Centro de Estudios China-Veracruz “Sergio Pitol” el cual, desde entonces, ha realizado una intensa labor de relaciones académicas con diferentes instituciones de nivel superior de ese país. Recientemente, en marzo de 2013, un grupo de académicos del Centro de Investigación en Recursos Energéticos y Sustentables (CIRES) de la Universidad Veracruzana, entabló pláticas con 4 universidades que realizan trabajos de investigación en el área de ER. Se pretende con esto, iniciar una relación de intercambio académico que redunde en beneficios, no solo para las instituciones de ambos países, sino para ambos países. Entre estos beneficios se pueden mencionar los siguientes:

- ✓ Intensa labor de investigación conjunta, no solo en el aspecto técnico, sino en cualquiera de los factores citados líneas arriba.
- ✓ Estancias de investigadores de ambos países.
- ✓ Estancias de estudiantes
- ✓ Que las instituciones sean el modo de enlace para establecer alianzas entre empresarios de ambos países.
- ✓ Colaboración con los gobiernos de ambos países para establecer políticas en el ámbito de las ER y de la sustentabilidad que sean de beneficio mutuo.



En el ámbito de las políticas ambientales, hay mucho que hacer. Tanto China como México han tenido ciertos avances en éste rubro, pero quedan una serie de temas por resolver en éste ámbito. Un ejemplo muy claro está en la contaminación ambiental, principalmente las grandes urbes de ambos países como la ciudad de México y Beijing tienen grandes problemas de contaminación, en México opera desde hace varios años el programa de verificación vehicular y el “hoy no circula”, a pesar de esto el parque vehicular ha crecido y el problema persiste, la rapidez de crecimiento del parque vehicular es mayor que las obras viales llevadas a cabo. En el caso del transporte público, aunque se han llevado a cabo ya varias medidas, como es el caso de la implementación del metrobus y recientemente la inauguración de la línea 12 del metro, aun circulan una gran cantidad de unidades de transporte conocidas como microbuses que son causantes de un considerable porcentaje del caos vehicular que tiene la ciudad. En Beijing, el problema es que el crecimiento del parque vehicular ha sido muy rápido; hace aproximadamente 10 años la ciudad contaba con apenas 500 mil vehículos automotores, ahora en 2013, en números redondos, es de 5 millones, en diez años se multiplicó por 10 el parque vehicular, y a pesar de que el ritmo de crecimiento en infraestructura de caminos y carreteras es impresionante, se generan problemas de tráfico impresionantes. No cabe duda que simplemente en este rubro, el trabajo académico y de investigación multi e interdisciplinar es muy amplio.

En cuanto a la evaluación de los recursos disponibles en fuentes alternas de energía, la situación geográfica y la orografía de ambos países es muy diferente, esto hace que según el sitio que se quiera evaluar se deben utilizar las técnicas adecuadas para garantizar en lo posible, la producción de energía, aunque a nivel mundial existen mapas generales de radiación solar disponible y de energía eólica, en cada sitio donde se pretendan llevar a cabo proyectos de generación eléctrica con fuentes renovables de energía, definitivamente se debe hacer una evaluación puntual previa del recurso que permita

alcanzar un cierto grado de confiabilidad en la inversión y recuperación del capital. Un factor de riesgo que se debe tomar en cuenta es el cambio climático, éste puede hacer variar los patrones de nubosidad, radiación solar, velocidad y dirección del viento, flujo de las corrientes de agua, entre otros.

En materia de legislación sobre ER, la interdisciplinariedad es un elemento indispensable, el tema es delicado y se debe analizar cuidadosamente con la participación de expertos en diferentes disciplinas, es un área de oportunidad donde se pueden aprovechar las experiencias de los expertos de ambos países para adaptarlas a las condiciones de cada uno.

Las políticas económicas implementadas por los gobiernos de ambos países, coinciden en varios aspectos, ambos tienen interés en mejorar y aumentar su intercambio comercial, la balanza para México es negativa en estos momentos, por tanto es indispensable establecer políticas más equitativas, en ER se pueden establecer alianzas estratégicas en las que ambos países resulten beneficiados.

## Conclusiones

La cooperación entre China y México en el ámbito de las ER, llevándose a cabo mediante estrategias y planes bien establecidos, podría generar oportunidades de desarrollo para ambos países. El tema es muy amplio y existe la oportunidad de que especialistas en diferentes áreas del conocimiento se puedan involucrar; la investigación y la aplicación de la tecnología, pueden acelerar el proceso de desarrollo sustentable de ambos países. La oportunidad es actual, no se debe desaprovechar, debemos hacerlo de manera inteligente y constante.

## Bibliografía

- Ahmed, K., 1994. “Renewable Energy Technologies. A review of the status and cost of Selected technologies,” World Bank, EU.
- Loster, M. (2006). *Mapa de radiación solar*. Departamento de Física. Universidad de California.
- Mills, D.; Morrison, G., 2000. *Compact Linear Fresnel Reflector Solar Thermal Power plants*. Solar Energy, Vol. 68, pp. 263-283.
- Mills, D. R., 2001. “Solar Thermal Electricity”. In J. Gordon (editor), *Solar Energy, the State of the Art*. James & James, Londres (ISBN 1-902916-23-9), pp. 577-651.
- Revista *Orientando*. Año 2, N° 3, octubre 2011. Editada por la Universidad Veracruzana-Centro de Estudios China-Veracruz. México.
- Revista *Orientando*, Número Especial. Febrero 2012. Editada por la Universidad Veracruzana-Centro de Estudios China-Veracruz. México.
- Zottele, Aníbal, (2011). *China Relatos del nuevo mundo*. Universidad Veracruzana, Xalapa, México

## Referencias web

- Banco Mundial. Tema: Energía y Minería. Indicadores destacados.  
<http://datos.bancomundial.org/tema/energia-y-mineria>
- DLR, 2004. Concentrating solar power now, FMENCNS, Alemania.  
[http://www.solarpaces.org/CSP\\_BrochureofGerman\\_BMU.pdf](http://www.solarpaces.org/CSP_BrochureofGerman_BMU.pdf)
- Energía geotérmica. Asociación Sino-Española por la Energía y la Sostenibilidad (ASEES). <http://www.asees.org/energias-renovables/geotermica>
- Energía Solar España.  
<http://www.energiasolaresp.com/2011/07/las-empresas-chinas-dominan-la.html>

*Estimación del Recurso Energético Renovable. Capítulo 2.*

[www.sener.gob.mx/webSener/res/168/Cap2\\_EstimaRE.pdf](http://www.sener.gob.mx/webSener/res/168/Cap2_EstimaRE.pdf)

*Impactos Ambientales de la Producción de Electricidad. Estudio comparativo de ocho tecnologías de generación eléctrica.* Ministerio de Ciencia y Tecnología; Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA); Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA).  
[http://www.appa.es/descargas/Resumen\\_Estudio\\_ACV.pdf](http://www.appa.es/descargas/Resumen_Estudio_ACV.pdf)

Li Jingjing, Zhuang Xing, Pat DeLaquil y Eric D. Larson, “*Biomass Energy in China and Its Potential,*” <http://www.inverter-china.com/blog-es/articles/green-energy/tidal-power-in-china.html>

[www.emol.noticias/tecnologia/2012/03/23/5322259/](http://www.emol.noticias/tecnologia/2012/03/23/5322259/)

[www.people.com](http://www.people.com)

[www.spanish.china.org.cn/china/txt/2012-03/11/content\\_24864861.html](http://www.spanish.china.org.cn/china/txt/2012-03/11/content_24864861.html)

[www.thewindpower.net](http://www.thewindpower.net)