

Sustentabilidad y territorio: Energías renovables ¿Sobre la necesidad o la demanda? *

Lorenzo Zambrano Salgado¹⁸⁴
Roque Juan Carrasco Aquino¹⁸⁵

RESUMEN

Nuestra generación tiene una responsabilidad enorme con las futuras generaciones: el dejar un mundo mejor que aquel que heredamos de nuestros antepasados. La oportunidad actual que tenemos, del uso de energías renovables en el mundo está principalmente en la energía solar y eólica, entre otras, que contribuyen a mejorar el medio ambiente y alejarnos, tanto como sea posible, del calentamiento global y sus efectos colaterales. La «energía sostenible» es aquella energía que se produce y se usa para el desarrollo humano en el ámbito social, económico y ecológico y que no sea agotada por su uso. Un componente esencial energético sostenible lo constituyen las fuentes de energía renovables. El agua, el viento y el sol producen en un solo día más energía que la que consume toda la población mundial en un año. Aprovechar este potencial es una oportunidad que no debemos dejar escapar, si no que debemos tomarlo como un reto, el que sirva como motor para impulsar el desarrollo tecnológico, específicamente en la generación de energía eléctrica.

La energía solar es limpia, ilimitada y segura. Incluso cuando se convierte en energía eléctrica, mediante procesos fotovoltaicos o térmicos, no produce emisiones contaminantes. No obstante, para poder extraer todo su potencial, es necesario buscar y contar con nuevas tecnologías que permitan realizar un seguimiento solar preciso, y una transformación en energía eléctrica o térmica óptima.

La energía eólica, que al igual que la solar es ilimitada, y no produce emisiones contaminantes, es más potente en aquellas zonas geográficas alejadas de los grandes núcleos de consumo, como alta mar o zonas montañosas. Aprovecharla al máximo, requiere de tecnologías modernas que permitan transportar la energía de estas zonas remotas a los lugares de consumo con las menores pérdidas posibles.

En México la energía eólica es una fuente poco aprovechada y no escapa a este escenario descrito y por la ubicación geográfica privilegiada que tiene nuestro territorio nacional en el planeta obliga a buscar lugares óptimos para el aprovechamiento de la energía solar y eólica así como alternativas confiables para el suministro energético, tales como combustibles alternativos, generación propia de electricidad por parte de las empresas, privilegiando los esquemas de cogeneración, y la implementación de medidas de ahorro y uso eficiente de energía.

Como una conclusión podemos decir que las posibilidades de desarrollo de la energía solar y eólica en el corto y en el mediano plazo en México dependen no sólo del potencial

* Recibido: Abril 30 de 2013 Aceptado: Mayo 10 de 2013

184. Dr. En Tecnología Avanzada, del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA-IPN). México. Miembro de la Red Internacional de Investigadores sobre Problemas Sociourbanos Regionales y Ambientales (RIISPSURA)

185. Dr. En Urbanismo, por la Universidad Politécnica de Cataluña. España. Presidente Honorario de la Red Internacional de Investigadores sobre Problemas Sociourbanos Regionales y Ambientales (RIISPSURA)

físico del recurso, sino también de la capacidad industrial y de la capacidad del sistema eléctrico para absorber la electricidad generada sin poner en riesgo la seguridad y la estabilidad del sistema.

La factibilidad económica de estos proyectos dependerá de los mecanismos regulatorios y del acceso a los instrumentos internacionales relacionados con la mitigación del cambio climático.

La necesidad en cuanto a preservación de recursos naturales, hoy entra en contradicción con la idea de sustentabilidad. ¿A qué sustentabilidad se refiere la noción de utilizar recursos naturales del presente sin dañar las generaciones futuras si no existe en nuestra región los servicios más elementales para la reproducción como los países industrializados desarrollan para sus habitantes?.

En objetivo del presente trabajo caracterizar las tendencias de la necesidad energética del sector eléctrico Mexicano y sus participantes, enfatizando la gran dependencia de los combustibles fósiles y del gas natural, sus repercusiones y contradicciones en un marco en donde el desarrollo sustentable debe ser uno de los ejes principales del plan nacional de desarrollo.

Palabras claves: Sustentabilidad, energías, sector eléctrico.

ABSTRAC

Our generation has a huge responsibility to future generations to leave a better world than the one we inherited from our ancestors. The current opportunity we have, the use of renewable energy in the world is mainly in wind and solar energy, among others, to help improve the environment and get away as much as possible, from global warming and its side effects.

The "sustainable energy" is energy that is produced and used for human development in the social, economic and ecological than depleted by their use. An essential component of sustainable energy are the renewable energy sources. Water, wind and sun in one day produce more energy than all the world's population consumes in a year. Harnessing this potential is an opportunity we should not miss, if we take it as a challenge, which will serve as a driver for technological development, specifically in generating electricity. Solar energy is clean, unlimited and secure. Even when converted into electrical energy using photovoltaic or thermal processes, produces no emissions. However, in order to extract its full potential, it is necessary to find and acquire new technologies that allow accurate solar tracking, and a transformation in optimal thermal or electrical energy.

Wind power, which like solar is limitless, and produces no emissions, is more potent in geographic areas far from major centers of consumption, such as sea or mountain areas. Full benefits, requires modern technologies to carry power from these remote areas to places with the lowest consumption possible losses.

In Mexico wind energy is a largely untapped source and does not escape this scenario described and the geographical location that has our country on the planet forced to seek optimal locations for harnessing solar and wind energy as well as reliable alternatives to energy supply, such as alternative fuels, their own electricity generation by companies, favoring cogeneration schemes, and the implementation of cost saving measures and energy efficiency.

As a conclusion we can say that the chances of development of solar and wind energy in the short and medium term in Mexico depend not only on the physical potential of the resource, but also the industrial capacity and electrical system capacity to absorb electricity without compromising the security and stability of the system.

The economic feasibility of these projects will depend on the regulatory mechanisms and access to international instruments related to climate change mitigation.

The need in terms of preservation of natural resources, today is in contradiction with the idea of sustainability. What sustainability relates the notion of using natural resources of this without harming future generations does not exist in our region the most basic services

for reproduction as developed industrialized countries for its inhabitants?. In aim of this study to characterize trends in the energy requirement of the Mexican electricity sector and its participants, emphasizing the heavy reliance on fossil fuels and natural gas, its implications and contradictions in a context in which sustainable development must be one of the principal axes of the national development plan.

Keywords: Sustainability, energy, industry eléctrico.

Introducción

Para impulsar el desarrollo económico y productivo en México es necesario basar la economía en el uso sustentable de nuestros recursos naturales, por lo que este tema sea uno de los ejes principales del Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018.

Actualmente, la economía mexicana depende en gran medida del consumo de combustibles fósiles, que además de ser escasos y costosos, generan gran cantidad de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático. Es por esto que el Plan Nacional de Desarrollo busca impulsar programas que promuevan el uso de fuentes de energía renovables, pues no sólo contribuirán al cuidado de nuestro planeta, sino también ayudarán a solidificar la economía de las familias mexicanas.

La protección de los recursos naturales se ha convertido en una tendencia mundial, pues gran cantidad de países han reducido el consumo de combustibles fósiles para utilizar en su lugar fuentes de energía sustentable. "México tiene la capacidad de convertirse en una potencia mundial en materia de sustentabilidad, ya que sus características permiten la explotación de energías renovables, como la eólica o la solar, entre otras".

La recesión económica, el acelerado crecimiento de la población y la desigualdad social, son problemas del ámbito internacional que han repercutido en el agotamiento de los recursos naturales y han generado impactos ambientales de magnitudes preocupantes, como el cambio climático. Esta situación ha impulsado al gobierno mexicano ha tomar conciencia de la necesidad de planear ambientalmente el territorio nacional mediante la acción coordinada de los diferentes órdenes de gobierno, quienes toman las decisiones y ejecutan estrategias territoriales dirigidas a frenar el deterioro y avanzar en la conservación y aprovechamiento sustentable del territorio, así como de la sociedad en general que coadyuva con su participación.

De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el ordenamiento ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

La planeación ambiental en México, se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Se lleva a cabo a través de programas en diferentes niveles de aplicación y con diferentes alcances sociales.

Por otra parte es importante establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de los diferentes organismos gubernamentales; orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los diferentes sectores de gobierno.

Sí el **Plan Nacional de Desarrollo**, contempla al ordenamiento ecológico como instrumento estratégico. En particular, en dos de sus cinco ejes rectores. "Economía competitiva y generadora de empleos", define entre sus estrategias la 10.1 "Promover el ordenamiento ecológico general del territorio y mares", la cual corresponde al Objetivo 10 "Revertir el deterioro de los ecosistemas, a través de acciones para preservar el agua, el suelo y la biodiversidad". En el Eje 4 "Sustentabilidad ambiental", considera entre sus estrategias la 9.1 "Instrumentar acciones para ejecutar el ordenamiento ecológico del territorio nacional". Que corresponde al Objetivo 9 "Identificar y aprovechar la vocación y el potencial productivo del territorio nacional a través del ordenamiento ecológico, por medio de acciones armónicas con el medio ambiente que garanticen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales"^[1].

Entonces se deben desarrollar escenarios futuros que consideren las actuales tendencias de uso del territorio y la degradación de los recursos naturales, con la idea de alertar sobre procesos de deterioro de los ecosistemas, la biodiversidad y de los bienes y servicios ambientales en el territorio nacional. Asimismo, se debe realizar un análisis territorial de los conflictos y sinergias entre sectores, como situaciones adversas o favorables para la condición actual y futura del estado ambiental del territorio, específicamente en el aprovechamiento de energías renovables.

Con base en lo anterior, se propone un modelo de ordenación del territorio nacional, el cual este sustentado en una regionalización ecológica (definida por características físico-bióticas) en la que se identifiquen áreas de aprovechamiento de energía solar y eólica de atención prioritaria y se asignen propuestas de corresponsabilidad sectorial para el desarrollo energético y productivo de los asentamientos humanos en el país. Cada región debe estar acompañada de lineamientos, estrategias

ecológicas y acciones, mismas que deberán someterse a un seguimiento y evaluación por parte del Grupo de Trabajo Intersecretarial, reconociendo a aquellas que no cumplan con los objetivos establecidos en este Plan, para su revisión y eventual replanteamiento. Ya que, una vez más, el desarrollo sustentable debe ser uno de los ejes principales del plan nacional de desarrollo.

De lo expuesto anteriormente, existe la urgencia de precisar en qué marco habremos de considerar los escollos de las determinaciones, para explicar la necesidad, en este caso la necesidad energética. Para ello, optamos por desdoblar cuando menos los factores que se nutren de ella y de las consecuencias que surgen de las argumentaciones. Uno, ¿es necesario tener más de lo socialmente para la reproducción del individuo?; dos, ¿qué habrá de ser necesario y quién determina lo necesario?; tres, sobre la base de los requerimientos energéticos de la sociedad, ¿es imprescindible el consumo de energía y de mercancías?; Y cuarto, ¿cómo habrá de obtenerse el recurso energético y bajo qué condiciones se elaborará sin perjudicar a la sociedad en su conjunto?. Estas entre otras interrogantes, podrían aproximarnos a sus respuestas, de responder, en un marco que comprenda las múltiples expresiones de la necesidad, la penuria en cuanto cubrir lo demandado socialmente y el bienestar para alcanzar cubrir la necesidad.

La energía que requerimos

Es claro que la producción de energía por los medios convencionales está a la baja a tasas muy aceleradas. En el corto plazo —menor de cinco años— casi cualquier faltante energético podrá cubrirse con un incremento de las importaciones (gas, combustóleo, carbón y gasolinas), como de hecho ya lo hemos estado haciendo, y pagar éstas con las reservas de divisas; después de todo, están ahí para emergencias nacionales y enfrentamos una situación de emergencia. Sin embargo, nuestras reservas en divisas no son inagotables y sería irresponsable agotarlas por no actuar con rapidez para tener un desarrollo energético sustentable. Entonces, en un plazo medio —que tomamos aquí como de diez años— México deberá recuperar el control del sustento energético de su desarrollo económico y social. Eso significa que la balanza energética del país debe estar equilibrada y, de ser posible, que vuelva a tener superávit. En el largo plazo, además de conservar el equilibrio de la balanza energética, México deberá garantizar que su desarrollo sea ecológicamente sustentable, tanto en lo que afecta al medio ambiente nacional como en lo que concierne al medio global. Este último punto ha sido defendido por México en los foros internacionales, con más que justa razón, y deberemos actuar en consecuencia, ello implica obtener la energía primaria necesaria de Fuentes Alternas Limpias, respetuosas del

medio ambiente local y global. Además, debemos cuidar que el diseño y operación del sistema energético contribuya positivamente a los rubros estratégicos del desarrollo nacional, sociales y de creación de empleos, más allá de suministrar la energía necesaria.

Para llegar al escenario deseable en el largo plazo es indispensable que las medidas que se tomen en el corto plazo —hoy y en los próximos años— atiendan a cabalidad las exigencias en los plazos mediano y largo. ¿De dónde podemos obtener la energía primaria necesaria?; ¿cómo debemos generar la electricidad que nos hará falta?; ¿qué opciones tenemos?^[2].

Las más importantes implicaciones que se desprenden del escenario a largo y mediano plazos son: contener la importación de energéticos en un nivel manejable a largo plazo; dar máxima prioridad a los energéticos renovables, y entre éstos a los que no son combustibles (La utilización de combustibles, aunque sean renovables, contribuye a incrementar la entropía (calentamiento, contaminación) de la biosfera); tomar medidas estrictas y eficaces para terminar con el dispendio y desperdicio en la producción y la utilización de energía; dar prioridad al desarrollo de energéticos que resulten en nuevos empleos, que no compitan con la producción alimentaria y química, y que satisfagan las necesidades energéticas del sector más desprotegido de la sociedad.

Para analizar las opciones energéticas a nuestro alcance tomaremos en cuenta los siguientes factores que inciden en ellas:

- 1] La disponibilidad de la fuente primaria.
- 2] La factibilidad tecnológica y el costo.
- 3] El impacto sobre el ambiente, la sociedad y algunos rubros de la economía del país.

La energía primaria disponible

Las fuentes energéticas más abundantes en el país son el viento y la radiación solar; también contamos con mucha más energía hidráulica, geotérmica y biomasa que las explotadas en la actualidad, pero en menor medida que las primeras. Todas ellas son renovables, claro está, mientras no afectemos demasiado los ecosistemas, destrocemos los suelos o acabemos con el agua disponible. Además, tenemos reservas de uranio en el país suficientes para sustentar la operación de varios reactores de tercera generación. Y, desde luego, tenemos petróleo y gas natural para sostener un consumo de hidrocarburos no mucho mayor al actual por varios años.

Hay otras fuentes de energía disponibles en el territorio nacional, pero las tecnologías para explotarlas no están todavía disponibles, ni lo estarán por varias décadas. La energía del mar —diferencial térmico,

olas, corrientes marinas y mareas— estas apenas están en etapa experimental de aprovechamiento. La energía de fusión nuclear (que usa como combustibles el deuterio y el tritio), está todavía más lejos de ser aprovechable en la práctica; quizá llegare a ser importante en la segunda mitad del siglo XXI. Hay también otros energéticos, como el hidrógeno, biocombustibles, que no constituyen una fuente primaria, sino que sólo podrían sustituir a otros energéticos secundarios, como las gasolinas, pero que se observa no serán competitivo aun a mediano plazo.

Disponibilidad del viento

El potencial eólico de un país depende del número, tamaño y calidad de sus sitios explotables, es decir, aquellos donde la velocidad del viento es suficiente para impulsar los aerogeneradores. Por ser el viento una fuente variable, la calidad de un sitio se determina mediante el Factor de Planta (FP), que mide la proporción de electricidad generada respecto a la que se hubiese obtenido de funcionar todo el tiempo el aerogenerador a su potencia nominal. Desde luego, el FP depende directamente de la velocidad promedio del viento (intensidad y dirección), la cual en general se incrementa con la altura sobre el nivel del suelo a la que se coloque el centro de la hélice propulsora de la turbina del aerogenerador. Desafortunadamente, hoy sólo contamos con datos completos del viento en el territorio nacional para una altura de 40 m, mientras que en las nuevas turbinas, con potencias de uno a 6 MW, el eje suele estar entre 80 y 110 m de altura. Un viento es de calidad “excelente” cuando tiene velocidad promedio superior a 8 m/s y es “muy bueno” con velocidad promedio de 7 m/s o mayor^[3]. Los vientos excelentes son raros en el mundo; los muy buenos son los preponderantes en muchos países como Alemania, que ya ha instalado más de 22 GW para aprovecharlos.

El territorio nacional ofrece varios sitios con potencial eólico “excelente” y “muy bueno” para generar electricidad, como La Venta en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, la rumorosa en Baja California, entre otras, con FP mayor a 50% y con vientos que van de los 7 a 10.5 m/s a 40 metros de altura^[3], y como las penínsulas de Baja California y Yucatán, y en varios sitios del norte de Zacatecas hasta la frontera con EUA, todos con FP también superiores a 50 por ciento^[4].

Como ejemplo comparativo de disponibilidad de viento en otros países, tenemos a Dinamarca, pionera en esta tecnología, y donde el viento alcanza velocidades mayores a 9 m/s en mar abierto y tiene un FP de 20% que le permite generar 21% de la energía eléctrica que consume. Igualmente Alemania, España EUA y China son los países con mayor potencia eólica instalada; el panorama completo de la industria eólica mundial en 2012, que ahora está presente en unos 79 países, nos dice que 24 países cuenta con más de 1000 MW instalados. En el año

2011, España, con un consumo de electricidad semejante al mexicano, de 254.78TW.h, y con factores de planta moderados del orden de 25%, tiene ya instalados 21.673 GW generador por turbinas eólicas repartidas en sus 930 parque eólicos de aerogeneradores los cuales equivalen al 16.3% de su consumo eléctrico por medio del viento^[5]; éstos son una buena fracción de su demanda de electricidad^[3,6]. El potencial eólico de México es mucho mayor que el de España o Alemania: sólo en el Istmo de Tehuantepec existe un potencial de más de 40 GW y el total nacional puede estimarse conservadoramente en un mínimo de 125 GW. Sin embargo, al tomar en cuenta todas las zonas con vientos excelentes e instalar en ellas 8 MW/km², que es el máximo técnicamente posible, el potencial eólico del país superaría los 430 GW, sin considerar la instalación de aerogeneradores en los mares.

Sin embargo, como ya hemos mencionado, por no haber sabido aprovechar esta fuente con anterioridad, hoy sólo 0.25% de nuestra generación es eólica que equivale aproximadamente a 500 MW y están por instalar en Oaxaca unos 3000 MW en los próximos, años^[7].

Disponibilidad de energía solar

México cuenta con una incidencia solar o insolación muy alta en casi todo su territorio; varía según la región y las estaciones del año entre 4 y 8 kW.h/m²al día, con una media de 5.5 kW.h/m²al día. Este promedio es el doble que en países a la latitud de Alemania; además, la variación en la irradiación entre invierno y verano es de sólo 30%. Esta incidencia es tan intensa que bastan unos cuantos metros cuadrados de paneles solares térmicos para satisfacer las necesidades de agua caliente de una familia; igualmente, bastan 10 m²de paneles de celdas fotovoltaicas para cubrir las necesidades de electricidad de un hogar mexicano típico; es tan intensa que en una superficie de sólo 1764 km², esto es un cuadrado de 42 × 42 km, incide suficiente radiación solar para cubrir el consumo total de energía eléctrica del país con tecnología fotovoltaica disponible. Esta cifra deja ver nuestra posición privilegiada geográfica de 0° a 30° de latitud norte respecto a esta fuente de energía. El potencial de la energía solar en México, fotovoltaica y térmica, es suficiente para cubrir varias veces el consumo energético actual.

Contrariamente a otras tecnologías, las economías de escala en energía solar se dan en la producción eficiente de los paneles fotovoltaicos, los inversores y las baterías por los fabricantes, no en el tamaño de los aprovechamientos; lo mismo ocurre con los colectores solares térmicos. Dado que la radiación solar cubre todo el país con gran intensidad los 365 días del año, es quizá absurdo utilizar la energía solar, en particular la fotovoltaica, en forma concentrada: la generación es tanto más eficiente y redituable cuanto más se acerque la fuente al consumidor

final. Esto evita las pérdidas ocasionadas por los grandes sistemas de distribución. Así, es posible colocar celdas fotovoltaicas en los techos de los hogares, y hacer el sistema fotovoltaico redundante al interconectarse, o incluso en lugares aislados, totalmente independiente, e instalar poco a poco sistemas avanzados de almacenamiento de energía eléctrica.

El caso es diferente para el aprovechamiento solar térmico de receptor central para generación de electricidad, en donde el tamaño de la instalación sí importa, en especial si se pretende almacenar calor para generar electricidad durante todo el día, lo que ya es económicamente factible y conveniente en zonas desérticas.

Una vez más, cuando vemos que varios países ya instalan decenas de Megawatts de celdas fotovoltaicas al año, actualmente sólo existen en nuestro país aproximadamente 33 MW de estas celdas instaladas. La pregunta es ¿Por qué no existe en México un programa nacional de desarrollo de generación de energía eléctrica solar a nivel masivo teniendo zonas desérticas aprovechables?

Disponibilidad de energía hidráulica

México tiene todavía un potencial hidroeléctrico considerable, de aproximadamente 160 TW.h, de ellos, 115 TW.h en presas grandes y 45 TW.h en medianas con una potencia de 18.3 GW. La mayor parte está todavía desaprovechado, pues en 2006 sólo utilizamos 19% (30.2 TW.h, correspondientes a 3.4 GW)^[8]. Esto sin contar el potencial de pequeñas plantas hidroeléctricas.

Disponibilidad de energía geotérmica

Actualmente las plantas geotérmicas más importantes en México están en Cerro Prieto, B.C., Los Azufres, Michoacán., y Los Hornos, Puebla., tienen instalados aproximadamente 965 MW, el 2.4% de nuestra capacidad total, con lo que producen casi 3% de nuestro consumo anual. Además se utilizan de manera directa, esto es, sin convertirlos a electricidad, el equivalente a unos 200 MW en balnearios que tienen un valor económico turístico no despreciable. Con esto México se encuentra entre los principales países aprovechadores de energía geotérmica del mundo junto con EUA y Filipinas^[9]. Existe todavía un potencial disponible en varios lugares de la República Mexicana como la península de Baja California, la sierra de Chihuahua y las zonas cercanas al Eje Volcánico Central. La GeothermalEnergyAssociation de EUA estima que el potencial geotérmico de México para generar electricidad es de 8000 MW.

Los energéticos nucleares disponibles

México cuenta con una sola planta nucleoelectrónica, la de Laguna Verde, Ver., con una capacidad instalada de 1.4 GW. Dicha planta requiere aproximadamente 28.2 toneladas de combustible (óxido de uranio, UO_2 , enriquecido al 3.5%). Las reservas probadas de uranio en México están evaluadas en 8900 toneladas de U_3O_8 , llamado torta amarilla, de la que se requieren siete toneladas para dar una tonelada de UO_2 y además las reservas potenciales *in situ* son de otras 9 700 toneladas^[10]. Los principales yacimientos detectados están en Peña Blanca, Chih., La Coma, Tamps., y Los Amoles, Son. Sin embargo, debemos tomar en cuenta que estas reservas fueron cuantificadas hace más de 25 años, que la prospección no cubrió todos los sitios con probabilidad de tener uranio, y que desde entonces la prospección de uranio y torio en el territorio nacional ha sido prácticamente nula. También hay que tomar en cuenta que los nuevos reactores EPR tienen una tasa de quemado de 70 MW.día por kilogramo de UO_2 , el doble que la de los reactores de segunda generación como el de Laguna Verde; por ello, los reactores EPR requieren la mitad del combustible para generar la misma cantidad de energía eléctrica. La vida media de estas plantas es de 35 o 40 años. En resumen, entre las reservas probadas y potenciales hay suficiente uranio para abastecer a cinco centrales nucleares, cuatro más que Laguna Verde y con consumo de la mitad de ésta durante 26 años.

La biomasa disponible como energía

Esta es una fuente renovable y se considera como energía primaria aunque en realidad es resultado de la transformación de energía solar en energía química de las plantas. La disponibilidad de biomasa, o la capacidad del país de producirla sustentablemente, está en función de la superficie que sea conveniente dedicar al cultivo de especies de potencial energético (como la caña o el maíz). Dada la alta insolación media en el territorio nacional, podría pensarse que no hay problema en producir grandes cantidades de biomasa como energético; sin embargo, el cultivo de biomasa requiere también en abundancia otro recurso, aparte de la radiación solar, que es más bien escaso en el país: el agua. Por ello el potencial de producción de biomasa está limitado físicamente por la cantidad de agua que pueda distraerse de otros usos (consumo humano, industrial y para producción de alimentos). Es así que el potencial real sustentable de producción de biomasa es más bien pequeño y se reduce a la reutilización del bagazo la caña de azúcar como biomasa, del cual México produce aproximadamente 500 MW de energía eléctrica, hasta 2012. Así también se puede utilizar el cultivo intensivo de productos novedosos en condiciones experimentales, como el de algas marinas en el golfo de California.

También producimos una gran cantidad de basura, cuyo aprovechamiento puede usarse en generar cantidades de electricidad nada despreciables. Desde luego, la basura como fuente energética estaría disponible sobre todo en las zonas metropolitanas más grandes del país como es el caso de la Ciudad de México.

Conclusiones

México se atrasó al menos 25 años en promover sus fuentes renovables de energía específicamente solar y eólica, a pesar de que varios grupos de científicos dieron la voz de alerta e iniciaron programas de desarrollo de tecnología tanto del viento como solar, térmica y fotovoltaica. Esas iniciativas no recibieron apoyo suficiente, ni se puso en marcha ningún programa a largo plazo para el empleo de las fuentes renovables. Además, prácticamente se abandonó el programa de construcción de presas y no se ha fomentado más la geotermia.

Esta situación ya no puede continuar así; tenemos la certeza de que las tecnologías del viento y solar han avanzado lo suficiente para fomentar su desarrollo masivo en nuestro país, y evitar así que se colapse la economía en el mediano plazo por falta de energía.

En el corto plazo (digamos inmediatamente) será de vital importancia disminuir el consumo de energía en el transporte, poner un costo efectivo a la potencia de los vehículos y fomentar la construcción y uso de tranvías, líneas de Metro, Metro buses y ferrocarriles eléctricos. Además, también habrá que facilitar en las ciudades el uso de vehículos motorizados de dos ruedas, y de autos de muy baja potencia, tanto híbridos como totalmente eléctricos.

En el corto y mediano plazos la mayor oportunidad está en aprovechar la energía solar y del viento. Estas tecnologías desarrollan una madurez continua y es mundialmente competitiva. Para el propósito eoloelectrico nacional, tenemos viento de sobra en Oaxaca, Zacatecas, Tamaulipas, Aguascalientes y en muchas de nuestras costas. El rendimiento sería económicamente mejor que el de cualquier fuente convencional. Además, nuestra industria ya está equipada para producir la mayor parte de las tecnologías y máquinas que forman parte de los aerogeneradores.

En definitiva la crisis climática y la necesidad energética es un hecho, por lo que el potencial energético sostenible necesario para el bien social del presente y el futuro está en los recursos que nos ofrece la fuerza de la naturaleza, la pregunta es ¿Cuánto hay que esperar?, es por eso que la búsqueda de nuevas fuentes de energía es una responsabilidad de gobierno, empresarios y sociedad de forma incluyente. En los próximos 20 años, el sol se deberá convertir en nuestra principal fuente energética.

En suma, deberíamos hacer todo lo posible para utilizar como fuentes preponderantes a las energías renovables y la nuclear, y abandonar tanto el carbón como los hidrocarburos, pero conservar estos últimos para fines de mucho mayor valor agregado, tales como fertilizantes, plásticos biodegradables, productos químicos y medicinales no contaminantes, entre otros. Tenemos que convencernos de que es un crimen estarlos quemando, sin pensar en el futuro.

Referencias bibliográficas

[1] Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México, septiembre de 2009, SENER, Gobierno Federal.

[2] Brújula Ciudadana, Marzo de 2013, No. 43, Plan Nacional de desarrollo 2013-2018,. Iniciativa Ciudadana para la Promoción de la Cultura del Diálogo A.C.

[3] Borja Díaz Marco Antonio. [et al.], "Recurso eólico en México", Estado del arte y tendencias de la tecnología eoloelectrica, México, Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE). Programa Universitario de Energía (PUE). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 1998.

Consultado en: http://genc.iie.org.mx/genc/eolica/libroo/c4web/4_3.htm#inicio

[4] María Eugenia González-Ávila *et al.*, Windenergypotentialforelectricitygeneration in rural zones of Mexico, *inci*31(4): 240-245.

[5] Reve, Revista Eólica y del Vehículo Eléctrica, agosto de 2012, España.

<http://www.ewind.es/2012/08/30/installed-wind-energy-capacity-in-spain-reached-21673-mw-in-2011/22664/>

http://www.ieawind.org/annual_reports_PDF/2011.html

http://www.ieawind.org/annual_reports_PDF/2011/Spain.pdf

[6] *Global Wind Energy Council News*, en <<http://www.gwec.net>>.

[7] El caso de la energía eólica sirve para ejemplificar por qué no se han tomado las decisiones adecuadas y oportunas. En 1995, Nacional Financiera elaboró un proyecto para construir 240 MW de aerogeneradores al año, con una integración nacional superior a 95%. Los generadores se instalarían en Oaxaca. Las empresas oferentes fueron Vestas de Dinamarca, la mayor del mundo, Enercón de Alemania, Jeumont de Francia y Westinghouse de EUA. La CFE rechazó el proyecto y argumentó que la generación por viento tenía que ser subsidiada (lo que no corresponde al tipo de viento que tenemos).

[8] *British Petroleum Statistics*, 2007.

[9] *Investigación y Desarrollo*, junio de 1999.

[10] Coordinación General de Minería, Secretaría de Energía.