

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES**

**EL CAMBIO EN EL ORDEN ENERGÉTICO ACTUAL BASADO  
EN EL DESPLAZAMIENTO DEL PETRÓLEO POR FUENTES  
ALTERNAS DE ENERGÍA.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN RELACIONES INTERNACIONALES**

**P R E S E N T A :**

**ANDREA SARAHÍ BARRIOS ZAMUDIO**

**ASESOR:**

**DR. EDMUNDO HERNÁNDEZ-VELA SALGADO**

**México, D. F.**

**Agosto 2006**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento:

1. A mis padres, porque gracias a su guía y apoyo, he llegado a realizar un anhelo más en mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza, que en mi depositaron y con los cuales he logrado terminar mi tesis, por lo cual les viviré eternamente agradecida.

2. A mi hermano, porque sabe escuchar y brindar ayuda, cuando es necesario.

3. A mis amigos, porque son de esa clase de personas que todo lo comprenden y dan lo mejor de si mismos sin esperar nada a cambio.

4. A mis profesores, por la paciencia, apoyo y guía, que me brindaron durante todas las etapas de mi tesis.

Sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer esta vida de lucha y superación constante, deseo expresarles que mis ideales, esfuerzos y logros, también han sido suyos y constituyen el legado más grande que pudiera recibir.

La tesis simboliza el fin de una etapa en la vida de un estudiante, pero al mismo tiempo, es el comienzo de su vida profesional.

## Índice:

El cambio en el orden energético actual basado en el desplazamiento del petróleo por fuentes alternas de energía

Introducción. I

### Capítulo 1. La energía:

1.1. Definición de energía.-----	1
1.2. La importancia de la energía para la humanidad.-----	2
1.3. Los ordenes energéticos en la historia.-----	4
1.3.1. La prehistoria.-----	5
1.3.2. Las civilizaciones antiguas.-----	7
1.3.3. La revolución industrial.-----	11

### Capítulo 2. Fuentes alternas de energía.

2.1. Definición de fuentes alternas de energía.-----	35
2.2. Principales fuentes alternas de energía.-----	37
2.2.1. Biomasa.-----	37
2.2.2. Eólica.-----	39
2.2.3. Geotérmica.-----	42
2.2.4. Hidráulica e hidroeléctrica.-----	44
2.2.5. Hidrogeno.-----	46
2.2.6. Maremotriz.-----	47
2.2.7. Nuclear.-----	49
2.2.8. Solar.-----	52
2.3. Países que desarrollan tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía.-----	55
2.3.1. Países desarrollados.	
2.3.1.1. Países petroleros.	
2.3.1.1.1. Estados Unidos.-----	66
2.3.1.2. Países no petroleros.	

2.3.1.2.1. Alemania.	69
2.3.1.2.2. España.	75
2.3.1.2.3. Islandia.	76
2.3.2. Países en vías de desarrollo.	
2.3.2.1. Países petroleros.	
2.3.2.1.1. México.	77
2.3.2.2. Países no petroleros.	
2.3.2.2.1. Brasil.	86
2.3.2.2.2. Colombia.	89
2.3.2.2.3. China.	90
2.3.2.2.4. Etiopía.	98
2.3.2.2.5. Filipinas.	99
2.3.2.2.6. Kenia.	100
2.3.2.2.7. Namibia.	101
2.3.2.2.8. Sri Lanka.	103
2.3.2.2.9. Sudáfrica.	105
2.3.2.2.10. Turquía.	106
<b>Capítulo 3. El nuevo orden energético.</b>	
3.1. La consolidación de un nuevo orden energético basado en las fuentes alternas de energía.	108
3.2. El orden energético basado en fuentes alternas de energía y el uso eficiente de la energía por la industria.	
3.2.1. Países desarrollados.	128
3.2.2. Países en vías de desarrollo.	137
Conclusiones	142
Propuestas	155
Bibliografía	158

## **Introducción.**

El desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de las fuentes alternas de energía, tiene una importancia fundamental para las Relaciones Internacionales puesto que la energía, entendida como las fuentes energéticas, ha representado en el transcurso de la historia de la humanidad un elemento fundamental de desarrollo económico y tecnológico, así como fuente de conflicto y de cooperación social y cultural.

Debido a que el costo de fuentes de energía apoyadas en el petróleo irá aumentando, conforme disminuyan las reservas de este energético, es necesario que en todos los países se implanten programas para la generación de energía basados en fuentes alternas al petróleo, ya que estas promoverán el desarrollo económico de los países que las adopten como su base para el suministro energético, además de usar eficientemente los recursos naturales con los que se cuentan.

Es vital para preservar e incluso para la evolución del actual sistema económico estudiar este tema, puesto que si la fuente energética en la que está basado el actual sistema, el petróleo, empieza a escasear, y se sigue contaminando al planeta como se ha hecho hasta ahora y no se hace nada para solucionarlo, probablemente se sufrirá un grave retroceso económico y habrá graves desastres ambientales.

La energía ha sido y es fundamental para el desarrollo de la humanidad, esto se ve reflejado en que mientras más desarrollada esté una sociedad más energía requiere, sobre todo porque los avances tecnológicos en los que se basa el cambio de una etapa de desarrollo a otra, están fomentados con el fin de aprovechar la fuente de energía más abundante en cada una de ellas.

La etapa en la que nos encontramos se caracteriza por una alta industrialización y por una alta tasa de crecimiento de la población, por lo que se demanda un aumento constante en el suministro de energía, debido a lo cual se plantea el problema de satisfacerla con las fuentes tradicionales.

Ya que en el presente las fuentes principales de energía son el petróleo y el carbón, y se estima que las reservas del primero se agotarán en 40 ó 50 años, y el segundo es altamente contaminante, se hace evidente la urgente necesidad de desarrollar la tecnología para el mejor aprovechamiento de fuentes alternas de energía.

La preocupación de disminuir la dependencia del petróleo no es nueva, ya desde 1973 cuando se produjeron sucesos importantes en el mercado del petróleo a nivel mundial, los cuales se manifestaron en los inmediatos años posteriores en un encarecimiento notable de esta fuente de energía, surgieron temores sobre el suministro y precio futuro de la energía. Como consecuencia los países consumidores, enfrentados a los altos costos del petróleo y a una dependencia casi total de este energético, tuvieron que modificar costumbres y buscar opciones para reducir la dependencia a este. Entre las opciones se reconsideró el mejor aprovechamiento de energías alternas como: la energía solar, eólica, hidráulica y las diversas formas de biomasa.

A mediados de los años setentas, múltiples centros de investigación en el mundo retomaron viejos estudios, organizaron grupos de trabajo e iniciaron la construcción y operación de prototipos de equipos y sistemas operados con energéticos alternos.

En la década de los ochentas, aparecen evidencias de un aumento en las concentraciones de gases que provocan el efecto de invernadero en la atmósfera terrestre, las cuales han sido atribuidas, en gran medida, a la quema

de combustibles fósiles. Esto trajo como resultado una convocatoria mundial para buscar alternativas para la reducción de las concentraciones actuales de estos gases, lo que llevó a un replanteamiento de la importancia que pueden tener las energías alternas para crear sistemas de desarrollo durable.

Actualmente el problema de los energéticos se relaciona más bien con problemas ambientales, de salud y de economía, y no propiamente de escasez, lo cual no quiere decir que en el futuro el problema central no sea éste.

Todos los países, los desarrollados y los que están en vías de desarrollo, petroleros o no, para prever que no pase lo mismo que con las anteriores etapas donde se dieron luchas armadas por el control del energético principal (el petróleo) y el grupo social que lo controlaba determinaba los objetivos de su utilización: para alienar, dominar o liberar al hombre; deben desarrollar la infraestructura necesaria para aprovechar al máximo las fuentes alternas de energía, ya que en muchos de ellos existen recursos energéticos alternos que son abundantes y variados.

El impedimento principal para el pleno desarrollo de las fuentes alternas de energía es de carácter político, es decir que el petróleo como fuente principal de energía en la que se basa la economía ha tenido y sigue teniendo una consolidación fuerte en la mayoría de los Estados, debido a que su costo es más bajo que el otras fuentes energéticas, esto es gracias a incentivos fiscales y subsidios por parte de los gobiernos a nivel mundial y a que sus efectos como son el daño ambiental y a la salud no han sido incluidos en él. Pero si se retiran todos los incentivos y todos los efectos son reconocidos el costo del petróleo subiría considerablemente y su atractivo sería mucho menor.

Por lo que se requiere un cambio de fondo en lo político para desalentar la industria petrolera a favor de otras fuentes de energía. Muchos países principalmente los desarrollados y no petroleros ya han quitado esas trabas políticas permitiendo que parte de su industria se base en la energía alterna.

El desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía y su aplicación es más avanzado en los países desarrollados porque el dinero que se puede destinar a la investigación e infraestructura en este sector es mayor, pero en cualquier país se pueden crear acuerdos entre el Estado y los inversionistas privados, nacionales o extranjeros, en los que en un principio existan incentivos para que los inversionistas recuperen su inversión inicial y puedan tener las condiciones necesarias para que sus productos energéticos sean competitivos; el Estado debe de intervenir en estos acuerdos, como el rector, que es, del desarrollo nacional, para garantizar que se respeten las leyes y para que el producto no llegue con un alto costo a los consumidores finales.

Con la ejecución de este tipo de acuerdos en todos los países, paulatinamente se va a dar un nuevo orden energético a nivel mundial, ya que se va a sustituir el petróleo por las fuentes alternas de energía, no porque se haya agotado sino más bien por falta de compradores.

En la presente investigación se pretenden analizar las causas, la forma y los efectos del cambio en el actual orden energético basado en el desplazamiento del petróleo por fuentes alternas de energía.

Probar que van a disminuir más rápido los compradores de petróleo que las reservas de éste, porque las fuentes alternas de energía van a ser más baratas y limpias.

Prevenir a los países en vías de desarrollo, petroleros o no, de que si no empiezan a invertir en la investigación y desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía, los países que ya lo están haciendo, principalmente países desarrollados no petroleros, van a controlar el suministro energético y les van a vender la tecnología o la energía a altos costos.

Dar una propuesta para la investigación, el desarrollo y el financiamiento de la tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía en países en vías de desarrollo, como México.

Las condiciones están dadas para que se dé un cambio en el orden energético basado en el desplazamiento del petróleo por las fuentes alternas de energía; dado que la demanda de energía por parte de la industria será absorbida por las fuentes alternas de energía, este nuevo orden energético no estará basado principalmente en una fuente alterna de energía, sino más bien en un modelo en el que existan diversas fuentes de energía equilibradas para satisfacer la creciente demanda de energía, según la disponibilidad de recursos energéticos alternos de cada país, aunque habría algunas que no se incluirían en el modelo, como la basada en el uranio (la energía nuclear) puesto que es sucia y podría ser usada para fabricar armas.

El desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía ayudará a resolver el problema que existe entre contaminación ambiental y la necesidad de aumentar la producción de energía.

En los países en vías de desarrollo este orden energético se consolidaría más rápido que en los países desarrollados, debido a la creciente demanda en el suministro energético, a su menor dependencia a la industria convencional y su abundancia de recursos naturales.

Sí los países en vías de desarrollo no empiezan a invertir en la investigación y el desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía, los países desarrollados que ya lo están haciendo los dejarán muy atrás y tendrán el control de esa tecnología, que se las venderán a altos costos, lo que retrasará aún más su desarrollo porque la energía es base de la industrialización.

## Capítulo 1. La energía.

### 1.1. Definición de energía.

Antes de describir los órdenes energéticos que se han tenido a lo largo del desarrollo de la humanidad es necesario definirla.

La energía se define como “la capacidad o aptitud que tiene un cuerpo para realizar un trabajo”<sup>1</sup>, la cual se “puede poner de manifiesto mediante el movimiento (energía cinética) o almacenarse potencialmente para producir un trabajo (energía potencial)”<sup>2</sup>.

Aun siendo única, la energía puede presentarse en diversas formas: “la radiante, la de la gravitación, la mecánica o de fuerza viva, la cohesión, la térmica, la luminosa, la eléctrica y la química”<sup>3</sup>. Existe también la posibilidad de que éstas se transformen entre sí, pero respetando el principio de la conservación de la energía; es decir, que la energía se mantiene constante y, por lo tanto, no puede existir creación o desaparición de energía, sino transferencia de un sistema a otro o transformación de energía de una forma a otra.

La definición anterior es la que nos da la Física o la Química, esta es aceptada universalmente; en cambio, para las Ciencias Sociales “en cualquier punto determinado del tiempo, la energía se define como la capacidad de acelerar el modo existente de evolución”<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Acosta, Alonso; *Introducción a la física*. Ediciones Cultura, Bogotá, 1978, p.139.

<sup>2</sup> Choppin, Gregory; *Química*; Publicaciones Cultural S.A., México, 2000, p. 6.

<sup>3</sup> Delfín Figueroa, Manuel; *Química General Elemental*, Editorial Porrúa, México, 1996, p. 47.

<sup>4</sup> Lerner; Erick; “La Energía en el Desarrollo Humano II”, *Energía del Fuego al Átomo*, México 1981, núm. 2. p. 18.

## 1.2. La importancia de la energía para la humanidad.

El uso de la energía siempre ha sido necesario, el hombre ha utilizado, además de su propio esfuerzo físico el de algunos animales domésticos, la fuerza del viento, del fuego, de las corrientes de agua y de los combustibles fósiles para obtener energía mecánica.

Existe una estrecha relación entre las formas de la energía y las diversas etapas de desarrollo de la humanidad, ya que a lo largo de la historia ha sido tanto un valor de cambio como una medida para definir las relaciones de producción sociales y económicas, entre los sectores que generan las distintas mercancías. “Permite desentrañar también en un mismo modelo de producción -por el uso de la energía empleada- las diferencias económicas fundamentales y características esenciales que gobiernan, en ese modelo específico, las formas primarias y especulativas de acumulación”<sup>5</sup>.

Al igual que la energía, el desarrollo tecnológico juega un papel fundamental para la humanidad, ya que sin ellos la sociedad no hubiera podido pasar de una etapa a otra; es decir, que la sociedad a lo largo de su evolución ha usado la energía en formas más concentradas gracias a la tecnología con la que se cuenta para este fin; estos factores también han determinado la organización social y los modos de producción en cada etapa.

Además, la disponibilidad de los recursos energéticos es uno de los factores más importantes en el desarrollo tecnológico de las naciones; el cual a su vez, determina la utilización de ciertos tipos de energía y, por lo tanto, la disponibilidad de ese recurso.

---

<sup>5</sup> Alponete, Juan María; Energía y Desarrollo, [www.analitica.com/vas/1999.1.2.3/articulos](http://www.analitica.com/vas/1999.1.2.3/articulos), p. 14

La energía ha cobrado mayor importancia de una etapa de desarrollo de la humanidad a otra, debido a que el consumo de energéticos ha ido en aumento como resultado del “incremento de la población mundial, de la utilización cada vez mayor de productos tecnológico y del crecimiento económico”<sup>6</sup>.

También la energía es fundamental para el crecimiento económico de la sociedad en cualquiera de sus etapas; el consumo de energía y el uso eficiente que se le da a los energéticos reflejan qué tan industrializado está un país.

En la etapa actual de la sociedad el acceso a energéticos determina, como en las anteriores, el modo de producción; “los países que tienen energía abundante y barata, como Canadá y Noruega, han podido desarrollar preferentemente las industrias electro-intensivas, mientras que países de gran costo energético, como Japón, han optado por industrias de alto contenido tecnológico; este país, dotado de pobres recursos naturales energéticos, ha seguido una política de precios que refleja totalmente los valores de la energía importada, registrando así un coeficiente de intensidad energética igual a 0.46, que es uno de los más bajos entre los países industrializados”<sup>7</sup>.

“La energía mueve hoy al mundo. De la cocina a las industrias del transporte a la farmacéutica”<sup>8</sup>, nuestra vida cotidiana está relacionada con la energía en cualquiera de sus formas.

---

<sup>6</sup> Morones, Rubén; “La energía nuclear; una solución al problema de los energéticos”, *Ingenierías*, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad de Nuevo León, Vol. 5, núm. 5, Abril-Junio de 2002, p. 6.

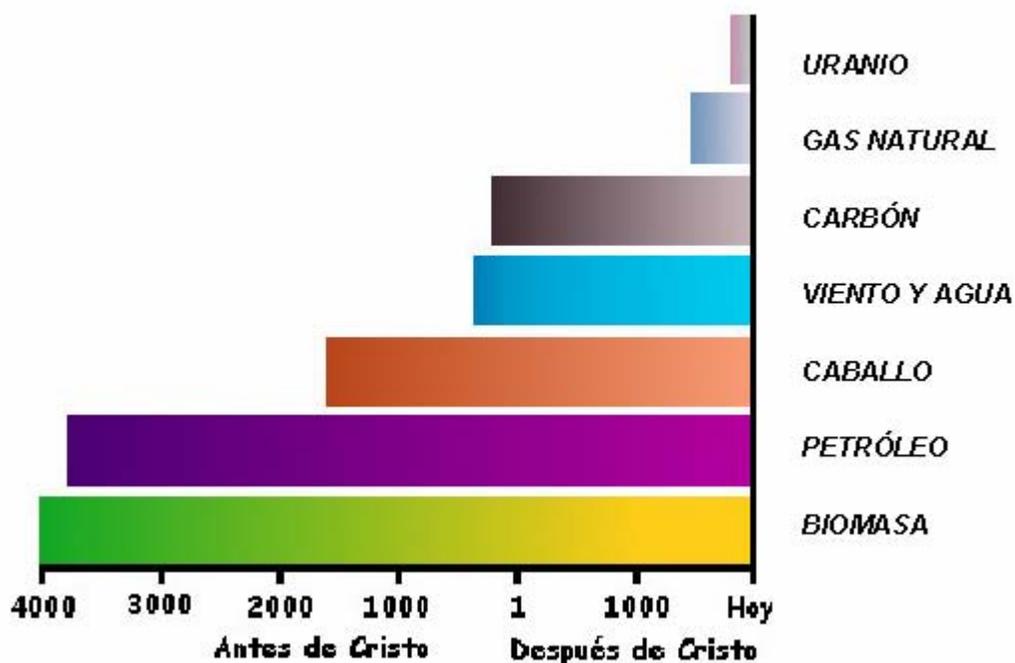
<sup>7</sup> Guadagni, Alieto Aldo; “La revolución energética: el rol de la sustitución del petróleo y la conservación de energía”, *Desarrollo Económico, Revista de Ciencias Sociales*, Instituto de Desarrollo Económico y Social, Vol. 24, núm. 95, Buenos Aires, octubre-diciembre 1984, p. 5.

<sup>8</sup> Páez, Alejandro; “Para usted para todos”, *Energía hoy*, El despertador, S.A. de C.V. México, abril de 2004, núm. 1. p. 18.

### 1.3. Los órdenes energéticos en la historia.

La humanidad ha pasado por diversas etapas de desarrollo regidas por diferentes órdenes energéticos.

El orden energético está determinado por la fuente de energía básica y los mecanismos de aprovechamiento de esta con los que se cuenta en cada etapa.



Fuente: <http://www.explora.cl/otros/energia/tiempo.html>

A lo largo de la historia el hombre buscó fuentes de energía que le permitieran sobrevivir y expandir su población, fue evolucionando materialmente, creando, descubriendo e inventando cosas que le permitieron vivir cada vez mejor.

### 1.3.1. La prehistoria.

#### Caza, pesca y recolección.

Estas actividades corresponden a la etapa histórica denominada paleolítico (3000000 a 10000 antes de Cristo a.C.), que “comprende desde la aparición del ser humano hasta la práctica de la agricultura y la domesticación de animales; ahí es cuando cambia su forma de vida de nómada a sedentaria”<sup>9</sup>.

El principal energético era la energía bioquímica contenida en los alimentos, esto explica su organización social nómada y el dividir las tareas en caza, pesca (realizadas por los hombres) y recolección (llevada a cabo por las mujeres y los niños). En esta etapa el hombre se alimentaba con todo lo comestible y vivía en cualquier lugar habitable.

Con el transcurrir del tiempo el ser humano tuvo la necesidad de elaborar instrumentos que permitieron un mejor aprovechamiento de las fuentes de energía a su alcance.

#### El fuego.

Cuando estas sociedades empiezan a utilizar el fuego, aproximadamente 60000 a.C., su suministro energético aumenta, dado que se amplían sus fuentes de energía más allá de lo que le daban los alimentos y el sol. “Inicialmente el fuego sirve sólo para un calentamiento complementario respecto al sol y, posteriormente para cocer los alimentos”<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> Nueva Enciclopedia Temática; *Tomo 8*. Impresora y Editora Mexicana S.A. de C.V. México, 2002, p.26.

<sup>10</sup> Zozoli, Giovanni; *El dilema energético*. H. Blume, Madrid, 1978, p. 15.

Como los medios para proporcionar fuego, al principio, eran limitados, como el “recoger brasas que quedaban después de los incendios naturales causados por los rayos”<sup>11</sup>, se hacía necesario e imprescindible mantenerlas siempre encendidas, conservaron el fuego en las cavernas, tanto de día como de noche. Todavía no sabían encenderlo ni alimentarlo con combustibles.

Pero por más que lo cuidaran era muy probable que nuevamente lo perdieran, y había que esperar que otra vez la naturaleza les brindara la oportunidad de volver a conseguirlo. A raíz de esta necesidad, se nombraron guardianes del fuego. “En Roma existió la orden sacerdotal de las vestales que cuidaban del fuego sagrado. Si una vestal dejaba apagar el fuego sagrado era sepultada viva en castigo”<sup>12</sup>.

Al tener el fuego el hombre comenzó a descubrir sus aplicaciones, lo usaban para: calentar las cavernas donde vivían (lo que permitió al hombre colonizar territorios en los que la temperatura era muy baja), volver digeribles algunas partes de los animales que cazaban (gracias a esto aumentaba la energía extraída de los animales), endurecer las puntas de sus lanzas (lo que aumentaba la eficiencia de sus herramientas), comunicarse a distancia (por medio del humo de sus fogatas), logró construir piezas de alfarería, vasos, vasijas y recipientes (al prestar atención a la tierra endurecida en derredor de las fogatas, comenzó a trabajar en barro, moldear y luego mediante la cocción sobre el fuego).

Con la transición de una etapa de desarrollo a otra el hombre fue logrando avances y comodidades; utilizando el fuego para alumbrarse en las horas de oscuridad, con lámparas y velas. Y también lo usó para hacer

---

<sup>11</sup> Mohedano Córdoba, José Eduardo; “El fuego”, *Red Científica*, Madrid, No. 47, enero de 2003, p. 1.

<sup>12</sup> Nueva Enciclopedia Temática; *Tomo 8*. Impresora y Editora Mexicana S.A. de C.V. México, 2002, p. 454.

funcionar las fraguas, los hornos, derretir metales y lograr la fabricación de diversos elementos, desde el pan hasta las herraduras de los caballos o las fabricaciones de lozas y porcelanas, pasando por una gran variedad de productos.

“Hace tan sólo unos 10000 años, los hombres se independizaron de los rayos, y aprendieron a encender el fuego frotando un palito contra otro, lo que permitió aumentar su eficacia (al mejorar la relación entre el tiempo de uso y el de funcionamiento) y su movilidad”<sup>13</sup>.

### **1.3.2. Las civilizaciones antiguas.**

#### **La agricultura y la ganadería.**

Cuando el hombre empezó a cultivar plantas y a criar ganado pasó a otra etapa de desarrollo volviéndose sedentario, construyó albergues para él y para sus animales. En esta etapa el hombre empieza a controlar su suministro energético.

Se estima que el origen de la agricultura en el Neolítico (10000 a 3000 a. C.), se sitúa aproximadamente “hace diez mil años entre los pueblos de la Mesopotamia y de Egipto, y se repitió más tarde, como efecto de la difusión o desarrollos independientes en la India (6000 a.C.), en China (5000 a.C.), en África (3000 a.C.) y en América (2500 a.C.)”<sup>14</sup>. La etapa agrícola se desarrolló aproximadamente de 10000 a.C. hasta la llegada de la era industrial en el siglo XVIII.

---

<sup>13</sup> Mohedano Córdoba, José Eduardo; “El fuego”, *Red Científica*, Madrid, No. 47, enero de 2003, p. 3.

<sup>14</sup> Ribeiro, Darcy. *El proceso Civilizador*, Círculo do Livro, Sao Paolo, 1985. p. 19.

Las primeras sociedades sedentarias favorecieron el desarrollo de asentamientos permanentes, así como de nuevas técnicas y materiales para cocinar y almacenar alimentos. La agricultura fue una necesidad impuesta por el aumento de la población y el cambio climático, ya que después de la última glaciación la caza, la pesca y la recolección empezaron a escasear, lo que forzó a las sociedades nómadas a buscar espacios permanentes y estables.

La domesticación de animales se realizaba de forma simultánea al cultivo de plantas, esta cumplía dos funciones básicas: garantizar el suministro de carne sin depender de la caza, y la utilización de los animales como fuerza de tiro.

Ya con el control del fuego y la domesticación de animales los hombres empezaron a explorar más profundamente las cuevas que antes habitaban, encontrando minerales.

Aproximadamente hace 6000 a.C. algunos pueblos comenzaron a utilizar los metales para fabricar diversos objetos de uso diario. “Al principio trabajaron los metales más blandos. Descubrieron que los metales se pueden fundir iniciando así la metalurgia que les permitió unir el cobre con el estaño y producir el bronce, metal mucho más duro”<sup>15</sup>. Al ir perfeccionando sus técnicas les fue posible hacer objetos de mejor calidad y utilizar metales más duros como el hierro.

Las herramientas producidas en las sociedades metalúrgicas, principalmente con hierro, permitieron hacer más eficiente la actividad agraria; por ejemplo, con la construcción de los arados.

---

<sup>15</sup>Nueva Enciclopedia Temática; *Tomo 6*. Impresora y Editora Mexicana S.A. de C.V. México, 2002, p. 62.

“El arado apareció alrededor de 3500 a.C. en las civilizaciones del Oriente Medio. Los pueblos de la Mesopotamia, ubicada entre el Éufrates y el Tigris”<sup>16</sup>. Los ríos que fertilizaban el suelo, permitían a los asirios y caldeos, dedicarse a la agricultura. Fueron los primeros en usar la rueda, y luego se usaron los primeros arados.

Al principio los arados eran de madera o formados por una rama de forma adecuada y a tracción humana. A veces se realizaban con ramas en formas de horquillas, tirados por un animal o una persona, para abrir el surco en la tierra. En el año 3000 a.C. comienzan a emplear bueyes para tirarlos. Los romanos introdujeron el arado con una cuchilla de hierro y lo tiraban bueyes. En la Edad Media, se comenzó a usar el arado de rejas y cuchillas.

Estos grupos sedentarios posteriormente darían origen a grandes civilizaciones.

### **La esclavitud.**

Gracias a la agricultura y a la domesticación de animales la población y su complejidad iba en aumento por lo que requería más energía y “la solución más fácil, más inmediata venía dada por el aprovechamiento máximo de la energía muscular del hombre. Pero para obligarlo a trabajar hasta el límite de sus fuerzas había que privarlo de la libertad de decidir por si mismo”<sup>17</sup>, así es como surge la esclavitud, definida como “estado o condición de un individuo sobre el cual se ejercen los atributos del derecho de propiedad o alguno de ellos”<sup>18</sup>.

---

<sup>16</sup> Enciclopedia Quillet; *Tomo IV*. Gráfica Impresora Mexicana S.A., México, 2004 p. 341.

<sup>17</sup> Zozoli, Giovanni; *El dilema energético*. H. Blume, Madrid, 1978, p.17.

<sup>18</sup> Hernández-Vela Salgado, Edmundo; *Diccionario de política internacional*, Editorial Porrúa, México, sexta edición, 2002, tomo I, p. 430.

En este sistema de producción muchos hombres (los esclavos) eran obligados a utilizar su energía al servicio de un número reducido de hombres libres; los esclavos son “toda persona sobre la que se ejercen todos o parte de los poderes atribuidos al derecho de propiedad”<sup>19</sup>.

En esta etapa la evolución de los mecanismos para el aprovechamiento de fuentes energéticas estuvo estancada, puesto que al tener una fuente de energía tan fácil de encontrar y barata, como lo era el esclavo, no había incentivos para desarrollar substitutos energéticos de la energía humana.

La esclavitud formó parte de la base económica en civilizaciones de la antigüedad desde los Asirios y Babilonios (Mesopotamia, Egipto, China, India, Fenicia, Persia, Grecia) hasta las civilizaciones clásicas, los Romanos. Y en el feudalismo seguía siendo parte importante de la economía aunque ya era en forma de semiesclavitud, porque el siervo tenía que entregar casi toda la cosecha al señor feudal quedándose sólo con una pequeña parte necesaria para sobrevivir.

La proliferación y aceptación de la esclavitud se debió a las exigencias de las estructuras sociales, cada vez más complejas.

Como se menciona anteriormente, durante siglos el hombre apenas contó con otro tipo de energía que no fuera su propia energía muscular; las que podíamos considerar como principales actividades como la molienda, la confección de tejidos, la forja de los metales, entre otras, requerían de grandes esfuerzos humanos para su desarrollo, por lo que se recurría con frecuencia al empleo de esclavos.

---

<sup>19</sup> Hernández-Vela Salgado, Edmundo; *Diccionario de política internacional*, Editorial Porrúa, México, sexta edición, 2002, tomo I, p. 430. p 437.

Cuando el imperio Romano decayó disminuyó la principal fuente de energía, constituida por sus prisioneros de guerra; esta vez la solución fue la innovación de los mecanismos de aprovechamiento y ahorro de energía, así como para retomar el uso de otras fuentes como la rueda hidráulica y los molinos de viento.

Cuando el sistema feudal se afianza llega a prevalecer la organización comunal, en donde se concentra la producción haciendo posible nuevas disposiciones energéticas, gracias a la actividad comercial y financiera entre los feudos.

### **1.3.3. La revolución industrial.**

Antes de la revolución industrial (siglo XVIII) el 100% de las actividades económicas se habían desarrollado con relación a la agricultura. En esta etapa se comienza a utilizar la energía no muscular.

La revolución industrial es el proceso de evolución que conduce a una sociedad desde una economía agrícola tradicional hasta otra caracterizada por procesos de producción mecanizados para fabricar bienes a gran escala. Este proceso se produce en distintas épocas dependiendo de cada país.

En la segunda mitad del siglo XVIII, en Inglaterra, se detecta una transformación profunda en los sistemas de trabajo y en la estructura de la sociedad, siendo esto el resultado de un crecimiento y de unos cambios que se han venido produciendo durante los últimos cien años. Se pasa del viejo mundo rural al de las ciudades, del trabajo manual al de la máquina.

Con la sociedad industrial se amplió el escenario energético; en esta etapa los mecanismos de aprovechamiento energético tuvieron un gran

adelanto; y también toma forma el capitalismo, que es el “sistema económico basado en la propiedad privada de los medios de producción; en la fluctuación de los precios; en el equilibrio entre producción y consumo, logrado por los movimientos de oferta y demanda en el mercado; en la división social entre propietarios y asalariados; y en la búsqueda de ganancias”<sup>20</sup>

Las máquinas son perfeccionadas y cada vez más eficientes, la primera máquina con esas características es la rueda hidráulica, pero ésta hacía rígida la localización de las industrias limitándolas a donde existiese un curso de agua con características adecuadas para extraer energía.

Aunque la rueda hidráulica era conocida por el hombre desde hace unos 5000 años, el pueblo sumerio disponía de molinos movidos por agua, también los griegos y los romanos emplearon estas ruedas; fue en la Edad Media cuando el empleo de este mecanismo de aprovechamiento energético se extendió de forma masiva a la mayor parte de oficios conocidos como: el de molinero, tejedor, forjador de metales o herrero, serrador; este mecanismo supuso la primera liberación del hombre, con respecto al trabajo bruto; sin embargo, y por su papel sustituto de la mano de obra, su implantación estuvo muchas veces rodeada de controversia y retrasos en su aplicación. Por esta razón la rueda hidráulica constituyó una revolución tecnológica comparable a la que se produciría mas tarde con la aplicación del vapor, la electricidad o la energía atómica.

Otro mecanismo perfeccionado en esta etapa es el molino eólico. El viento ya era usado en la antigüedad como motor en las embarcaciones. “Hay quienes afirman que el primero de estos molinos surgió en Seistán, Persia (hoy Irán), aunque parece que existen indicios anteriores de su existencia en la isla

---

<sup>20</sup> Hernández-Vela Salgado, Edmundo; *Diccionario de política internacional*, Editorial Porrúa, México, sexta edición, 2002, tomo I, p. 104.

griega de Miconos”<sup>21</sup>. Estos molinos eran utilizados para bombear agua y regar tierras.

Los molinos de viento se instalaron rápidamente en Europa. Por un lado, llegaron al norte de África y a España, y por otro, al norte de Europa, a través del Mar Caspio.

“A principios del siglo XIII los molinos eólicos invaden toda Europa. Y es precisamente al final de este siglo cuando aparecen los famosos molinos holandeses usados para bombear agua”<sup>22</sup>; cabe señalar que otra aplicación importante de estos molinos fue para la molienda de granos.

### **El carbón**

Aunque el carbón era conocido desde la antigüedad, no tenía el mismo uso que en la Edad Media, ya que antes se usaba para calefacción y en esta etapa es necesario para fundir los metales que se van a utilizar en la creación y el perfeccionamiento de las máquinas; si embargo, el uso del carbón para la producción de hierro era aún limitado por la falta de hornos aptos para su combustión y la dificultad de extraerlo en grandes cantidades, estos obstáculos son rebasados gracias a la siderurgia.

Desde los primeros años del siglo XVII comienza a escasear la madera, preocupados deciden encontrar otro combustible y consiguen producir acero utilizando carbón como combustible. Otro de los grandes avances consistió en utilizar la máquina de vapor para inyectar aire al fuego, aumentando la

---

<sup>21</sup> Grimberg, Carl; *El alba de las civilizaciones*. Daimon, Barcelona, 1967, p. 54.

<sup>22</sup> Tonda Mazón, Juan; *El oro solar y otras fuentes de energía*. Fondo de Cultura Económica, 1993, México, p. 4.

temperatura de la combustión y permitiendo mayor temperatura en menor tiempo con menor combustible.

Así pues el carbón se impone, los centros industriales empiezan a establecerse en las cercanías de las minas, y construyen sus máquinas y rieles de las vías férreas con hierro. Nace así la industria siderúrgica, convirtiéndose el hierro en material imprescindible. Se dan constantes innovaciones técnicas en el progreso de la aplicación de las máquinas de vapor.

Los índices de producción de hierro fundido y acero señalan la jerarquía de las potencias industriales; en esta etapa la supremacía era de Inglaterra, debido a que empleaba nuevos procedimientos en la industria y ya no importaba minerales.

El ritmo al que crecía el consumo incrementó los ritmos de extracción, posibilitados, a su vez, por los nuevos avances.

En el siglo XVIII se produjeron tres importantes cambios más, que sirvieron para consolidar el sistema capitalista:

\*La Ilustración

\*El inicio de la destrucción de las antiguas formas monárquicas de tipo absolutista, para dar paso a la "igualdad entre los hombres".

\*La transformación en la técnica de la producción, a la que se le ha llamado Revolución Industrial y por la cual mediante el empleo de las máquinas, se establecieron mejores condiciones para la industria, que pudo contar con mayores volúmenes de producción con el fin de satisfacer la demanda de los amplios mercados existentes en aquel entonces. Siendo este un cambio energético.

En este siglo están ya presentes todos los elementos de la técnica minera moderna, pero se filtraban grandes cantidades de agua en las minas de carbón por lo que se requerían bombas cada vez mejores para la extracción de agua.

El perfeccionamiento de la bomba de vapor por James Watt en 1705 constituyó el antecesor de los motores de vapor. "La Máquina de Watt encontró en pocos años aplicaciones en la industria para mover telares, laminadoras y todo tipo de máquinas"<sup>23</sup>. Las máquinas impulsadas por el motor de vapor tienen una gran ventaja (para el desarrollo de las sociedades industriales) sobre la rueda hidráulica, el que la localización de la industria sea más libre, pero la zona industrial se sigue orientando a zonas donde hay disponibles fuentes de energía térmica, basada en el carbón, que encuentra así otra aplicación diferente a la siderurgia.

Otra aportación de este motor se da en la innovación en los transportes tanto en la tierra como en el mar. "Entre 1813 y 1829 George Stephenson construye el prototipo de la locomotora a vapor"<sup>24</sup>, y posteriormente se da el desarrollo de los rieles. Por el incremento en la demografía y la complejidad de la sociedad inclinada hacia el capitalismo, en todas partes había mercaderías que tenían que ser transportadas rápidamente y con seguridad de un lugar a otro, así como personas que querían viajar cómodamente y con rapidez; la locomotora a vapor tuvo gran aceptación y las vías un rápido crecimiento, lo que repercutió en la demanda de carbón en el primer caso por que era utilizado como su combustible y en el segundo era necesario para fabricar el acero para las vías.

---

<sup>23</sup> Zozoli, Giovanni; *El dilema energético*, H. Blume, Madrid, 1978, p. 21.

<sup>24</sup> Mi primera enciclopedia; *Tomo 10*, Novaro, México, 2004, p. 28.

El uso de estas máquinas térmicas, más eficientes, más baratas y que podían funcionar continuamente, trae como consecuencia que se preste menos atención al uso de los mecanismos eólicos. A finales del siglo XVIII y durante todo el XIX, el aprovechamiento de la fuerza de los vientos quedó relegado por otra fuente de energía, el carbón, salvo unas excepciones, “como las turbinas con aspas de madera y después de acero, diseñadas por Daniel Halladay y Stuart Perry a finales del siglo XIX”<sup>25</sup>.

El desarrollo del capitalismo lleva a las principales potencias a luchar por el control de los mercados y las materias primas, lo que incrementó su arsenal bélico. Se inicia así la carrera armamentista. Cada nuevo instrumento de guerra exige más acero y por lo tanto más carbón.

El orden energético basado en el carbón durante el siglo XIX se pone de manifiesto con la evolución de su producción en el ámbito mundial, la cual crece regularmente año tras año durante ese siglo.

### **Hidrocarburos.**

Aunque la formación del petróleo se dio en épocas milenarias y “la técnica de perforación del suelo para permitir aflorar petróleo y gas natural era aplicada en el 2500 a.C.”<sup>26</sup>; se lo comienza a utilizar aproximadamente hace unos 200 años como energético básico, ya que anteriormente no existía incentivo alguno para su utilización.

“El petróleo es una sustancia oleosa de color muy oscuro compuesta de hidrógeno y carbono, y se le llama hidrocarburo. Puede hallarse en estado

---

<sup>25</sup> Tonda Mazón, Juan; *El oro solar y otras fuentes de energía*, Fondo de Cultura Económica, 1993, México p. 6.

<sup>26</sup> Zozoli, Giovanni; *El dilema energético*, H. Blume, Madrid, 1978, p. 33.

líquido o en estado gaseoso. En estado líquido es llamado aceite "crudo", y en estado gaseoso, gas natural. Su origen es de tipo orgánico y sedimentario. Se formó como resultado de un complejo proceso físico-químico en el interior de la tierra, que, debido a la presión y las altas temperaturas, se van descomponiendo las materias orgánicas que estaban formadas especialmente por fitoplancton y el zooplancton marinos, así como por materia vegetal y animal, que se fueron depositando en el pasado en lechos de los grandes lagos, mares y océanos. A esto se unieron rocas y mantos de sedimentos. A través del tiempo se transformó esta sedimentación en petróleo y gas natural"<sup>27</sup>.

Las antiguas civilizaciones como las de los árabes y los hebreos empleaban el petróleo con fines medicinales. Y otros, como los fenicios y los egipcios, empleaban esta sustancia de diversas formas entre las cuales se encuentra el uso de sus propiedades impermeabilizantes en la reparación de embarcaciones para la navegación por los ríos.

Aproximadamente en el año 1850, se lo comenzó a comercializar más, debido al descubrimiento de nuevos usos y a las exigencias de la vida industrial. Por ejemplo, el asfalto no sólo se utilizó para impermeabilizar barcos, sino también para la creación de caminos. Así mismo, la parafina sirvió para la elaboración de velas para iluminación, el recubrimiento de quesos, las pomadas para calzado, entre otros. Al queroseno, desde ese entonces, se le comenzó a utilizar para la calefacción y la iluminación. El uso que constituía el mayor incentivo era la demanda de iluminación artificial en las fábricas por su alargada jornada de trabajo de trece o catorce horas diarias, que las fuentes energéticas utilizadas hasta ese momento no podían cubrir. Sin embargo, el verdadero auge de este energético se dio cuando a un industrial estadounidense le llegó a las manos una botella que se vendía como medicina pero que en realidad contenía petróleo, la mandó analizar y se descubrió que el petróleo es una mezcla de

---

<sup>27</sup> Diccionario; *El pequeño Larousse ilustrado*, Larousse, México, 2003. p. 731.

hidrocarburos. Por algunos años se trabajó en la técnica para la separación de los hidrocarburos.

“La industria petrolera comienza en 1859, cuando Edwin L. Drake perforó el primer pozo para extraer petróleo, con la finalidad de obtener abundante kerosene para la iluminación”<sup>28</sup>. En Rusia se perforaron los primeros pozos entre 1806 y 1819. En Canadá y en Alemania comenzaron las perforaciones en 1857. Desde entonces se ha ido introduciendo en todos los aspectos de la vida, actualmente, el petróleo representa el 40 % del consumo de energía mundial; en el transporte, la dependencia es mucho mayor, 90%.

En 1870 “John Davison Rockefeller realiza el primer intento de estructura vertical para el control integral del ciclo de producción del petróleo: no sólo la extracción, sino también el almacenamiento, transporte, refinado y distribución de los productos finales. La Standard Oil (Exxon Mobil actualmente), fundada por él servirá de modelo para las demás grandes compañías petroleras”<sup>29</sup>. Con esta empresa se delineó el camino en el que se va a desarrollar toda la historia de la industria petrolera. En 1899 la Standard Oil se desintegra, debido a una sentencia que la consideraba monopolio, y da origen a varias compañías, entre ellas la Standard Oil of New Jersey. El nombre Standard Oil llegó a estar unido a ocho compañías. “En 1931, Standard Oil Company of New York se fusiona con Vacuum Oil Company y forman Socony-Vacuum, que en 1966 pasa a denominarse Mobil Oil Corporation. Standard Oil (Indiana) absorbió a Standard Oil de Nebraska en 1939 la Standard Oil de Kansas en 1948, y fue renombrada Amoco Corporation en 1985. Standard Oil de California adquirió Standard Oil de Kentucky (1961) y cambió su nombre a Chevron Corporation tras fusionarse con Gulf (compañía texana) en 1984. Standard Oil Company (New Jersey) cambió su nombre a Exxon Corporation en 1972. British Petroleum Company PLC

---

<sup>28</sup> Ortiz Sánchez, Alonso; “Consideraciones sobre política petrolera mundial y nacional”, *Entornos*, núm. 13, México, 2005, p. 85.

<sup>29</sup> Zozoli, Giovanni; *El dilema energético*, H. Blume, Madrid, 1978, 34.

2002)<sup>30</sup>.

En 1873, por su parte, la familia sueca Nobel comienza las exploraciones en el área de Bakú (Azerbaiyán). En 1885 se les unen los Rotschild, mientras que la compañía holandesa Royal Dutch comienza el desarrollo de la industria en la isla de Sumatra (Indonesia). En 1892 Marcus Samuel funda Shell con el fin de transportar petróleo a través del canal de Suez.

Los motores a explosión fueron inventados en el año 1870 aproximadamente pero se les consideró sólo como una curiosidad. A partir del año 1910 comenzó su uso masivo. Por ello, a partir de esa poca, se modificó completamente el consumo mundial de petróleo. La principal causa que originó este cambio fue la producción continua del automóvil, que gracias a la cadena de montaje de Henry Ford, produjo un gran aumento en la producción de autos con motor a explosión y de esta manera se abarataron los costos haciendo más accesibles este tipo de vehículos.

A principios del siglo XX se descubren importantes zonas petroleras como Persia (Irán) en 1901. Ese mismo año comienza la explotación intensiva en Texas (Estados Unidos) llevada a cabo por las compañías Sun, Texaco y Gulf. En 1903 ocurre lo mismo en California (Standard Oil of California, SOCAL) y en 1905 en Oklahoma.

Se forman corporaciones que aún perduran: en 1907 se fusionan Shell y Royal Dutch y nace la Anglo-Persian (luego Anglo-Iranian, ahora BP) para explotar el petróleo persa. Exxon Mobil, RD/Shell y BP son las mayores compañías de petróleo.

---

<sup>30</sup> Ortega, Miguel Ángel; "La Política del petróleo y el dinero", *Fortuna*, México, año II, núm.18, julio 2004, p. 50.

“Otros importantes productores de petróleo comenzaron algunos años después sus respectivas industrias: México en 1910, Venezuela lo haría en 1922 e Irak en 1927”<sup>31</sup>.

En Europa nacen la AGIP italiana, que después Enrico Mattei volvería a fundar como ENI, la CFP francesa (1924), que es el origen de Total, que después formó (en 1999) la actual TotalFinaElf. En España se instaura el monopolio de petróleos (CAMPSA) en 1927 y nace CEPSA 1929), primera compañía petrolera privada española, que construiría la primera refinería española en Tenerife.

Aproximadamente en 1920 se consolidó el capitalismo abierto y competitivo, motivado principalmente por las grandes compañías petroleras, imperante hasta nuestros días.

Como se menciona anteriormente, en el siglo XIX existían grandes compañías dedicadas a la explotación del petróleo, y este competía con el carbón para ser considerado como la fuente básica de energía, pero es hasta después de la Primera Guerra Mundial cuando se desplaza el orden energético al dominado por el petróleo. Las causa de esto en primer lugar es la crisis económica de la década de los treinta y en segundo lugar la importancia e implantación del petróleo como fuente básica de energía.

A principios de la década de 1930 se dio una baja en los precios del petróleo debido a la recesión económica, pero a finales de esta el precio se elevó.

Más adelante comenzó a explotarse la industria del petróleo, que fue avanzando cada vez más hasta convertirse en elemento esencial para el

---

<sup>31</sup> Ortega, Miguel Ángel; “La Política del petróleo y el dinero”, *Fortuna*, México, año II, núm.18, julio 2004, p. 51.

desarrollo industrial y económico actual, puesto que la extracción, el almacenaje y el transporte de los derivados del petróleo resultan más baratos que el del carbón.

La exploración en Arabia Saudita la inicia la Standard Oil de California (Chevron) en 1933 y comienza la explotación en 1938.

El petróleo constituye uno de los más importantes energéticos que se negocian, con precios regulados internacionalmente.

La Segunda Guerra Mundial pertenece al orden energético dominado por el petróleo y la electricidad, principalmente utilizados por los alemanes; hacia su final entra también la energía nuclear usada por los estadounidenses, en los cohetes con cabeza nuclear. Pero el que se afianza es el petróleo debido a que era fundamental para la conducción de la guerra mecanizada. En esta guerra los alemanes pretendían llegar al Cáucaso para tener petróleo, pero los campos de Bakú fueron inutilizados antes de que lo lograran; Japón también buscaba petróleo.

“Esta experiencia, junto con la amenaza soviética, indujo a los dirigentes estadounidenses y sus contrapartes británicas y francesas a preferir el petróleo al carbón para activar la rápida reconstrucción de las industrias y sociedades europeas. Pero esta temible tarea y la creciente demanda estadounidense exigieron nuevas fuentes de petróleo”<sup>32</sup>.

Antes de la guerra Estados Unidos había abastecido el 90% de las necesidades petroleras de Europa; para 1948 el país se había convertido por primera vez en un importador neto del hidrocarburo. De este modo, la atención se concentró en Medio Oriente, que por sí solo poseía los inmensos recursos

---

<sup>32</sup> Maugeri, Leonardo; “No en nombre del petróleo”, *Foreign Affairs en Español*, Itam, México, Vol.3, núm. 3. julio-septiembre 2003, p. 56.

petroleros. Pero en la región se presentaban los siguientes fenómenos: el nacionalismo árabe, el anticolonialismo y el estallido del conflicto palestino-israelí, y la consecuente inestabilidad política que constituía un terreno fértil para la expansión de la influencia soviética. En respuesta, el gobierno de Truman formuló una estrategia de múltiples etapas que se codificó en la Resolución 138/1 del Consejo Nacional de Seguridad, a fin de garantizar los recursos petroleros para el mundo occidental.

En 1950 las compañías petroleras experimentaron una gran expansión, puesto que el precio se elevó, ya que el petróleo no alcanzaba a cubrir la demanda de la sociedad. La explotación de áreas petroleras en Argelia y Nigeria se da en 1956 y en Libia en 1959. Además, las compañías consolidaron su supremacía dentro de esta etapa, de modo que “los principales países exportadores de petróleo estaban siendo desarrollados casi exclusivamente por consorcios controlados por las grandes compañías con arreglos para la regulación de la oferta petrolera de estos países”<sup>33</sup>. Durante esos años los mayores productores de petróleo eran Estados Unidos, Unión Soviética y Arabia Saudita, mientras que el mayor consumidor era Estados Unidos.

Con la consolidación del orden energético basado en el petróleo se sientan las bases para una gestión de la política energética por parte de los países productores y las grandes compañías petroleras, esto es confirmado con la creación de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) en 1960.

A finales de los sesentas se descubrieron nuevas e importantes áreas de producción de petróleo. En 1968 se descubre petróleo en Alaska (Bahía Prudhoe), que no se explotará hasta 1977y en 1969 se descubre un área petrolera en Mar del Norte, su explotación inicia hasta 1975.

---

<sup>33</sup>Caamaño, Carvajal; “Explorando el pasado”, *El mundo del petróleo*, núm. 1, agosto-septiembre 2004, p63.

En la década de los setentas había varias fuentes de energía y tecnología desarrollada para su aprovechamiento (uranio, gas natural y petróleo), pero el orden energético estaba dominado por el petróleo, de 1948 a 1970 la demanda mundial aumentó cinco veces; el petróleo cambió la vida y el trabajo cotidianos en el mundo desarrollado al impulsar la motorización masiva, el mayor acceso a la electricidad y la propagación de los materiales sintéticos. “Por encima de todo, el petróleo originó el mayor salto económico que cualquier grupo de países hubiera experimentado en la historia moderna”<sup>34</sup>. Esta etapa de desarrollo económico dependió del energético barato y abundante proveniente de Medio Oriente.

Los abundantes suministros de petróleo de Medio Oriente hicieron bajar los precios, lo que intensificó el consumo e incrementó la dependencia de Occidente. A principios de la década de 1970, los productores estadounidenses extrajeron crudo sin restricciones para satisfacer la creciente demanda, se hizo caso omiso del mantenimiento de las reservas estadounidenses, lo que llevó a que Estados Unidos perdiera toda capacidad petrolera excedente.

Este orden energético durante la década de los setentas entró en crisis propiciado por la nacionalización de la industria de los países productores, las compañías multinacionales ya no controlaban al 100% las actividades relacionada con el petróleo; el consumo de energía barata, en el que se había basado el desarrollo del sistema capitalista industrial, tuvo su fin, ya que al aumentar el precio del petróleo aumenta el de las materias primas y de los productos derivados.

El aumento del petróleo se originó gracias a medidas que tomaron los países productores de este energético, principalmente los de Medio Oriente, al

---

<sup>34</sup> Maugeri, Leonardo; “No en nombre del petróleo”, *Foreign Affairs en Español*, Itam, México, Vol.3, núm. 3, julio-septiembre 2003, p. 58.

tratar de regular de una manera justa la actividad realizada por las grandes compañías que controlan la extracción, refinación y distribución del mismo en sus países; así el 15 de febrero 1971 se firma el acuerdo de Teherán que estableció condiciones más favorables para los países productores.

En las décadas posteriores, por el control de las zonas en las que se encuentran reservas petroleras se han librado conflictos, principalmente entre los países de Medio Oriente, pues la región tiene una gran importancia geopolítica y estratégica, como son los conflictos entre Irán e Irak, basados en el deseo del controlar el canal del Shat el Arab, y de la región del Golfo en general. El Shat el Arab es la única salida de los iraquíes hacia el Golfo. Para los iraníes, allí se encuentran situados dos de sus grandes puertos petroleros, puntos clave para sus exportaciones petroleras.

En 1975, el Thalwey, límite fronterizo, fue reconocido como frontera territorial entre Irán e Irak; sin embargo, esta situación no pudo mantenerse por mucho tiempo donde dos grandes eventos son los que impiden la resolución del problema irano-iraquí. En Irak el ascenso y la radicalización del Partido Baath y en Irán la revolución islámica del Ayatollah Jomeini, que constituyen otra crisis del orden energético, dado que interrumpe los suministros del Golfo Pérsico lo que propicio el alza de los precios del petróleo.

Este conflicto originó cambios en el equilibrio de poder de la época, por lo que se dio una alianza entre Irak y los países vecinos del Golfo, en particular con Arabia Saudita y Kuwait. Posteriormente, en una reunión de Consejo de Ministros de Asuntos exteriores provenientes de Qatar, Kuwait, Bahrein, Omán y por supuesto de Arabia Saudita, se contempló llevar a cabo una política conjunta que contrarrestara a fondo la revolución islámica iraní, es cuando estalla la Primer Guerra del Golfo Pérsico (1980 a 1990), que prolonga la crisis anteriormente mencionada. El gobierno jordano apoyó a Saddam Hussein

convirtiéndose en su ruta de abastecimiento petrolero y comercial, mientras Siria y Libia se aliaban con Irán. Posteriormente Irak comenzó a recibir más ayuda económica y militar por parte de Arabia Saudita y los Emiratos Árabes del Golfo.

La monarquía Saudita llegó a convertirse en el más importante adversario del fundamentalismo islámico iraní. Ello radicaba en que el conflicto se había convertido en gran medida en una guerra por el petróleo. Tanto Arabia Saudita como el gobierno iraní decidieron no fijar el precio internacional del petróleo en función de acuerdos anteriormente adoptados dentro de la OPEP porque no convenían a sus intereses.

Los Estados árabes apoyaban a Irak demostrando cierta unidad política frente al fundamentalismo acercándose entonces a los intereses estadounidenses.

Por el apoyo otorgado a Saddam Hussein por los Estados Árabes, particularmente de Kuwait, Irán decidió considerar a los buques de este emirato blancos de guerra, facilitándole al gobierno estadounidense el incrementar su presencia militar en la zona. En marzo de 1987 Estados Unidos y Kuwait adoptaron una política común al poner once buques petroleros bajo la protección de símbolos estadounidenses.

Para entonces los países árabes pidieron la intervención de la ONU que aprobó en 1987 la resolución 598 mediante la cual pide el alto al fuego en la guerra Irán-Irak, la retirada de todas las tropas estacionadas en las fronteras internacionalmente reconocidas y el intercambio de los prisioneros de guerra por parte de ambos bandos, pero no fue aceptada por las partes y la guerra continuó. Finalmente el 28 de agosto de 1988 terminó la Primera Guerra del Golfo, Irak perdió el 60% de sus inversiones contra el 40% de Irán; sin embargo

el régimen iraquí salía fortalecido al ver incrementado su prestigio en la región, y en particular su poderío militar.

El enfrentamiento ayudó a fortalecer el sentido de unidad política entre los países árabes y del iraquí en particular, pero “Saddam Hussein se encontraba preocupado por el hecho de que el contar con un ejército fortalecido pudiera ocasionar una conflagración interna en su contra o que una alianza árabe anti-iraquí pudiera disputarle la supremacía regional”<sup>35</sup> debido a que sin el Ayatollah Jomeini los Estados árabes del Golfo no contaban con esa amenaza y podían concluir su alianza, por lo que la unidad árabe corría el riesgo de romperse en el nuevo contexto regional que emergía después de la guerra.

Al término de la guerra, Irak se erige como un país militarmente poderoso, pero a la vez agotado por el esfuerzo económico que representó. El gobierno iraquí se enfrentaba a riesgos políticos y sociales al tener que llevar a cabo la desmovilización de toda una generación de jóvenes que desde los dieciocho años solamente se habían dedicado al oficio de la guerra y que por lo tanto tendrían dificultades para insertarse en la vida productiva del país.

El fin oficial de la guerra con Irán representaba el inicio del proceso de reconstrucción de la economía iraquí desde sus bases. Durante la guerra los bombardeos a las ciudades y a los centros industriales fueron recurrentes, y dejaron a la infraestructura industrial, a las redes de comunicación y a las ciudades en ruinas. El costo de la reconstrucción de Irak se estimó en 230 mil millones de dólares.

“En diez años de guerra con Irán, Irak había aniquilado 35 mil millones de dólares de reservas y había acumulado una deuda externa de 80 mil millones

---

<sup>35</sup>Ramazani, Roullank; “The foreign policy of Iran”, *Developing Nation in World Affairs*, University Press of Virginia, Charlottesville, 1966, p. 313.

de dólares. Para 1990 las líneas de crédito se detuvieron. Las líneas de crédito inglesas y las garantías ofrecidas por los gobiernos estadounidense y francés se paralizaron<sup>36</sup>. La escasez de crédito ponía en riesgo el proyecto militar iraquí y conllevaba el riesgo de que sus acreedores en conjunto exigieran una renegociación de la deuda externa iraquí que incluyera un control cuidadoso de la economía.

Al término de la guerra con Irán, los ingresos iraquíes por exportaciones petroleras sólo alcanzaban a cubrir el presupuesto militar. Era necesario para Irak alcanzar una renegociación favorable a su deuda externa. Las importaciones no militares eran de 12,000 millones de dólares, las importaciones militares equivalían a 5,000 millones de dólares, los compromisos por deuda externa representaban 5,000 millones de dólares y las remesas al extranjero enviadas por trabajadores inmigrantes representaban 1,000 millones de dólares. Ello significaba que el gobierno iraquí necesitaba 10,000 millones de dólares al año para financiar su déficit en cuenta corriente antes de poder pensar siquiera en reconstruir su país.

El gobierno iraquí realizó cambios en la estructura económica del país. Planeó un programa de privatizaciones y redujo las remesas al extranjero, controlando el monto de dinero que se les permitía enviar mensualmente a los casi dos millones de trabajadores inmigrantes. Sin embargo, como la mayoría de la economía iraquí estaba en manos del gobierno y como no existía un ambiente de confianza que atrajera inversión extranjera, el proyecto de privatización no fue viable desde un principio.

La única forma de elevar los ingresos de Irak era a través de un incremento de los precios del petróleo, cuya tendencia durante la década de los

---

<sup>36</sup>Ramazani, Roullank; "The foreign policy of Iran", *Developing Nation in World Affairs*, University Press of Virginia, Charlottesville, 1966, p. 29.

ochentas había sido de disminución, encontrándose en los niveles que tenía a inicios de la década de los setentas.

Una opción para incrementar los precios del petróleo era llevar en el marco de la Organización de Países Exportadores de Petróleo un estricto control de la producción de cada país miembro y reduciendo los volúmenes de petróleo exportado. Sin embargo, como se venía perdiendo la demanda del hidrocarburo en el mercado internacional de energéticos, y mediante la baja de los precios se podría revertir esa tendencia.

En el mismo seno de la OPEP, cada uno de sus miembros buscaba que su cuota de producción aumentara respecto de los demás, lo que hacía difícil que cada uno aceptara la propuesta iraquí. Además de ello, existía una sobreoferta de petróleo generada por la alta capacidad instalada. Es decir, que mientras el tope de producción que se había puesto la OPEP era de 22 millones de barriles diarios, la producción petrolera ascendía a 24 millones de barriles diarios, siendo Kuwait y los Emiratos Árabes Unidos responsables del 75% de la producción excedente.

Ante esos problemas, Hussein fue con los países violadores del sistema de cuotas y los amenazó con acciones militares si no le entregaban recursos frescos o le condonaban sus deudas contraídas durante la guerra con Irán. En 1990 Hussein anunció a los países asistentes a la cumbre del Consejo de Cooperación del Golfo que Irak necesitaba imponer una moratoria en el pago de su deuda y una aportación de 30,000 millones de dólares. Simultáneamente fueron movilizadas tropas iraquíes a la frontera con Kuwait.

El gobierno iraquí sostuvo que la caída sistemática en los precios del petróleo, de la que eran culpables, entre otros, los kuwatíes, había representado una disminución de 500,000 millones de dólares en los ingresos

de los países de la región; de los que 89,000 millones de dólares habían sido perdidos por Irak. También el gobierno iraquí afirmó que Kuwait había robado petróleo de sus pozos petroleros por lo que le debía 2,400 millones de dólares al gobierno iraquí. Llegando a afirmar que el gobierno de Kuwait había invadido parte del territorio iraquí.

Este conflicto en el Golfo Pérsico se presenta en un nuevo escenario internacional, en el que la URSS ya no se puede presentar como contrapeso a Estados Unidos. Sólo una década antes, a principios de los ochentas, las tensiones político-ideológicas entre los dos bloques habían llegado a su punto más crucial; esa época se caracterizó por una franca y abierta hostilidad ante la URSS, así como por una escalada armamentista, cuyo mayor alcance se proyectó en la Iniciativa de Defensa Estratégica, mejor conocida como Guerra de las galaxias, que sería emplazada en el espacio exterior.

El 2 de agosto de 1990 inició la Segunda Guerra del Golfo Pérsico, cuando Irak invadió y se anexó el emirato de Kuwait, con el objetivo aparente de controlar las reservas petroleras kuwaitíes; se intentó detener entre agosto y noviembre de 1990 cuando el Consejo de Seguridad de Naciones Unidas aprobó una serie de resoluciones que culminaron en la demanda expresa a Irak para que se retirara incondicionalmente de Kuwait el 15 de enero de 1991, y si no lo hacía se autorizaba a los países de la coalición a utilizar medios bélicos.

La invasión y la amenaza potencial que Irak representaba sobre Arabia Saudita (el principal productor mundial de petróleo) incitaron a Estados Unidos y a sus aliados de la OTAN a enviar tropas a Arabia Saudita y disuadir un posible ataque. Egipto y varias otras naciones árabes se unieron a la coalición anti-Irak y contribuyeron con fuerzas militares a la operación, conocida inicialmente como “Escudo del desierto”.

Radio Bagdad transmitió finalmente, el 26 de febrero de 1992, la orden de retirada a sus soldados de abandonar Kuwait y regresar a las posiciones que ocupaban el 1 de agosto. Tan sólo habían transcurrido 48 horas de ofensiva terrestre aliada, pero ya no había dudas. “El comunicado iraquí precisaba que la retirada se realizaba en cumplimiento de la resolución 660 del Consejo de Seguridad, con el objetivo de lograr un alto el fuego y conseguir una salida relativamente honorable. Pero un portavoz de la Casa Blanca contestó con un escueto «la guerra continúa». Era necesario un anuncio oficial del Gobierno y la aceptación de todas las resoluciones de la ONU”<sup>37</sup>.

Kuwait era libre, aunque la ciudad estaba devastada, con más de 600 pozos de petróleo incendiados por los iraquíes. Antes de que los iraquíes aceptaran la rendición impuesta por Estados Unidos, el domingo 3 de marzo, en numerosas ciudades del sur chiíta de Irak comenzaron a estallar disturbios contra Saddam Hussein, que pronto se extendieron a las poblaciones kurdas del norte.

El 11 de abril de 1991 el Consejo de Seguridad de la ONU aprobó la resolución 687, que incluía una declaración formal de alto el fuego con unas duras condiciones para Irak incluyendo un calendario de reparaciones de guerra con indemnizaciones financiadas con un porcentaje fijo de futuras ventas de petróleo, la desmilitarización hasta el mínimo nivel de defensa, la inspección de sus instalaciones y el despliegue de un cuerpo de observadores especiales en su frontera con Kuwait, y se fijó el programa “petróleo por alimentos” que permite a Irak exportar hasta 10,000 millones al año en petróleo (el 10% de lo que exportaba antes de la guerra), sin embargo no puede importar material para reconstruir sus infraestructuras (entre las que se incluyen purificadores de agua potable, centrales eléctricas y carreteras).

---

<sup>37</sup> *El universal*, México, 27 de febrero 1991.

La independencia de Kuwait fue restablecida, pero las Naciones Unidas decidieron continuar el embargo comercial contra Irak mientras que una comisión especial de la ONU supervisaba la destrucción de los cohetes de mediano alcance de Irak y su numeroso arsenal químico y nuclear. Desde el final de la guerra se ha bloqueado la economía de Irak, impidiéndole realizar cualquier transacción comercial. Lo único que se le permite vender y comprar es lo que se permite en el programa petróleo por alimentos.

Tener el control del energético básico de este orden es tener poder, por lo que se ha intensificado la competencia por el acceso a esas vitales riquezas económicas. Como cualquier interrupción en el abastecimiento de recursos energéticos tendría graves consecuencias económicas, los principales países importadores consideran hoy que la protección de ese flujo es una importante preocupación nacional. "Además, con un consumo global de energía cuyo aumento se estima en 2% anual, la competencia por el acceso a las grandes reservas de energéticos sólo puede ser más intensa en los años venideros"<sup>38</sup>.

Por consiguiente, los funcionarios de seguridad han empezado a prestar una atención mucho mayor a los problemas que origina la creciente competencia por el acceso a materias primas cruciales, en especial aquellas que, como el petróleo, con frecuencia yacen en áreas en disputa o políticamente inestables. Como observó el Consejo de Seguridad Nacional en el informe anual sobre política de seguridad redactado en 1999 por la Casa Blanca: "Estados Unidos seguirá teniendo un interés vital en asegurar el acceso a los suministros de petróleo del exterior". Por tanto, concluía el informe, "debemos mantenernos conscientes de la necesidad de estabilidad y seguridad regionales en áreas clave de producción, a fin de garantizar nuestro acceso a esos recursos tanto como su libre circulación".

---

<sup>38</sup> Klare, Michael T.; "La nueva geografía de los conflictos internacionales", *Foreign Affairs en Español*, Itam, México, Vol. 1, núm. 2., verano 2001, p. 32.

La prueba del interés por los recursos energéticos fue clara en el 2000, durante la escasez global de petróleo y gas natural; en agosto de ese año el presidente Bill Clinton voló a África con la esperanza de obtener petróleo adicional de Nigeria y alentó a los estados del Mar Caspio a acelerar la construcción de nuevos oleoductos con destino a Europa y el Mediterráneo. Entretanto, el entonces gobernador de Texas George W. Bush se valió de los debates de la campaña presidencial para exigir la exploración de petróleo y gas en los territorios vírgenes de Estados Unidos, a fin de reducir la dependencia nacional de los suministros del extranjero. Una vez electo, una de sus primeras iniciativas de política exterior fue su reunión con el presidente de México, Vicente Fox, para discutir propuestas destinadas a aumentar el flujo de energéticos de nuestro país a Estados Unidos.

Un enfoque similar sobre la adquisición o la protección de suministros de energía es evidente en el pensamiento estratégico de otras potencias. Grandes importadores de energía, como China, Japón y las principales potencias europeas, han hecho del aseguramiento de la estabilidad en sus suministros una de sus prioridades máximas. Rusia muestra hoy mayor interés en su política exterior hacia las áreas productoras de energía de Asia Central. Aunque siga preocupándose por los acontecimientos que ocurren en sus fronteras occidentales, en áreas colindantes con la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), Moscú ha dedicado considerables recursos a fortalecer su presencia militar en el sur, en el Cáucaso (incluyendo Chechenia y Daguestán) y en las antiguas repúblicas soviéticas de Asia Central. Del mismo modo, el ejército chino ha desplazado su concentración de la frontera norte con Rusia a Xinjiang, en el oeste (fuente potencial de petróleo), y a áreas extracosteras en los mares de la China Oriental y Meridional. Japón ha seguido a China a esos mares e impulsado en ellos su

propia capacidad de operación, obteniendo y desplegando nuevas naves de guerra y una flotilla de aviones patrulla Orión P-3C armados con cohetes.

Garantizar el acceso a suficientes suministros de petróleo y gas es también una gran preocupación de los países en vías de desarrollo que están en reciente proceso de industrialización, como Brasil, Israel, Malasia, Tailandia y Turquía, muchas de las cuales, se espera duplicarán o triplicarán su consumo de energía en los próximos veinte años.

El último de estos conflictos por el petróleo se dio en el 2002, la invasión estadounidense a Irak, aunque se estipulaba que el control de ese energético no era la causa primordial, basándose en declaraciones del presidente de Estados Unidos Bush donde manifestaba que el motivo de la intervención era “remover una amenaza y reestructurar el control de ese país por su propio pueblo”<sup>39</sup> y que su costo fue muy elevado para sólo tratarse de la obtención del control de ese recurso, es claro que el control del energético básico de este orden es tener poder, y subordinar a Irak para Estados Unidos representa dominar a la segunda reserva de petróleo en el mundo y tener una gran influencia geopolítica en Medio Oriente y Asia Central, donde se encuentran otros países petroleros.

Aunque actualmente el problema de los energéticos se relaciona más bien con problemas ambientales, de salud y de economía, y no propiamente de escasez; en décadas posteriores este último podría ser el principal problema en el orden energético, puesto que los avances tecnológicos y el aumento de la población van a requerir más petróleo del que se oferte, por lo que el suministro de energía, no esta garantizado; se estima que las reservas del petróleo se agotarán en 40 ó 50 años.

---

<sup>39</sup> Shields, David. “Ambición petrolera”, *Siempre!*, México, agosto de 2003, núm. 2598. p.45

Debido a que el costo de fuentes de energía apoyadas en el petróleo irá aumentando conforme disminuyan las reservas de este energético es necesario que en todos los países se implanten programas para la generación de energía basados en fuentes alternas al petróleo, ya que estas promoverán el desarrollo económico de los países que las adopten como su base para el suministro energético, además de usar eficientemente los recursos naturales con los que se cuentan.

Todos los países, los desarrollados y los que están en vías de desarrollo, petroleros o no, deben desarrollar la infraestructura necesaria para aprovechar las fuentes alternas de energía al máximo, ya que en muchos de ellos existen recursos energéticos alternos que son abundantes y variados; además, para prever que no pase lo mismo que con las anteriores etapas donde se dieron luchas armadas por el control del energético principal (el petróleo) y el grupo social que lo controlaba determinaba los objetivos de su utilización: para alienar, dominar o para liberar al hombre.

Si el petróleo que es la fuente energética en la que está basado el orden energético empieza a escasear, y se sigue contaminando al planeta como se ha hecho hasta ahora y no se hace nada para solucionarlo, se sufrirá un grave retroceso económico y habrá graves desastres ambientales.

## Capítulo 2. Fuentes alternas de energía.

### 2.1. Definición de fuentes alternas de energía.

La Organización de las Naciones Unidas denomina Fuentes de Energía Nuevas y Renovables (FENR) a la energía solar, geotérmica, eólica, la energía de los mares, las olas y el gradiente térmico del mar, la conversión de la biomasa, la leña, el carbón vegetal, la turba, la tracción animal, los esquistos bituminosos, las arenas alquitranadas y la energía Hidroeléctrica.

Las fuentes alternas son “formas de energía que tienen una fuente prácticamente inagotable respecto al tiempo de vida del ser humano en el planeta, y cuyo aprovechamiento es tecnológicamente viable”<sup>40</sup>.

Son fuentes “conocidas como inagotables, porque existirán siempre que exista nuestro planeta con sus actuales características”<sup>41</sup>.

Las fuentes alternas de energía son “aquéllas cuyo potencial es inagotable por provenir de la energía que llega a nuestro planeta de forma continua como consecuencia de la radiación solar o de la atracción gravitatoria de otros planetas de nuestro sistema solar. Son la energía solar, eólica, hidráulica, maremotriz y la biomasa”<sup>42</sup>.

---

<sup>40</sup>Márquez Mendoza, Francisco; *Estrategias de la Conae en la promoción de las energías renovables en México*, México, 2006, p1.

<sup>41</sup> Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONACYT). *La energía a través del tiempo*. <http://www.explora.cl/otros/energia/tiempo.html>

<sup>42</sup> Consejo Mundial por la Energías Renovables (CMER). *Foro Mundial de la Energía Renovable*. [www.wrce.org](http://www.wrce.org)

La Secretaría de Energía del Gobierno de México estipula las siguientes definiciones y clasificaciones:

\*Se llama energía renovable a la que, administrada en forma adecuada, puede explotarse ilimitadamente ya que su cantidad disponible no disminuye a medida en que ésta se aprovecha.

\*Energías renovables establecidas: Aquellas que la humanidad ha utilizado a través de los siglos o bien cuya tecnología se encuentra muy bien desarrollada. Ejemplo: las grandes centrales hidroeléctricas, la biomasa (en forma de leña).

\*Nuevas, renovables o no convencionales o fuentes alternas: Las que, aún teniendo el potencial para desarrollarlas, no se ha trabajado en ellas para su explotación. Ejemplo: Solar, eólica, maremotriz, biomasa (en forma de biogás) o hidráulica (mini-hidráulica).

Este tipo de energías han sido utilizadas desde la antigüedad por la humanidad, pero en la actualidad debido al desarrollo de tecnología para su aprovechamiento es posible concentrar más energía proveniente de fuentes alternas para diversas aplicaciones, como la generación de electricidad, refrigeración, propulsión mecánica, secado, etc.

## **2.2. Principales fuentes alternas de energía.**

La posibilidad de utilizar fuentes alternas de energía distintas a la atómica fue publicada en el informe de las Naciones Unidas denominado Nuevas Fuentes de energía y desarrollo económico en 1957.

Las ventajas de las fuentes alternas de energía son: a) que permiten disminuir el consumo de petróleo y gas natural y por lo tanto aumentan la vida de las reservas de estos hidrocarburos y b) en su mayoría, no generan emisión de contaminantes a la atmósfera y por lo tanto constituyen tecnologías de mitigación de la contaminación local o global.

A continuación se describen las principales fuentes alternas de energía.

### **2.2.1. Biomasa.**

Biomasa, “abreviatura de masa biológica, cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre, o por organismos de un tipo específico”<sup>43</sup>. El término es utilizado con mayor frecuencia en las discusiones relativas a la energía de biomasa, es decir, al combustible energético que se obtiene directa o indirectamente de recursos biológicos.

La energía de la biomasa se puede obtener fundamentalmente:

\*\*Estableciendo determinados cultivos que puedan transformarse posteriormente en energía (biomasa cosechable). La principal aplicación de la biomasa cosechable es la producción de calor en un proceso de combustión. Para este fin se suelen utilizar plantas de tipo herbáceo y leñoso, obtenidas en ecosistemas naturales, o en cultivos destinados a este fin (agroenergética). En la

---

<sup>43</sup> Calow, Peter; *Blackwells concise enciclopedia of Ecology*, Blackwell Science, Oxford, 1999, p. 63.

actualidad se trabaja en este tipo de cultivos, pudiendo ser en el futuro la biomasa cosechable la fuente más importante de biomasa para fines energéticos.

\*Aprovechando residuos forestales, agrícolas y domésticos, transformándolos después en combustible (biomasa residual). La biomasa residual también ofrece en principio grandes perspectivas en cuanto a su aprovechamiento energético. En este grupo se incluyen los residuos forestales, agrícolas y ganaderos, así como los producidos en los núcleos urbanos (residuos sólidos y aguas residuales principalmente). Estas perspectivas quedan limitadas debido a la contaminación que se produce al eliminar estos residuos y que en ocasiones es superior a la energía que se puede generar, por lo que este tipo de biomasa se utiliza sobre todo en instalaciones que aprovechan sus propios residuos, como en granjas, depuradoras urbanas, o industrias forestales, lugares en los que, además de obtener energía, se ahorran los costes de eliminación de residuos.

\*Transformando química o biológicamente ciertas especies vegetales para convertirlas también en combustible (metanol y etanol). Los biocombustibles líquidos obtenidos a partir de los aceites vegetales, destinados a sustituir al gasóleo en los motores diesel, o el bioetanol, obtenido por fermentación de la biomasa dirigido a los motores que utilizan la gasolina como combustible. Estos biocarburantes pueden ser utilizados en los motores de combustión interna, tanto en los de encendido por compresión como por chispa, pudiendo llegar a ser un puente de transición entre una época dominada por los combustibles de origen fósil y otra potencialmente abierta a la utilización de la biomasa”<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> Foro de energía nuclear. [www.foronuclear.com](http://www.foronuclear.com).

Actualmente la biomasa es un importante recurso energético, principalmente en una variante, la quema de leña, por lo que se está desaprovechando su potencial energético. El consumo de la biomasa en el ámbito mundial varía según la región, en los países en vías de desarrollo representa el 43% del total de los energéticos utilizados, en cambio en los países desarrollados representa el 1%.

La utilización energética de biomasa tiene muchas ventajas: puesto que la fuente de energía siempre vuelve a crecer, el abastecimiento permanente de energía está asegurado y se protegen la existencia limitada de petróleo o gas natural. De una importancia central es también el aspecto ecológico: en el caso de la obtención de energía a partir de biomasa, el circuito de CO<sub>2</sub> está cerrado; se está trabajando contra el aumento del efecto invernadero. Frente a otras energías alternas, la biomasa tiene una ventaja es acumulable y puede ser empleada en cualquier lugar en el momento deseado para el abastecimiento de energía.

### **2.2.2. Eólica.**

La energía eólica es una variante de la energía solar, pues se deriva del calentamiento diferencial de la atmósfera y de las irregularidades de relieve de la superficie terrestre. “Sólo una pequeña fracción de la energía solar recibida por la Tierra se convierte en energía cinética del viento y sin embargo ésta alcanza cifras enormes, superiores en varias veces a todas las necesidades actuales de electricidad”<sup>45</sup>. El viento tiene dos características que lo diferencian de otras fuentes energéticas: su imprevisible variabilidad y su dispersión.

Fue una de las primeras fuentes de energía utilizadas por el hombre, “explotada hace milenios en China, Egipto o Persia, la eólica servía para navegar

---

<sup>45</sup>Romero, Arturo; “Los sistemas eólicos”, *Revista Ciencia Hoy*, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, septiembre-octubre 1998, Volumen 8, núm. 48. p. 4.

barcos de vela, bombear agua, y moler grano, usos que continuaron con gran difusión en la civilización”<sup>46</sup>. En la actualidad existen sistemas para aprovechar la energía del viento y transformarla, posteriormente, en energía eléctrica mediante los aerogeneradores, conocida como energía eólica.

Las ventajas de la energía eólica son que: “produce mínimos niveles de contaminantes en el aire, agua o suelo; reemplaza la construcción de plantas convencionales (gas, carbón) que producen mayor contaminación a mayor costo; permite la rápida instalación de las turbinas de viento; la inversión inicial es costosa, pero no el mantenimiento ni costo de su operación; no se afecta el costo de la generación de energía por fluctuaciones del precio del insumo o combustible (carbón, petróleo o gas) o la interrupción de la provisión del mismo; posible incentivación fiscal, dependiendo de las disposiciones legales y fiscales regionales o nacionales”<sup>47</sup>

Las principales aplicaciones de la energía eólica en aquellos lugares a los que llega el viento de forma regular y con gran intensidad son:

“1) Aerobombas. Para elevar el agua se usan ruedas de seis a quince al mismo tiempo, que pueden bombear de quinientos a seiscientos L/h, cantidad suficiente para cubrir las necesidades de pequeñas explotaciones agrícolas.

2) Producción de energía eléctrica mediante aerogeneradores. Para ello se instala una torre en cuya parte superior existe un rotor con múltiples palas que se orientan en la dirección del viento. Estos rotores actúan sobre un generador que permite obtener energía eléctrica:

---

<sup>46</sup> Olivares Villegas, Juan José; “Viento, sopla más fuerte”, *Energía hoy*, El despertador, S.A. de C.V. México, Abril de 2004, núm. 1. p.60.

<sup>47</sup> Olivares Villegas, Juan José; “Viento, sopla más fuerte”, *Energía hoy*, El despertador, S.A. de C.V. México, Abril de 2004, núm. 1. p.60.

- a) Aerogeneradores aislados: Se instalan en zonas aisladas en las que no se dispone de energía eléctrica. Pueden obtenerse potencias de diez a cien Kilowatios (kw).
- b) Plantas eólicas: Están formadas por un cierto número de aerogeneradores, pudiendo alcanzar una potencia de cien a seiscientos kw<sup>48</sup>.

La energía eólica es un recurso muy variable, tanto en el tiempo como en el lugar, en general, las zonas costeras y las cumbres de las montañas son las más favorables y mejor dotadas para el aprovechamiento del viento con fines energéticos.

El carbón y, posteriormente, la electricidad provocaron que la utilización de esta fuente bajara, hasta la crisis energética de 1973, año en que suben vertiginosamente los precios del petróleo y se inicia el renacimiento de una fuente cuya aportación en las próximas décadas, puede llegar a cubrir una décima parte de las necesidades de energía.

En 1997 ya es competitiva la producción de electricidad con generadores eólicos de tamaño medio (de 600 kw) y en lugares donde la velocidad media del viento supera los siete metros por segundo. Se espera que dentro de unos pocos años también las máquinas grandes (entre 1 y 2 megawatios, mw) lleguen a ser rentables.

En la actualidad, para lograr un mayor aprovechamiento de la energía eólica, se están desarrollando modelos de equipos encaminados a la producción de energía eléctrica con un menor tamaño, una mayor duración y un mantenimiento más sencillo y barato, procurando mitigar el impacto ambiental producido por los aerogeneradores.

---

<sup>48</sup> Romero, Arturo; "Los sistemas eólicos", *Revista Ciencia Hoy*, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, septiembre-octubre 1998, Volumen 8, núm. 48, p. 8.

Los costos de la energía eólica son ya casi competitivos con los de las energías convencionales.

### **2.2.3. Geotérmica.**

“Podemos considerarla como la energía que encierra la Tierra en forma de calor, y que ha sido producida fundamentalmente en la desintegración de las sustancias radiactivas de su núcleo. Este calor tiende a difundirse en el interior hasta escapar por la superficie de la corteza terrestre”<sup>49</sup>. Esta energía sería suficiente para cubrir las necesidades mundiales si se aprovechara al 100%.

La energía geotérmica ha sido utilizada por el hombre desde los tiempos más remotos. En la actualidad se intenta buscar la forma de aprovechar esta inmensa cantidad de energía que encierra la Tierra en forma de calor y que salvo casos aislados queda desaprovechada o perdida.

El aprovechamiento de la energía geotérmica se puede realizar a varias temperaturas.

\*Baja temperatura: Se aprovecha directamente el calor que emerge en múltiples aplicaciones: calefacción, agua caliente doméstica y sanitaria, piscinas, invernaderos, secaderos, etc. Esta utilización presenta un inconveniente importante y es que debido al bajo nivel térmico del fluido tiene que ser utilizado en aplicaciones directas del calor, por lo que el yacimiento debe estar cerca del centro de consumo.

\*Media y alta temperatura: Para extraer la energía almacenada en la litosfera se necesita la presencia de un fluido geotérmico intermedio (amoníaco)

---

<sup>49</sup> Wilson, Carroll L.; *L'énergie en sursis*. Economica, Paris, 1979, p. 220.

que actúe como un vehículo transportador de la energía. El fluido geotérmico, una vez alcanzada la superficie, debe someterse a una serie de transformaciones para su utilización. Los fluidos geotérmicos con una temperatura alta se emplean para la producción directa de electricidad, mediante distintos tipos de ciclos.

En la actualidad, las líneas de investigación van encaminadas a realizar proyectos de transformación de energía geotérmica a baja temperatura, con inversiones menores y sondeos menos profundos, siendo menores los riesgos geológicos y los problemas de explotación y de montaje empresarial.

La energía es almacenada por la naturaleza en las mareas, en las olas, y en los gradientes térmicos y salinos de los océanos. A pesar de que el flujo de energía de cada uno de estos recursos es grande, solamente una pequeña fracción de su potencial es factible de ser explotada en el futuro. Las razones son dos: la energía en los océanos se encuentra dispersa en una gran superficie, lo cual hace que se requieran grandes y costosas plantas para su colección y esta energía normalmente se encuentra lejana a los centros de consumo. Las posibilidades de explotación de este tipo de energía son por ahora lejanas debido a sus costos, sin embargo en un futuro próximo, ésta puede ser una alternativa energética.

El calor proveniente de la profundidad de la tierra presenta una gran ventaja frente a los demás recursos energéticos alternos, el cual consiste básicamente en su disponibilidad constante, sin importar las estaciones del año o la hora del día o las condiciones climáticas.

#### **2.2.4. Hidráulica e hidroeléctrica.**

Es la energía que se obtiene de la caída del agua desde cierta altura a un nivel inferior lo que se utiliza para el movimiento de ruedas hidráulicas o turbinas. La hidroelectricidad es un recurso natural disponible en las zonas que presentan suficiente cantidad de agua. Su desarrollo requiere construir pantanos, presas, canales de derivación, y la instalación de grandes turbinas y equipamiento para generar electricidad.

La mayoría de las presas hidráulicas se destinan a la producción de energía eléctrica. Los países con gran potencial hidráulico obtienen la mayor parte de la electricidad en centrales hidráulicas por sus grandes ventajas, entre ellas la de ser un recurso inagotable que se renueva de forma gratuita y constante en la naturaleza, pudiéndose aprovechar el excedente para otros fines.

Pero también presenta inconvenientes. No es posible hacer predicciones, puesto que dependen de la hidraulicidad anual, y los años de sequía o lluviosos no son hechos sobre los que el hombre pueda incidir. Los emplazamientos hidráulicos suelen estar lejos de las grandes poblaciones, por lo que es necesario transportar la energía eléctrica producida a través de costosas redes. Otro aspecto poco favorable es el efecto negativo que puede tener la creación de un embalse sobre el entorno, con problemas de alteración de cauces, erosión, incidencias sobre poblaciones, pérdida de suelos fértiles, etc.

Estos inconvenientes, unidos a las grandes inversiones necesarias en este tipo de centrales, y a la cada vez más difícil localización de emplazamientos son los que impiden una mayor utilización de esta fuente energética. Sin embargo la energía hidráulica sigue siendo la más empleada entre las fuentes de energía alterna para la producción de energía eléctrica.

Los antiguos romanos y griegos aprovechaban ya la energía del agua; utilizaban ruedas hidráulicas para moler trigo. Sin embargo, la posibilidad de emplear esclavos y animales de carga retrasó su aplicación generalizada hasta el siglo XII. Durante la edad media, las grandes ruedas hidráulicas de madera desarrollaban una potencia máxima de cincuenta caballos. La energía hidroeléctrica debe su mayor desarrollo al ingeniero civil británico John Smeaton, que construyó por vez primera grandes ruedas hidráulicas de hierro colado.

La hidroelectricidad tuvo mucha importancia durante la Revolución Industrial. Impulsó las industrias textil y del cuero y los talleres de construcción de máquinas a principios del siglo XIX. Aunque las máquinas de vapor ya estaban perfeccionadas, el carbón era escaso y la madera poco satisfactoria como combustible. La energía hidráulica ayudó al crecimiento de las nuevas ciudades industriales que se crearon en Europa y América hasta la construcción de canales a mediados del siglo XIX, que proporcionaron carbón a bajo precio.

Las presas y los canales eran necesarios para la instalación de ruedas hidráulicas sucesivas cuando el desnivel era mayor de cinco metros. La construcción de grandes presas de contención todavía no era posible; el bajo caudal de agua durante el verano y el otoño, unido a las heladas en invierno, obligaron a sustituir las ruedas hidráulicas por máquinas de vapor en cuanto se pudo disponer de carbón.

El renacimiento de la energía hidráulica se produjo por el desarrollo del generador eléctrico, seguido del perfeccionamiento de la turbina hidráulica y debido al aumento de la demanda de electricidad a principios del siglo XX. En 1920 las centrales hidroeléctricas generaban ya una parte importante de la producción total de electricidad.

La tecnología de las principales instalaciones se ha mantenido igual durante el siglo XX. Las centrales dependen de un gran embalse de agua contenido por una presa. El caudal de agua se controla y se puede mantener casi constante. El agua se transporta por unos conductos o tuberías forzadas, controlados con válvulas y turbinas para adecuar el flujo de agua con respecto a la demanda de electricidad. El agua que entra en la turbina sale por los canales de descarga. Los generadores están situados justo encima de las turbinas y conectados con árboles verticales. El diseño de las turbinas depende del caudal de agua.

En las centrales hidroeléctricas se aprovecha la energía cinética del agua procedente de los ríos y en los países montañosos con muchos ríos constituye una importante fuente de suministro energético.

#### **2.2.5. Hidrógeno.**

El hidrógeno se puede producir por:

\* Fotólisis. La producción de hidrógeno por fotólisis es un proceso aún inmaduro tecnológicamente y cuya viabilidad es necesario demostrar, lo que requerirá enormes inversiones en investigación. Si algún día se llegara a producir hidrógeno comercialmente, a precios competitivos, y a partir de dos factores tan abundantes como son el agua y la energía solar, los problemas energéticos y ambientales quedarían resueltos, pues el hidrógeno, a diferencia de otros combustibles, no es contaminante.

\*Electrólisis. Pero éste es un proceso que requiere grandes cantidades de electricidad, la cual puede obtenerse merced a las células fotovoltaicas, almacenando de esta forma la energía solar. El electrolizador divide el agua produciendo oxígeno puro e hidrógeno.

El hidrógeno se puede comprimir y almacenar por horas, días e incluso por varios meses hasta que se le necesite. El hidrógeno representa energía almacenada. Se puede quemar como cualquier otro combustible para producir calor, impulsar un motor o producir electricidad en una turbina. Pero la celda de combustible es una manera más limpia y eficiente de utilizar el hidrógeno. En ese sentido, la celda de combustible recombina el hidrógeno y el oxígeno para producir energía eléctrica, el único subproducto es el agua pura<sup>50</sup>.

La celda de combustible produce corriente eléctrica directa como una batería, pero al contrario de una batería, nunca se descarga; la celda sigue produciendo energía mientras se disponga de combustible.

Ya se están fabricando pilas como las utilizadas por la Administración Nacional de la Aeronáutica y el Espacio (ANE/NASA) capaces de alimentar energéticamente a industrias, oficinas, edificios comerciales, hogares, automóviles, autobuses, camiones.

#### **2.2.6. Maremotriz.**

La energía maremotriz es la energía desarrollada por las aguas del mar cuando están en movimiento. En las centrales maremotrices se aprovecha la diferencia de nivel entre pleamar y bajamar. En consecuencia, se precisan lugares donde estas diferencias sean considerables.

Las mareas son el resultado de la atracción gravitatoria ejercida por el Sol y la Luna sobre nuestro planeta. En algunos lugares el desnivel de las mareas alcanza con frecuencia varios metros de diferencia entre la marea baja y la marea alta (bajamar y pleamar). Su utilización industrial sólo es posible en aquellas zonas costeras que reúnan determinadas condiciones topográficas y marítimas en las

---

<sup>50</sup> Marroco, Elisa; "Hidrógeno la energía del futuro". *Tiempos del Mundo*, 26 de diciembre 2002, p. 46

cuales el valor de amplitud del desnivel de las mareas sea comparable a una instalación hidroeléctrica de escasa altura de caída de agua, pero de considerable masa de ésta.

En algunos casos particulares en que la marea penetra por un paso estrecho, es posible mediante diques dejar entrar en él la marea ascendente y hacer pasar el agua a través de la turbina cuando la marea se retira. Este es el principio de las centrales maremotrices.

La energía de las olas es mucho más difícil de dominar y hasta el presente no se ha conseguido la tecnología adecuada.

La tecnología para el aprovechamiento de la energía de las mareas fue estudiada y desarrollada a finales de los cincuenta principalmente por “Argentina, Canadá, Francia, la Unión Soviética, Reino Unido, Estados Unidos, Brasil, Alemania, Países Bajos, Nueva Zelandia y España”<sup>51</sup>. Francia emprendió el primer proyecto de aprovechamiento de este tipo de energía, llamado La Rance en 1963.

---

<sup>51</sup> Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, [www.cinu.org.mx](http://www.cinu.org.mx).

### **2.2.7. Nuclear.**

#### **Energía nuclear.**

Una de las fuentes de energía alterna que ha levantado más polémica, es sin duda la energía nuclear.

La energía nuclear es aquella que se libera como resultado de una reacción nuclear. En las reacciones nucleares se libera una gran cantidad de energía debido a que parte de la masa de las partículas involucradas en el proceso, se transforma directamente en energía. Se puede obtener por medio de los siguientes procesos:

**1. Fisión Nuclear (división de núcleos atómicos pesados):** Es una reacción nuclear que tiene lugar por la rotura de un núcleo pesado al ser bombardeado por neutrones de cierta velocidad. A raíz de esta división el núcleo se separa en dos fragmentos acompañado de una emisión de radiación, liberación de 2 ó 3 nuevos neutrones y de una gran cantidad de energía (200 mw) que se transforma finalmente en calor. El proceso de la fisión permite el funcionamiento de los Reactores Nucleares que actualmente operan en el mundo.

**2. Fusión Nuclear (unión de núcleos atómicos muy livianos).** La fusión nuclear ocurre cuando dos núcleos atómicos muy livianos se unen, formando un núcleo atómico más pesado con mayor estabilidad. Estas reacciones liberan energías tan elevadas que en la actualidad se estudian formas adecuadas para mantener la estabilidad y confinamiento de las reacciones. La energía necesaria para lograr la unión de los núcleos se puede obtener utilizando energía térmica o bien utilizando aceleradores de partículas. Ambos métodos buscan que la velocidad de las partículas aumente para así vencer las fuerzas de repulsión electrostáticas generadas al momento de la colisión necesaria para la fusión.

Cinco siglos antes de Cristo, los filósofos griegos se preguntaban si la materia podía ser dividida indefinidamente o si llegase a un punto que tales partículas fueran indivisibles. Es así, como Demócrito formula la teoría de que la materia se compone de partículas indivisibles, a las que llamó átomos (del griego átomos, indivisible).

En 1803 el químico inglés John Dalton propone una nueva teoría sobre la constitución de la materia. Según Dalton toda la materia se podía dividir en dos grandes grupos: los elementos y los compuestos. Los elementos estarían constituidos por unidades fundamentales, que en honor a Demócrito, Dalton denominó átomos. Los compuestos se constituirían de moléculas, cuya estructura viene dada por la unión de átomos en proporciones definidas y constantes. La teoría de Dalton seguía considerando el hecho de que los átomos eran partículas indivisibles.

En Febrero de 1896, el físico francés Henri Becquerel investigando con cuerpos fluorescentes (entre ellos el Sulfato de Uranio y el Potasio), halló una nueva propiedad de la materia a la que posteriormente Marie Curie llamó "Radiactividad". Se descubre que ciertos elementos tenían la propiedad de emitir radiaciones semejantes a los rayos X en forma espontánea. Tal radiación era penetrante y provenía del cristal de Uranio sobre el cual se investigaba. Marie y Pierre Curie al proseguir los estudios encontraron fuentes de radiación natural bastante más poderosas que el Uranio original, entre estos el Polonio y el Radio.

Hacia finales del siglo XIX, se descubrió que los átomos no son indivisibles, pues se componen de varios tipos de partículas elementales. La primera en ser descubierta fue el electrón en el año 1897 por el investigador Sir Joseph Thomson, quién recibió el Premio Nobel de Física en 1906. Posteriormente, Hantaro Nagaoka (1865-1950) durante sus trabajos realizados en Tokio, propone su teoría según la cual los electrones girarían en órbitas alrededor de un cuerpo central cargado positivamente, al igual que los planetas alrededor del Sol. Hoy día

sabemos que la carga positiva del átomo se concentra en un denso núcleo muy pequeño, en cuyo alrededor giran los electrones.

El núcleo del átomo se descubre gracias a los trabajos realizados en la Universidad de Manchester, bajo la dirección de Ernest Rutherford entre los años 1909 a 1911. El experimento utilizado consistía en dirigir un haz de partículas de cierta energía contra una plancha metálica delgada, de las probabilidades que tal barrera desviara la trayectoria de las partículas, se dedujo la distribución de la carga eléctrica al interior de los átomos. Hoy en día se conocen más de 40 elementos radiactivos naturales, que corresponden a los elementos más pesados. Por arriba del número atómico 83, todos los núcleos naturales son radiactivos.

En la década de los años 70, por la crisis energética, se promovió la construcción de las primeras centrales nucleares del mundo, teniendo por combustible el Uranio, evitando así, tener que depender del petróleo, y de los países exportadores, dado que con las reservas de Uranio, se puede seguir produciendo energía mediante este, durante cientos de años. Actualmente, existen aproximadamente 450 reactores nucleares en el mundo, que generan aproximadamente el 16% del total de la energía mundial generada.

Afortunadamente los usos más extendidos de la energía nuclear son los civiles, tanto para producir la electricidad que utilizamos en nuestras casas y en la industria, como para usos médicos y de investigación.

### 2.2.8. Solar.

Energía solar “es la que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética procedente del Sol, en donde es generada por un proceso de fusión nuclear”<sup>52</sup>.

En el sol se producen constantemente reacciones de fusión: los átomos de hidrógeno se fusionan dando lugar a un átomo de helio, liberando una gran cantidad de energía. De ésta sólo una pequeña parte llega a la Tierra, pues el resto es reflejado hacia el espacio exterior por la presencia de la atmósfera terrestre.

La principal fuente de energía para los seres vivos del planeta es la luz solar, es decir, el conjunto de radiaciones que nos llegan del sol y que atraviesa el espacio, primero, y después la atmósfera. No todas las radiaciones alcanzan la superficie de la tierra y menos el fondo de los océanos, ni tampoco la energía que transporta. Más o menos la mitad del total de esas radiaciones se agrupa bajo lo que llamamos luz visible. Además, nos llegan también rayos gamma, luz ultravioleta y luz infrarroja, entre otras.

Toda esa energía se aprovecha de diversas maneras, pero son las plantas los principales organismos que la utilizan para sintetizar, con su ayuda y a partir de elementos o compuestos inorgánicos, materia orgánica.

Esta energía es alternativa, limpia e inagotable, con respecto a la vida de todo ser viviente en el planeta.

---

<sup>52</sup> Charles, Jennifer; *Energía renovable*. Walker, Nueva York, 1993, p. 39.

La energía solar llega a la superficie de la Tierra por dos vías diferentes:

\*Inciendo en los objetos iluminados por el Sol (radiación directa).

\*Por reflexión de la radiación solar absorbida por el aire y el polvo atmosférico (radiación difusa).

Su aprovechamiento se remonta a la antigüedad, los griegos construían sus casas con ventanas grandes de cara al sol para recibir su energía térmica, y ha sido común desde tiempos remotos la exposición de baldes de agua al sol para aprovechar su energía térmica en el calentamiento del líquido. Pero este aprovechamiento ha sido mínimo, es decir, que el potencial del sol energéticamente hablando se ha desperdiciado.

En la era moderna el desarrollo de la tecnología para el aprovechamiento de la energía solar comenzó a consolidarse con el embargo petrolero de 1973, y desde entonces la tecnología para su aprovechamiento se ha desarrollado, aunque lentamente debido a que en décadas pasadas no había suficientes incentivos para un desarrollo rápido.

El aprovechamiento de la energía solar puede hacerse por dos vías:

**a)** “Vía térmica: Transforma la energía proveniente del Sol en energía calorífica. Esta transformación puede darse a baja, media y alta temperaturas.

Transformación a baja temperatura: Se emplea generalmente para calefacción doméstica, climatización de locales, calentamiento de agua en hospitales. Es necesario captar la energía solar, para lo que se dispone una serie de colectores planos que absorben la radiación solar y la transmiten en forma de calor para alimentar el sistema de calefacción.

**b) Conversión fotovoltaica:** Los sistemas solares fotovoltaicos están formados por un conjunto de células solares o fotovoltaicas dispuestas en paneles que transforman directamente la energía solar en energía eléctrica”<sup>53</sup>.

La luz solar transporta la energía en forma de un flujo de fotones. Cuando estos fotones inciden en determinado tipo de materiales y bajo ciertas condiciones, provocan una corriente eléctrica. Es lo que se conoce como efecto fotovoltaico.

Las células solares o fotovoltaicas son pequeños elementos fabricados con un elemento cristalino semiconductor, silicio-germanio (Si-Ge). Al incidir sobre ellas, los fotones producen un movimiento de electrones en el interior de la célula y aparece entre sus extremos una diferencia de potencial que los convierte en un pequeño generador eléctrico. El coste de estas células es muy elevado y el rendimiento es bajo.

El desarrollo de estos sistemas está ligado a la técnica de los satélites artificiales. En una primera etapa, debido a la fiabilidad de su funcionamiento, su reducido peso y sus escasas necesidades de mantenimiento, estos sistemas fueron utilizados para cubrir las necesidades energéticas de los satélites.

---

<sup>53</sup> Wilson, Carroll L.; *L'énergie en sursis*, Economica, Paris, 1979, p. 224.

### **2.3. Países que desarrollan tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía.**

En el proceso de creación, asimilación y aplicación del conocimiento científico, la tecnología es la última etapa que emana de la investigación científica.

La disponibilidad de los recursos energéticos es uno de los factores más importantes en el desarrollo tecnológico de las naciones. A su vez, el desarrollo tecnológico determina la utilización de ciertos tipos de energía y, por lo tanto, la disponibilidad de ese recurso.

El desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de las fuentes alternas de energía, tiene una importancia fundamental puesto que la energía, entendida como las fuentes energéticas, ha representado en el transcurso de la historia de la humanidad un elemento fundamental de desarrollo económico y tecnológico, así como fuente de conflicto y de cooperación social y cultural.

Desde la antigüedad la humanidad ha contado con conocimientos para utilizar estas fuentes, pero a pesar de estos conocimientos y de un desarrollo tecnológico importante, las fuentes energéticas alternas se empleaban tan sólo circunstancialmente, exceptuando la leña.

La sustitución se empezó a comprobar con el encarecimiento de la energía, procurándose, a corto plazo, un ahorro energético a través de un consumo más racional; y a medio plazo, reemplazando los equipos y máquinas de alto requerimiento energético por otros que, con similares resultados, consumiesen menos energía. La innovación jugó aquí un importante papel.

Al principio de los años ochentas, al carácter de no renovable, estipulado la década anterior, se le añadió el calificativo de sucias a todas aquellas fuentes de energía utilizadas masivamente, al darse cuenta de la destructiva lluvia ácida (forma múltiple y compleja de contaminación que consiste en la precipitación y el depósito sobre suelos, bosques, tierras, aguas, pueblos y ciudades, arrastrados por vientos, lluvias y nevadas, de diversos componentes ácidos y sustancias no ácidas, como el ozono, presentes en la atmósfera hasta partículas suspendidas o transportados por el aire a través de enormes distancias por encima de las fronteras, que ocasiona la acidificación y el progresivo deterioro o degradación de árboles, plantas cultivos, aguas y edificaciones con graves efectos nocivos sobre la flora y la fauna del entorno e incluso del hombre mismo<sup>54</sup>) y, posteriormente, al constase los aumentos de la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico y el envenenamiento radioactivo de los sistemas naturales.

Todo ello hace impensable que el orden energético heredado sea sostenible a largo plazo. Si continúa como hasta ahora el incremento de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, a mediados del siglo XXI se habrán duplicado las emisiones. Todo esto significa que el orden energético no es viable y la sociedad futura deberá basarse en fuentes de energía alternas.

En términos generales el desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas a nivel mundial se ha dado de la siguiente manera:

---

<sup>54</sup> Hernández-Vela Salgado, Edmundo; *Diccionario de política internacional*, Editorial Porrúa, México, sexta edición, 2002, tomo I, p. 620.

## **Biomasa:**

Con un estimado de 14,000 mw de capacidad instalada alrededor del mundo, la biomasa es la mayor fuente de potencia para generación de energía eléctrica con energías renovables, después de la hidroeléctrica. Estados Unidos es el más grande generador de potencia con biomasa con 7,000 mw instalados. Las expectativas de crecimiento de la generación con biomasa alrededor del mundo son de más de 30,000 mw para el año 2020. China y la India son considerados candidatos para instalar sistemas con biomasa de manera masiva. Las estimaciones muestran que para el 2015 China deberá tener entre 3,500 y 4,100 mw instalados, y la India entre 1,400 y 1,700 mw. Esto representa un crecimiento acelerado de sus niveles actuales de capacidad instalada de 154 y 59 mw respectivamente.

Otros países que muestran un promisorio crecimiento por la variedad de sus sistemas de biomasa son Brasil, Malasia, Filipinas, Indonesia, Australia, Canadá, Inglaterra, Alemania y Francia.

Es indudablemente Europa quien ha asumido con mayor responsabilidad el proceso de transición a un sistema energético durable, siendo Alemania, Dinamarca y España quienes más se han destacado en estos esfuerzos. El caso de Dinamarca merece ser mencionado a modo de ejemplo. Actualmente cubre 7% de su oferta energética con energías alternas, 5% corresponde a biomasa y para el año 2020 planea cubrir 20% con energías alternas.

## **Eólica:**

A partir de las leyes establecidas para promover alternativas al petróleo en Estados Unidos como resultado de la crisis de 1973, en el estado de California aparecieron las granjas eólicas, grandes arreglos de pequeñas unidades de generación que, agregadas. Bajo este esquema, para 1994 California tenía más de 15,000 turbinas eólicas instaladas que generaban la energía equivalente a la consumida por todos los habitantes de la ciudad de San Francisco en un año.

La experiencia positiva de California desencadenó una ola de desarrollo que llevó a otros estados de Estados Unidos y a otros países a aprovechar las oportunidades de esta tecnología. Actualmente existen varios proyectos en construcción en los estados de Colorado, Iowa, Minnesota, Nebraska, Kansas, New Mexico, Oregon, Texas, Wisconsin y Wyoming.

“Todo indica que estos desarrollos elevarán la capacidad eólica de Estados Unidos en 50%”<sup>55</sup>, lo suficiente para suministrar a más de medio millón de hogares estadounidenses. A comienzos del año 2001 se tenían instalados cerca de 2,800 mw eólicos en Estados Unidos.

Al iniciar el 2005 se contaba con alrededor de 18,500 mw eólicos en todo el mundo.

La Unión Europea ya cuenta con un acumulado de cerca de los 12,822 mw, donde Alemania se consolida como primer lugar con 6,113 mw. En Europa resalta el dinamismo que presenta la península ibérica, donde el mercado de las energías renovables se ha colocado entre los más importantes de Europa, justo detrás de Alemania y Dinamarca.

---

<sup>55</sup> Comisión Nacional para el Ahorro de energía. [conae.gob.mx](http://conae.gob.mx)

Esto ha ocurrido, en buena medida, como resultado de una agresiva estrategia gubernamental de fomento de alternativas al petróleo y ha resultado en un crecimiento exponencial, duplicándose la capacidad instalada cada año. De esta manera, de una potencia eólica instalada en 1996 de 216 mw, se alcanzó una capacidad acumulada de 2,900 mw para 2001. Resalta, en particular, la provincia española de Navarra, la cual posee la industria eólica de más rápido crecimiento en el mundo ya que, partiendo de cero capacidad de este tipo, pasó a obtener 23% de su electricidad del viento en menos de tres años.

Todo lo anterior ha causado disminuciones significativas en el costo de la tecnología y de la energía generada por este medio. Ejemplo de esto es la reducción de costos de 50% entre 1992-97. Actualmente los costos promedio de la energía eléctrica generada a partir del viento se ubican entre 4 y 8 centavos de dólar por kw/h generado, los cuales ya están muy cerca de los 2.5 centavos de dólar por kw/h que actualmente cuesta la generación convencional mediante tecnología de punta.

### **Hidráulica:**

La hidroenergía es quizás la forma más antigua de aprovechamiento de energía para el desarrollo de las actividades productivas de la humanidad.

A principio del siglo XX proliferaron en Europa, las centrales hidroeléctricas pequeñas con capacidades instaladas de varias decenas o centenas de kilowatts (kw).

Después de la segunda guerra mundial se dio un gran auge al desarrollo de la hidroelectricidad de gran capacidad, con centrales en el orden de los cientos de mw. La construcción de minicentrales se siguió dando principalmente en varios países de Europa y en algunos de Asia.

A la fecha, existen en todo el mundo cerca de 35,500 mw de potencia global instalada en pequeñas centrales. Para principios del siglo XXI se espera contar con alrededor de 38,700 mw. De estos totales, China cuenta con la mayor capacidad instalada del mundo con alrededor de 14,300 mw, lo cual representa aproximadamente 43% del total, para la capacidad actual y la que se encuentra en construcción y planeada. A éste le siguen Japón y Estados Unidos con 3,381 y 3,019 mw instalados respectivamente. De los países latinoamericanos Brasil se encuentra a la cabeza con alrededor de 950 mw, lo cual lo coloca en octavo lugar mundial en aprovechamiento de pequeños saltos hidráulicos.

**Estado del desarrollo de centrales hidráulicas  
con capacidad menor a 10mw**

(Finales de 2004)

Región y país	Capacidad económicamente explotable mw/h	Capacidad mw	Generación en 2004 mw/h
<b>Africa</b>			
Argelia	-	54	33
Egipto	79	5	43
Etiopía	26000	18	155
Marruecos	42	82	6 34
Sudáfrica	-	3	-
<b>Norte América</b>			
Canadá	10749	1450	7748
Estados Unidos	-	3019	12376
<b>Sudamérica</b>			
Brasil	24448	950	4660
<b>Asia</b>			
China	-	14378	44790
Indonesia	674	63	347
Japón	-	3381	-
Región y país	Capacidad económicamente explotable mw/h	Capacidad mw	Generación en 2004 mw/h
Filipinas	7915	79	239
Tailandia	-	129	253

<b>Europa</b>			
Albania	369	14	16
Bélgica	-	65	149
Dinamarca	-	10	16
Finlandia	-	312	952
Francia	7800	1900	7600
Alemania	-	950	4594
Hungría	-	32	104
Islandia	-	43	231
Irlanda	-	29	85
Italia	-	2159	8855
Letonia	15	2	3
Luxemburgo	100	21	55
Noruega	13000	846	-
Polonia	-	200	115
Portugal	-	246	492
Rumania	250	273	205
Rusia	26000	88	448
Eslovenia	1115	80	265
España	-	1200	4200
Suiza	-	762	3304
<b>Medio Oriente</b>			
Irán	-	12	15
Israel	-	8	9
Jordania	87	7	22
<b>Oceanía</b>			
Nueva Zelandia	-	100	508
<i>Fuente: World Energy Council, Member Committees, 2005.</i>			

**Nuclear:****Reactores nucleares en operación, en construcción, clausurados y porcentaje de producción a finales de 2005.**

País	Operando		En construcción		Clausurados		Producción % en 2005
	No. de Unidades	Total mw	No. de Unidades	Total Mw	No. de Unidades	Total Mw	
Alemania	19	21283	0	0	17	4964	29,9
Argentina	2	935	1	935	0	0	7,2
Armenia	1	376	0	0	1	376	40,5
Bélgica	7	5760	0	0	1	11	57,3
Brasil	2	1901	0	0	0	0	4
Bulgaria	4	2722	0	0	9	816	47,3
Canadá	17	11323	0	0	0	4351	12,3
Corea del Norte	0	0	1	1040	0	0	0
Corea del sur	18	14890	2	1920	0	0	38,6
China	8	5983	3	2610	1	0	1,4
Eslovaquia	6	2408	2	776	0	110	54,7
Eslovenia	1	676	0	0	1	0	40,7
España	9	7574	0	0	22	480	24
Estados unidos	104	98230	0	0	0	8774	20,3
Finlandia	4	2656	1	0	11	0	29,8
Francia	59	63073	0	0	1	3951	78
Holanda	1	450	0	0	0	55	4
Hungría	4	1755	0	0	0	0	36,1
India	14	2503	8	3622	0	0	3,7
Irán	0	0	2	2111	0	0	0
Italia	0	0	0	0	4	1423	0
Japón	54	44287	3	3696	2	172	34,5
Kazajstán	0	0	0	0	1	52	0
Lituania	2	2370	0	0	0	0	80,1
México	4	1360	0	0	0	0	4,1
Pakistán	2	425	0	0	0	0	2,5
Reino Unido	27	12052	0	0	18	2255	22,4
República checa	6	3468	0	0	0	0	24,5

País	Operando		En construcción		Clausurados		Producción
	No. de Unidades	Total mw	No. de Unidades	Total Mw	No. de Unidades	Total Mw	% en 2005
Rumania	1	655	1	655	0	0	10,3
Rusia	30	20973	3	2825	4	781	16
Sudáfrica	2	1800	0	0	0	0	5,9
Suecia	11	9432	0	0	2	610	45,7
Suiza	5	3200	0	0	0	0	39,5
Taiwan	6	4884	2	2700	0	0	1,4
Ucrania	13	11207	4	3800	4	3500	45,7
<b>Total</b>	<b>443</b>	<b>360431</b>	<b>32</b>	<b>26447</b>	<b>101</b>	<b>32680</b>	<b>20</b>

*Fuente: Organización Internacional de Energía Atómica(OIEA) y Foro Nuclear, 2005.*

### Solar:

- Los calentadores solares planos son una de las tecnologías solares más simples, más probadas y que tiene un gran potencial de aplicación en todo el mundo. Uno de los casos más relevantes es el de Israel, donde se usa la energía solar para calentamiento de agua desde hace más de 50 años y donde, a partir de 1980, la legislación hizo obligatoria la instalación de sistemas solares para calentamiento de agua en todas las construcciones residenciales nuevas.

Hoy en día, la tecnología solar térmica experimenta un fuerte crecimiento en Europa. Desde 1993, se tiene un crecimiento de 14.8% anual en el área instalada de colectores solares planos. Tres países, Alemania, Grecia y Austria, se destacan de los demás. En 1998, estos países instalaron más de 150,000 m<sup>2</sup> de colectores solares. Alemania es el líder, ya que instaló en el año mencionado 470,000 m<sup>2</sup>, en más de 50,000 instalaciones colectivas e individuales para calentamiento de agua.

En 1999, en México se instalaron 35,000 m<sup>2</sup> de colectores solares, principalmente para el calentamiento de albercas, registrándose un ligero incremento de 8% respecto a 1998 y de 40% respecto a 1997.

### Áreas instaladas de colectores solares planos (1998)

País	Área de colectores solares instalados en 1998 (m2)	Área de colectores solares instalados por cada 1,000 habitantes (m2)
Alemania	470,000	35
Austria	195,000	240
Grecia	153,900	260
Francia	28,000	14
Holanda	26,640	15
España	19,440	11
Italia	18,000	5
Dinamarca	17,000	60
Portugal	8,000	25
México	32,400	0.33

Fuente: Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), México, 1998.

-Celdas fotovoltaicas. La tecnología relacionada con la generación de electricidad por procesos fotovoltaicos ha tenido grandes avances. Su costo unitario de potencia se ha reducido más de 20 veces desde 1973, al pasar de 200 a 10 dólares por watt. Esto ha permitido que el uso de esta tecnología se haya generalizado y que se tengan expectativas de mayores reducciones en su precio, lo que la coloca en el umbral de aplicaciones masivas.

En el 2004, la producción de celdas fotovoltaicas a escala mundial prácticamente alcanzó la marca de los 200 mw por año, lo que representó un crecimiento de 29% con respecto a 2003. También en el 2004, la capacidad instalada acumulada en la Comunidad Europea excedió los 123 mw.

En el 2005 impulsado por un mercado nacional dinámico, Japón supero a los Estados Unidos como líder productor de celdas fotovoltaicas con 80 mw por año.

**Capacidad eléctrica instalada en celdas fotovoltaicas (en mw)**

<b>País</b>	<b>Capacidad instalada en el final de 2003</b>	<b>Capacidad instalada en el final de 2004</b>
Alemania	53.9	66.2
Italia	17.68	18.5
Francia	8.0	10.0
Holanda	6.48	9.5
España	8.0	9.0
Austria	2.86	3.46
EEUU	127.9	147.0
Japón	133.3	190.0
México	12.0	12.9
<i>Fuente: Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), México, 2005.</i>		

Enseguida se presentan casos de desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía, en varios países desarrollados y en vías de desarrollo, tanto petroleros como no petroleros.

### **2.3.1. Países desarrollados.**

#### **2.3.1.1. Países petroleros.**

##### **2.3.1.1.1. Estados Unidos.**

En 1962 ya se utilizaba la energía geotérmica para producir electricidad.

Las zonas rurales de este país gozan de los beneficios de contar con instalaciones de energía eólica, lo que contribuyó a abrir el camino a la electrificación y a una forma diferente de vida. Al término de la Segunda Guerra Mundial este país se interesó “en la construcción de grandes centrales anemoeléctricas como resultado de la escasez de combustibles y del éxito de los experimentos hechos durante la guerra con la turbina eólica Smith-Putnam de 1,000 a 1,250 kilovoltios, instalada en Grandpa’s Knob”<sup>56</sup>, Vermont.

### **Nuclear:**

---

<sup>56</sup> Naciones Unidas (ONU). *Nuevas Fuentes de Energía y Aprovechamiento de la Energía*. Editado por la ONU, Nueva York, 2005, p. 33.

### Plantas nucleoelectricas de alta capacidad\*

Ubicación	Propietario	Capacidad
Shippingport, Pennsylvania, a 40 kilómetros de Pittsburg, 1957	Dunderque Light Co.	100,000 kw
Dresden Morris, Illinois a 80 kilómetros de Chicago, 1959.	Commonwealth Edison Co.	208,000 kw
Yankee Rose, Massachusetts, a 70 kilómetros de Albany, 1960.	Yankee Atomic Electric Co.	225,000 kw
Indian Point, New York, a 56 Kilómetros de Nueva York, 1962.	Consolidated Enison Co.	250,000 kw
Halam, Halam, Nebraska, Sodio-Grafito, 1962.	Consumers Public Power Distric of Nebraska.	75,000 kw
Humbolt Bay, Eureka California, a 320 kilómetros de San Francisco,	Pacific Gas and Electric co.	48,500 kw
Enrico Fermin, Lagoona Beach, Michigan a 56 Kilómetros de Detroit, 1963.		60,900 kw
Peach Bottom, Pennsylvania, a 100 kilómetros de Filadelfia, 1964.	Philadelphia Electric, Co.	40,000 kw
La Crosse Genoa, Wisconsin, a 27 Kilómetros de la Crosse, 1965.	Dairland Power Cooperation	50,000 kw
Bodega Bay, California 1968.	Pacific Gas and Electric Co.	313,000 kw
San Onofre, San Clemente, California, 1966.	Southern California Edison Co.	375,000 kw
Richland, Washington, 1966.	AEC and Washington Public Power Services System.	800,000
Malibu, Corral Canyon, California, 1967.	Los Angeles Department of water and power.	463,000 kw
Connecticut Yankee, Haddam-Neck , Connecticut, 1967.	Connecticut Yankee Atomic Power, Co.	463,000 kw.
Oyster Creek, Dyster Creek, New Jersey, 1968.	Jersey Central Power and Light Co.	575,000 kw.
Ubicación	Propietario	Capacidad
Elk River, Minnesota	Rural Cooperative Power Assosiation	22,000 kw

Ubicación	Propietario	Capacidad
Pathfinder, Rio Big Sioux, Dakota Falls 1964.	Northern States Power Company	58,500 kw
Piqua, Piqua, Ohio, 1964		11,400 kw
Big Rock Point, Lake Michigan, 1963.	Consumers Power Company	70,400 kw
Carolinas, Virginia, Carolina del Sur, 1964	Carolinas Virginia Nuclear Power Associates Inc.	1,700 kw
Three Mile Island, Pennsylvania	Babcock and Wilson	

*Fuente:* Francoz Rigalt, Antonio; *Los principios y las instituciones relativas al derecho de la energía nuclear*, instituto de investigaciones jurídicas, UNAM, México, 2004, p. 285-296.

### **2.3.1.2. Países no petroleros.**

#### **2.3.1.2.1. Alemania.**

##### **Eólica:**

La mitad de la nueva potencia de energía eólica de 5,381 mw instalados en el año 2003, ha sido efectuada en Alemania. Con las 1,703 nuevas instalaciones para generar energía eólica aumentó la cifra de las ya existentes en Alemania, llegando a un total de 15,387 alcanzando con ello una potencia total de 14,609 mw. Según las indicaciones de la Asociación Europea de Energía Eólica (EWEA), Alemania continúa asumiendo el papel principal dentro de Europa, seguida por España.

##### **"Central eólica flotante"**

A finales del 2006 se espera establecer una instalación de ensayo costa afuera con una base flotante. La instalación de energía eólica con una potencia de 2 mw se establecerá en una profundidad del agua de 26 metros en una ubicación al noreste de la isla Rügen en el Mar Báltico. Después de su prueba deberá ser integrada al parque eólico costa afuera "Ventotec Ost 2", que se está construyendo desde el 2005 y se espera que termine a finales de 2006 alcanzando una capacidad total de 600 mw.

Las áreas marítimas presentan ubicaciones ideales para la energía eólica en Alemania. Con velocidades medias del viento de 9m/s en una altura de 60 a 80 metros, las instalaciones de energía eólica suministran aproximadamente 40% más de corriente eléctrica que en el interior del país. Hasta el momento se autorizó en Alemania un total de cuatro parques eólicos costa afuera en un área más allá

del límite de 12 millas náuticas, de los cuales se terminarán dos dentro de los siguientes dos años.

“Después de un período de desarrollo y planificación conjunto que duró aproximadamente dos años y en el cual participaron el fabricante de instalaciones eólicas Vestas, la empresa desarrolladora de proyectos GHF/Ventotec, así como la empresa de asesoría Arcadis, empezará a operar ahora por primera vez una instalación con un fundamento flotante”<sup>57</sup>.

Las ventajas de esta base, son una reducción considerable de los costos de construcción y mantenimiento, ya que toda la producción previa, así como las reparaciones necesarias podrán efectuarse en el puerto dentro de un período mucho más corto.

### **Geotérmica:**

Sólo algunas regiones de Alemania disponen de potenciales geotérmicos, Incluso en una profundidad de varios miles de metros, las temperaturas alcanzan escasamente más de 130 °C. “Desde hace más de 30 años se operan ya las instalaciones de bombas térmicas que permiten la explotación de la geotermia en la cercanía de la superficie con aguas subterráneas y superficiales o de la tierra (incluso con temperaturas bajas) para la preparación de aguas calientes o la calefacción principalmente en casas particulares”<sup>58</sup>. Sin embargo, la geotermia en profundidad está poco a poco iniciando sus oportunidades de aplicación.

En Alemania, la explotación de la geotermia es una rama relativamente nueva dentro de las energías alternas. Actualmente, se deriva el calor proveniente del interior de la tierra en aproximadamente 30 instalaciones de tamaño mediano a mayor, a la red de calor a distancia (desde 1995 se efectúa el suministro de

---

<sup>57</sup> Arcadis group. [www.arcadis.gm](http://www.arcadis.gm)

<sup>58</sup> Geothermische Vereinigung e.V. [www.geotermie.gm](http://www.geotermie.gm)

calefacción a distancia para edificios habitacionales y comerciales mediante fuentes térmicas subterráneas). Actualmente son 1,300 hogares y 20 clientes comerciales que obtienen la calefacción a distancia a través de esta instalación, que opera con una potencia instalada de 16 mw. Aunque el aporte efectivo de la geotermia a la alimentación energética nacional es aún muy bajo con sus aproximados 400 mw de potencia instalada, representando el 0.02%.

#### “Central eléctrica geotérmica en Mecklemburgo-Pomerania/Alemania”

En noviembre de 2003, se inició la explotación de la primera planta eléctrica de geotermia en Alemania, en la provincia de Neustadt-Glewe (Mecklemburgo-Pomerania).

Para la generación simultánea de corriente eléctrica se estableció ahora una central geotérmica que se inserta previamente al proceso de la explotación de calor. “El potencial geotérmico disponible en la región se explota por primera vez para el propósito de la generación de corriente eléctrica en Alemania. Gracias al efecto doble de calor y corriente eléctrica, se realiza así un nuevo concepto para la generación combinada de calor y electricidad en base a la geotermia: La central que trabaja desde fines de 2003, es la primera de su tipo en Alemania”<sup>59</sup>.

En Neustadt-Glewe se efectuó una perforación de una capa de piedras con conductos de agua en una profundidad de 2,450 metros. Gracias a la perforación sube el agua termal con una temperatura de hasta 100°C hasta alcanzar la superficie de la tierra para llegar a una altura aproximada de 90 metros. “Una motobomba de aguas subterráneas eleva esta agua a cielo abierto para empujarla luego a un intercambiador de calor, que se encuentra en una central térmica hasta llegar a una segunda perforación. A través de esta perforación, se retorna el agua nuevamente hacia la capa de piedras, ahora enfriada y con una temperatura de

---

<sup>59</sup> Central eléctrica. [www.erdwaerme-kraft.de](http://www.erdwaerme-kraft.de)

aproximadamente 50°C<sup>60</sup>. La bomba variable en su velocidad de giro eleva solamente la cantidad de agua que se requiere para la demanda térmica de los consumidores.

La instalación ha sido concebida para una generación de energía térmica de 21,000 mw/horas por año y suministra el 93 % del calor total requerido.

La central térmica se complementa ahora por una central geotérmica para la generación de corriente eléctrica. Se alimenta con agua caliente con una temperatura de 98°C que proviene de una profundidad de 2,200 metros. La central geotérmica es capaz de satisfacer toda la demanda de energía eléctrica de los más de 500 departamentos de la ciudad de Neustadt-Glewe con sus 7,500 habitantes, suministrando una potencia de 1.4 mw/hora por año:

La central opera exclusivamente en los meses climáticamente más calientes cuando baja el consumo energético para la calefacción y el agua caliente, procediendo con su desactivación completa durante el invierno.

Este principio de la explotación de la energía geotérmica mediante la generación combinada de calor y electricidad ha llamado internacionalmente la atención en muchos aspectos. La central alemana trabaja con la temperatura de agua salina más baja del mundo entero. Resulta novedoso el procedimiento de refrigeración para la mezcla de propulsión de turbina: mientras que instalaciones similares se refrigeran por lo general mediante aire por ventiladores, en Neustadt-Glewe se optó por una refrigeración de retorno a través de dos torres de refrigeración industriales aplicando el método de la refrigeración por agua, que se alimenta por agua de pozo. Pero también el know-how<sup>61</sup> aplicado para la inyección del agua termal enfriada para su retorno hacia las capas de piedras profundas ha captado mucho interés, ya que es un proceso fundamental para no vaciar las

---

<sup>60</sup> DrillTec GUT GmbH. [www.drilltec.de](http://www.drilltec.de)

<sup>61</sup> Know-how: Conjunto de normas, métodos y experiencia en general que componen el "saber hacer" en cualquier negocio

capas de piedra subterráneas. Los interesados provienen entre otros de países como Hungría, Austria, Suiza, Rumania y Bulgaria. Actualmente, en estos países se procede con la conducción de las aguas frías hacia lagos y ríos.

#### “La perforación geotermal de mayor profundidad en Alemania”

El 6 de Febrero de 2004 se inició en Unterhaching en Baviera la perforación geotermal de mayor profundidad en Alemania y termino en abril de 2004, con el propósito de elevar aguas termales calientes desde una profundidad de más de 3,300 metros para la elaboración de calor a distancia y corriente para la comuna de Unterhaching (20,000 habitantes). De esta forma podrán producirse más de tres mw de potencia eléctrica y hasta 16 mw de potencia térmica.

Los costos totales del proyecto se estiman en aproximadamente 36 millones de euros. El fomento a través de subvenciones y préstamos especiales otorgados por el Ministerio Federal del Medio Ambiente, Protección y Seguridad de Reactores es de 4,8 millones de euros.

**Solar:****“Segundo proyecto solar en el terreno de un aeropuerto”**

Con una potencia proyectada de generación de corriente eléctrica anual de aproximadamente 1,4 millones de kw/horas, se puso en servicio al inicio de este año el segundo parque solar en un aeropuerto, ubicado en el terreno del Aeropuerto de Saarbrücken. Es una de las centrales solares más grandes de Alemania.

Las superficies sin uso obligatorio alrededor de las zonas de un aeropuerto se prestan excelentemente para el establecimiento de instalaciones solares de gran tamaño y asumen un papel importante para países con poca superficie sin uso alguno, como lo es el caso de Alemania. El parque solar de Saarbrücken ha sido desarrollado por la empresa Voltwerk AG en cooperación con la empresa City Solar AG, ejecutándose una instalación llave en mano por parte de la sucursal alemana de la empresa SunTechnics.

**“Construcción de la central solar fotovoltaica más grande del mundo”**

En los terrenos de la antigua planta de refinación de Lignito ubicada en el pueblo de Espenhain cerca de Leipzig, se construye actualmente la central solar fotovoltaica más grande del mundo "Leipziger Land", se le considera así porque cuenta con potencia instalada de 5 mw. La central es un proyecto cooperativo de las empresas Shell Solar GmbH y Geosol.

### “Puesta en operación de una instalación de energía solar”

Una de las instalaciones de energía solar más grandes del mundo entero se conectó a la red, en enero de 2004, en Neustadt Alemania. En una superficie total de 70,000 m<sup>2</sup> se montaron aproximadamente 7,000 de los módulos de alta potencia. Esta región es una de las regiones con mayor intensidad de radiación solar en el país. La instalación con una potencia de 2 mw podrá abastecer a 700 casas en forma duradera con energía.

#### 2.3.1.2.2. España.

##### **Solar:**

“Puesta en servicio de la primera planta eléctrica solar Dish/Stirling con alimentación en red”

Inició en mayo de 2002 en Sevilla una instalación térmicosolar autorizada para la alimentación de red, contando con la ayuda del Centro Alemán para la Aeronáutica y la Astronáutica (DLR). La puesta en servicio se llevó a cabo en el marco de la inauguración de la nueva fundación para la energía (el Centro para la Innovación y la Tecnología), el cual ha sido fundado por Andalucía y empresas de la industria energética de España. Los costos de inversión para la instalación ubicada en Sevilla se financian en un “50 % por el Ministerio Federal para el Medio Ambiente (BMU) en el marco del Programa de Inversión al Futuro (ZIP) y con otro 50 % por el Gobierno Federal de Andalucía. Los medios de remuneración obtenidos a través de la alimentación de red, deberá utilizarse principalmente para fines de mantenimiento y la atención científica de la instalación”<sup>62</sup>.

---

<sup>62</sup> Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). *Energy*. [www.dlr.de](http://www.dlr.de)

### 2.3.1.2.3. Islandia.

Islandia cuenta con experiencia amplia en el aprovechamiento de fuentes propias de energía alterna (60% del consumo nacional es cubierto por geotermia e hidroelectricidad), un equipo nacional con muchos años de investigación sobre el uso del hidrógeno como combustible, y un compromiso de largo alcance para el logro de una economía durable (lo que incluye la autosuficiencia energética). Con relación a esto último, los islandeses están manejando el siguiente interesante concepto: “Una economía cuya producción de energía y materia no excede sus capacidades regenerativas o de absorción.

#### **Hidrógeno:**

Durante los últimos años los rápidos desarrollos tecnológicos y la determinación de grandes corporaciones industriales como los fabricantes de autos y compañías petroleras, indican que el hidrógeno será el medio energético del futuro en el sector transporte. “Los islandeses han diseñado un calendario sistemático para la ejecución del Plan. Preveen “hidrogenizar” progresivamente los siguientes sectores; transporte urbano colectivo, privado (para toda la isla), y la flota pesquera, con un constante estrecho monitoreo de la retroalimentación de los usuarios a lo largo de todo el proceso. En 30-40 años se prevee la máxima hidrogenización de Islandia, incluyendo el uso de celdas de combustibles para mini-plantas eléctricas de múltiple uso y en reemplazo de las baterías convencionales en los aparatos electrónicos portátiles”<sup>63</sup>.

Para la ejecución del Plan, Islandia y sus socios extranjeros han creado la empresa Nueva Energía Islandia, donde además del gobierno de Islandia, participan las empresas transnacionales Shell, Daimler-Chrysler, Ballard, y Norks-Hydro, se encuentran también participando la comunidad empresarial y científica

---

<sup>63</sup>Bracho, Frank; *El futuro del petróleo y el futuro de PDVSA*. PDVSA/CIED, Caracas, agosto de 2001. pp. 26.

de la Isla. Al plan se le ha dado un respaldo de Estado con un acuerdo del Parlamento, además se ha añadido un financiamiento de la Unión Europea a fin de contribuir a financiar el programa piloto de Islandia en autobuses públicos propulsados por hidrógeno.

## **2.3.2. Países en vías de desarrollo.**

### **2.3.2.1. Países petroleros.**

#### **2.3.2.1.1. México.**

México posee un enorme potencial en fuentes alternas de energía. Esto se debe a que recibe una excelente radiación solar en una gran extensión territorial y alrededor de tres cuartas partes del territorio nacional son zonas áridas o semi-áridas con una irradiancia promedio mayor de 5.5 kw/hora/m<sup>2</sup> al día (es decir, más de 2,000 kw/hora/m<sup>2</sup>-año). Su extensión territorial de 2 millones de km<sup>2</sup> se localiza en la franja comprendida entre las latitudes norte 32°43' y 14°32'. Al oeste y al este está limitada por el Océano Pacífico y el Golfo de México, respectivamente, que producen lluvias ciclónicas a lo largo del año y varias zonas geográficas preferenciales de viento. Cuatro serranías captan todo el potencial pluvial ciclónico y las fallas geológicas volcánicas permiten el aprovechamiento de los recursos geotérmicos para la obtención de electricidad.

Las energías alternas cuentan con un potencial de desarrollo importante en materia de aplicaciones específicas, tanto en un contorno rural aislado de la red, como para calentar el agua que se emplea para uso doméstico como para rasurar el pico de la demanda en un contexto urbano de generación distribuida. Para este tipo de uso, la energía solar puede representar una importante fuente de energía. La Secretaría de Energía (Sener), en colaboración con la Comisión Nacional para el Ahorro de energía (Conae), el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y otras

dependencias federales ha venido trabajando en diversos programas para impulsar y regular su uso.

### **Biomasa:**

En México, sin que exista una evaluación precisa del universo de posibilidades de este tipo de recurso, existe un amplio potencial de aprovechamiento de las diversas formas de biomasa. Las comunidades rurales aisladas del país, satisfacen la mayor parte de sus necesidades energéticas con biomasa. Se estima que la leña provee cerca del 75% de la energía de los hogares rurales. En el sector agroindustrial, específicamente la industria de la caña de azúcar, se ha establecido un potencial de generación de electricidad, a partir del bagazo de caña, superior a 3,000 mw/h al año.

Actualmente, se tienen 12 permisos de la CRE (Comisión Reguladora de Energía) para instalar 135 mw en plantas de generación eléctrica a partir de biomasa.

### **Eólica:**

En México, el sureste, el norte y el centro son las regiones más apropiadas para colocar sistemas eólicos. Se estima que el potencial eoloeléctrico técnicamente aprovechable de México alcanza los 5,000 mw, lo que equivale a 14% de la capacidad total de generación eléctrica instalada actualmente. Este potencial tiene ahora mayores posibilidades de desarrollarse, por la disminución de sus costos que han llegado a ser casi competitivos con las energías convencionales y por las modificaciones a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento. En este sentido, resaltan los potenciales identificados en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, en la parte correspondiente a la costa del Pacífico. Se han identificado también sitios en los estados de Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Hidalgo, Quintana Roo y Zacatecas.

En nuestro país existe desarrollo tecnológico importante en relación con la generación de electricidad a partir del viento. En particular, resalta el trabajo del Instituto de Investigaciones Eléctricas, IIE, con más de 20 años de experiencia en el tema. . “En 1984 el IIE elaboró el primer mapa de vientos máximos en la República Mexicana, así como un sistema electrónico que permite conocer con bastante precisión las características fundamentales del viento en un lugar determinado. Recientemente, el IIE publicó el primer Atlas Eólico de la República Mexicana”<sup>64</sup>.

Por su parte, la CFE (Comisión Federal de Electricidad), a partir del conocimiento y de la experiencia desarrolladas en el IIE construyó y opera dos plantas eólicas piloto, con el objetivo de adentrarse en esta tecnología, reconocer sus ventajas y limitaciones, y validar su integración al Sistema Eléctrico Nacional.

En agosto de 1994, la CFE puso en operación una central eoloelectrónica de 1.5 mw de capacidad en La Venta, Oaxaca. En diciembre de 1998, entró en operación la central eólica Guerrero Negro que se ubica en la península de Baja California Sur y tiene una capacidad de 600 kw.

En algunos estados de la República tales como Chihuahua y Sonora, se utilizan sistemas eólicos para bombeo de agua denominados aerobombas, muy útiles en localidades rurales aisladas de la red de suministro, o cuyas condiciones geográficas impiden la electrificación convencional.

En México sólo existe un fabricante de aerobombas y otro de aerogeneradores. Estos últimos se producirán comercialmente después de la fase de prueba y demostración. Ya están instaladas dos unidades, una en el Ajusco, Distrito Federal y otra en la parte oeste de Michoacán.

---

<sup>64</sup> Tonda Mazón, Juan; *El oro solar y otras fuentes de energía*. Fondo de Cultura Económica, 1993, México p. 6.

Hay tres instituciones y una asociación civil dedicadas a la investigación y el desarrollo de la energía eólica en México: el IIE, la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco, la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN y el Grupo del Sol. De estas instituciones, la que presta más atención al desarrollo de la energía eólica es el IIE. Actualmente el IIE cuenta con un aerogenerador de velas para aplicaciones mecánicas, una aerobomba de tipo Savonius, una de 1.5 kw y un aerogenerador con rotor tipo Savonius de 200 watios (w).

También se encuentran en proceso de construcción un prototipo de aerobomba mecánica, del cual se instalarán dos aerobombas en San Rafael, San Luis Potosí.

El IIE posee la estación eoloenergética de El Gavillero, en Hidalgo. En ella se construyeron dos aerogeneradores, de 2 kw para vientos de 5 m/s, que abastecen de energía eléctrica a la comunidad, y también el IIE diseñó un aerogenerador denominado Albatros, con un rotor de 11 m de diámetro, que desarrolla una potencia de 8.5 kw.

El alto costo de los aerogeneradores y las aerobombas representa actualmente la desventaja fundamental para integrarlos; lo mismo sucede con el sistema de almacenamiento de energía.

Finalmente, y desarrolladas con capital privado, se tienen 5 permisos de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), para instalar 148 mw a partir de energía eólica.

**Proyectos eoloeléctricos privados en México (2004)**

Proyecto	Capacidad (mw)	Modalidad	Localización	Condición
Eólica del Istmo	150	Autoabastecimiento	Oaxaca	Cierre Financiero
Eléctrica del Valle de México	180	Autoabastecimiento	Oaxaca	Desarrollo
Parque Ecológicos de México	100	Autoabastecimiento	Oaxaca	Desarrollo
Baja California 2000	60	Autoabastecimiento	Baja California	Desarrollo
Fuerza eólica de Baja California	300	Exportación	Baja California	Desarrollo
Fuerza eólica de Guerrero Negro	5	Pequeña producción	Baja California	Desarrollo

*Fuente:* Olivares Villegas, Juan Jose. "Viento, sopla más fuerte", *Energía hoy*, El despertador, S.A. de C.V. México, Abril de 2004, *núm. 1*, p. 65.

## Hidráulica

En el 2005, la energía hidráulica aportaba 14.4 % de la generación de electricidad en nuestro país. El potencial nacional hidráulico de acuerdo con estudios realizados por la Conae y la CFE, de alrededor 3,000 mw. Tan sólo para una importante región montañosa de México, comprendida entre los estados de Veracruz y Puebla, se han identificando 100 sitios de aprovechamiento que alcanzarían una generación de 3,570 gw/h anuales, equivalentes a una capacidad media de 400 mw. Es importante señalar que las condiciones del entorno a esta tecnología han cambiado, permitiendo que su aplicación sea una alternativa viable en muchos casos. Los cambios en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento así como el incremento en los costos de los energéticos convencionales y la demanda creciente de energía eléctrica así lo indican.

Actualmente, en México existen minicentrales en operación en la CFE, Luz y Fuerza del Centro, LFC, y en los sistemas independientes de particulares.

### Centrales en operación en México

Institución o Empresa	Número de centrales	Número de unidades	Potencia instalada (mw)	(%)	Generación media (gw/h)	(%)
CFE	13	30	21.7	28.4	70.3	32
LyFC	9	14	11	14.4	32	14.4
Independientes	61	77	43.5	57	118	53.5
TOTAL	83	121	76.3	100	220.2	100

*Fuente: Estudio de la situación de la hidráulica nacional y potencial en una región de los estados de Veracruz y Puebla, Conae, 2005.*

**Nuclear:**

México cuenta actualmente con cuatro instalaciones nucleares en operación: La central Nucleoeléctrica Laguna Verde (CNLV), el reactor de investigación TRIGA MARK-III en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares y dos ensambles en la Universidad Autónoma de Zacatecas y en el Instituto Politécnico Nacional. De estas la más antigua e importante es la CNLV, en “1957 se autorizó a la Comisión Nacional de Electricidad (CFE) para adquirir su primera planta nucleoelectrica de 654 mw, para instalarse entre Tuxpan y Tecolutla, en un lugar llamado Laguna Verde en el Estado de Veracruz”<sup>65</sup>.

La CNLV, cuya capacidad efectiva a la fecha es de 1,365 MW está integrada por dos unidades generadoras que operan en carga base con factores de capacidad de 90 por ciento y contribuyen con cerca del 5 por ciento de la generación total de energía en el Sistema Eléctrico Nacional, de manera confiable y segura. Actualmente dicha central está certificada con los estándares de calidad ISO-9001 e ISO-14001.

**Solar:**

En México, existen actividades tendientes al aprovechamiento de la energía solar y sus diversas manifestaciones desde hace varias décadas, aunque es particularmente significativo el avance e interés de instituciones e industrias en las últimas tres, periodo en el que se han desarrollado investigaciones y diversos proyectos, prototipos, equipos y sistemas para el mejor aprovechamiento de las energías alternas.

---

<sup>65</sup> Francoz Rigalt, Antonio; *Los principios y las instituciones relativas al derecho de la energía nuclear*, instituto de investigaciones jurídicas, UNAM, México, 2004, p 290.

Resalta la investigación y desarrollo en energías renovables que arranca en la mitad de la década de los setentas y que continúa hasta la fecha. En este sentido, son importantes las actividades de universidades e institutos del país. Igualmente importante ha sido el trabajo de difusión y promoción de la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), la cual ha unificado a esta comunidad, particularmente a través de sus semanas y reuniones nacionales celebradas anualmente desde 1977.

Por otro lado, son importantes los trabajos para la manufactura y comercialización de equipos y sistemas relacionados con las energías alternas, en donde resalta la gran cantidad de fabricantes de calentadores solares planos en el territorio nacional.

El conocimiento general que se tiene de la energía solar en nuestro país indica que más de la mitad del territorio nacional presenta una densidad en promedio energética de 5 kw/h por metro cuadrado al día.

En México se fabrican calentadores solares planos desde hace más de cincuenta años y en la actualidad existen cerca de 50 fabricantes registrados de estos equipos. Igualmente, la investigación sobre este tema es amplia y existe un gran número de ingenieros y técnicos que pueden diseñar este tipo de sistemas. Esto se ha reflejado en el crecimiento de la producción de calentadores solares planos desde 1997, habiéndose logrado para 1999, 35,000 m<sup>2</sup> instalados. De esta manera, en 1999, se contaba en el país con 328,000 m<sup>2</sup> de este tipo de sistemas, la mayoría de ellos instalados en la Ciudad de México, Guadalajara, Cuernavaca y Morelia.

En México existen instalaciones de colectores solares, resaltando la que se construyó en el Instituto de Ingeniería de la UNAM a principios de los años ochenta en la Ciudad de México, y que ha sido la base para investigaciones posteriores en nuestro país. Actualmente, esta tecnología se desarrolla en México

en cuando menos dos centros de investigación aplicada y en una universidad: el Instituto de Investigaciones Eléctricas, IEE; el Centro de Investigaciones en Energía, CIE, de la UNAM y en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México.

En el contexto nacional, los pioneros en el desarrollo de tecnología de generación de electricidad, a partir de celdas fotovoltaicas, fueron investigadores del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), quienes desarrollaron una pequeña planta piloto con una capacidad de producción de fotoceldas que permitió, en los años setentas, proveer de electricidad a un número significativo de aulas dentro del sistema nacional de telesecundarias.

A través de un esfuerzo del gobierno federal dentro del Programa Solidaridad, y mediante la participación de instituciones como Comisión Federal de Electricidad (CFE), y los Gobiernos estatales y municipales, entre otros, se instalaron en México alrededor de 40,000 sistemas fotovoltaicos, y otros 10,000 por la iniciativa privada, para proveer de electricidad a zonas alejadas de la red eléctrica. Esto ha permitido que miles de pequeños poblados cuenten con iluminación eléctrica durante las noches y, en algunos casos, con electricidad para bombeo de agua. Igualmente, el uso de estos sistemas se ha generalizado para la comunicación en sistemas de auxilio e iluminación en carreteras federales, para dar energía a estaciones del sistema de comunicación por microondas y a la telefonía rural. Asimismo, en México se aplican ampliamente los sistemas fotovoltaicos en sistemas de comunicación telefónica rural. La capacidad instalada en sistemas fotovoltaicos en México, según datos de la ANES, fue de 0.9 mw para el año de 1999, con lo que el acumulado, hasta ese mismo año, es de 12.92 mw.

### 2.3.2.2. Países no petroleros.

#### 2.3.2.2.1. Brasil.

Brasil es el país número uno en Sudamérica en el fomento simultáneo de fuentes energéticas alternas, como la fuerza hidráulica, solar, eólica y la biomasa.

#### **Biomasa:**

El bagazo de caña es una fuente importante de energía, Brasil es el mayor productor mundial de azúcar a partir de esa materia prima, pero de la caña también se extrae el alcohol que, mezclado con gasolina o como combustible sin otro aditivo, se utiliza como carburante de automóviles. La Unión de la Agroindustria Cañera de San Paulo, “que concentra la mayor parte de la producción de azúcar y alcohol en el país, cree que el bagazo podría proveer diez por ciento del consumo anual brasileño de energía eléctrica, calculado en 300,000 gigavatios (gw)/hora (un gw= 1,000 millones de watos)”<sup>66</sup>.

La industria azucarera quema tradicionalmente bagazo para generar energía de consumo propio. Pero ya puede vender la electricidad excedente a empresas de distribución, por el sistema de cogeneración.

La potencia instalada en la industria azucarera alcanza a 700 mw, poco más de uno por ciento del total nacional, según Marcos Freitas, superintendente de hidrología de la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (Aneel), órgano regulador estatal. Una parte ya es vendida.

---

<sup>66</sup> Osava, Mario; “Crisis energética fomenta fuentes alternativas”, *El Tierramérica*, Brasilia, 5/11/2000.

La producción de energía a partir del bagazo presenta la dificultad de su costo, se necesita de grandes inversiones. Por eso, sólo las grandes centrales azucareras pueden competir en el mercado energético. Además, la generación no es continúa, porque el sector del azúcar no opera más que seis meses al año. Las ventajas son ambientales, ya que se reduce la emisión de dióxido de carbono, principal causa del calentamiento de la tierra; también crea empleos.

Además del bagazo, se estudia el aprovechamiento de los desechos del arroz en el sur y residuos de otros granos y de productos forestales, como papel y celulosa.

### **Eólica:**

El desarrollo de tecnología para usar el viento como energético en Brasil esta empezando, el Centro Brasileño de Energía Eólica, radicado en la ciudad de Recife, afirma que esta es la energía alterna más barata, es cuatro veces más barata que la solar.

El Centro participa en la preparación de un Atlas Eólico nacional, con la geografía de los vientos e identificación de su velocidad. El desarrollo de la energía eólica exige encontrar los vientos adecuados. La única limitación es el espacio que deben ocupar las turbinas.

Es una fuente importante de electricidad en el noreste, donde falta agua y es poca la biomasa disponible.

Dos centrales independientes generan 15 mw de energía en Ceará, uno de los nueve estados del noreste, y venden su producción a la empresa local distribuidora de electricidad.

El Centro investiga la posibilidad de abastecer con energía eólica a los 2,300 habitantes de la isla de Fernando de Noronha, importante como punto turístico y en materia de defensa en la costa del océano Atlántico. El propósito es sustituir el diesel, un combustible contaminante derivado de petróleo.

Pero es aún prácticamente nula la participación de la energía eólica en la electricidad consumida en Brasil. Las turbinas son importadas, aunque una empresa alemana instaló cerca de San Paulo una fábrica para producirlas cuando haya mercado suficiente.

### **Hidráulica:**

El gobierno de Brasil sigue enfocando sus prioridades en la obtención de energía a través de la fuerza hidráulica. Para satisfacer las crecientes demandas de suministro de energía, se planifica la construcción de diques de contención. Esta decisión que se presentó en Junio en Bonn en un Protocolo de Estrategias en la Conferencia Internacional para Energías Renovables (2004).

La generación de corriente eléctrica del país se basa principalmente en la fuerza hidráulica. Más del 80 % del consumo neto de corriente eléctrica provienen de esta fuente, generada casi exclusivamente por parte de plantas de tamaño mediano y grande.

El Ministerio de Medio Ambiente de Brasil efectúa investigaciones científicas para evaluar los proyectos constructivos en función de su contexto hidrológico, ecológico y social para analizar a continuación sus posibles efectos consecutivos - y esto aún antes de la fase de la aprobación.

### 2.3.2.2.2. Colombia.

#### **Eólica:**

#### Puesta en servicio del primer parque eólico de Colombia

Ubicado en el desierto colombiano (Guajira), se activó en diciembre de 2003 el parque eólico "Jepirachi" con una potencia de 19,5 mw. "La suma de la futura generación anual de energía por parte de las 15 instalaciones de viento intenso se estima en 82 millones de kw/horas"<sup>67</sup>. Las extensas planificaciones, así como los estudios de rentabilidad y compatibilidad ecológica se realizaron con ayuda del Programa de Energía Eólica Terna con la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ).

Desde hace tiempo, el área de la costa caribeña es conocida como ubicación ideal para un parque eólico: Un período de tres años de mediciones eólicas realizadas por la empresa colombiana de generación de corriente Empresas Públicas de Medellín (EPM) indicaron velocidades del viento de 10 m/s en una altura de 50 metros como media anual con sólo leves variaciones en el transcurso del año.

A pesar de las condiciones geográficas óptimas, el establecimiento del parque eólico no ha sido fácil, puesto que el área se encuentra en la zona de protección de los indios Wayúu; pero finalmente pudo firmarse un contrato entre los Wayúu y las EPM en que se acuerda la otorgar los derechos de explotación de la tierra, ofreciendo por parte de las EMP como equivalente una serie de prestaciones de compensación para la población que vive en esta región, entre los cuales se encuentra la construcción de una planta desalinizadora para fines de un suministro de agua potable.

---

<sup>67</sup> Nordex AG. [www.nordex-online.com](http://www.nordex-online.com)

Sin embargo, el parque eólico "Jepirachi" no podrá operarse rentablemente al no experimentarse una modificación de la política de precio de corriente eléctrica en el mercado nacional liberalizado. El actual presidente del país, Álvaro Uribe prometió un cambio en la política energética mediante la introducción de una nueva ley de entrega de energía a la red, ya que Colombia es un país que cubre hasta hoy en día su demanda energética en dos terceras partes a través de las plantas hidroeléctricas, lo que implica como consecuencia, frecuentes atascamientos de suministro durante los períodos prolongados de sequía. Las EPM ya montaron nuevas instalaciones de medición en la península de Guajira.

### **2.3.2.2.3. China.**

China es el segundo productor más grande de energía eléctrica en el mundo. Debido al aumento pronosticado de la demanda por energía eléctrica (generado por el crecimiento demográfico y la industrialización) se incluyó como meta en el más reciente plan quinquenal, la intensificación de la capacidad de generación de corriente a 390 mw hasta el año 2006. "A pesar de que los recursos y el potencial para la utilización de energías alternas son buenos y, en algunos sectores excelentes (hidráulico y eólico), aún se genera más de un 80 % de la electricidad en centrales térmicas convencionales, por lo general, a base de carbón, 18 % en centrales hidroeléctricas, y menos del 1 % provienen de fuentes de energía no convencionales alternas"<sup>68</sup>.

Los problemas ecológicos han adquirido una enorme dimensión en China. A raíz de la contaminación del medio ambiente se producen en el país pérdidas económicas anuales de, aproximadamente, un 8 % del producto social bruto. Contribuye a esto la contaminación del aire con un 32,5 %, la contaminación del agua con un 41 % y la contaminación de los suelos con un 26 %, según indicaciones del Ministerio del Medio Ambiente.

---

<sup>68</sup> Cámara de Comercio Exterior. [www.ihk.de/diht](http://www.ihk.de/diht)

Las medidas de protección del medio ambiente cobran cada vez más importancia en el ámbito industrial y comunal. Las ciudades perfeccionan sus sistemas de eliminación de residuos y modernizan los métodos de eliminación de basuras domésticas.

Además, el nuevo principio base de los planes quinquenales de Pekín apuesta a un “desarrollo durable”, considera cada vez más las energías alternas

#### “Parque de energías renovables en Tianjin/China“

En Tianjin se está desarrollando un "Parque de energías renovables", se inició y planificó por la Asesoría Empresarial Alemana Wilfried Scholz (Grevenbroich), la cual asume una función de intermediador entre la administración china y las empresas alemanas.

“El nuevo parque con concentración en la energía eólica formará un centro de competencia chino-alemana en el cual pueden informarse los inversores chinos acerca del estado actual de las tecnologías en la utilización de energías alternas”<sup>69</sup>, lo cual permitirá también la adquisición de productos. Por parte del gobierno chino se fomenta el establecimiento de sucursales comerciales extranjeras y particularmente la cooperación con empresas socias chinas.

---

<sup>69</sup> Frank Scholwin. *Energy from Biomass Status and Opportunities*. p. 18.

Un primer componente del parque forma el joint-venture<sup>70</sup> acordado en diciembre de 2003 entre las empresas Repower Systems AG alemana y la Tianjin Hi-Tech Holding AG china, para la producción de plantas generadoras de fuerza eólica. Ya existe un pedido de trabajo para la construcción de un parque de energía eólica en el interior de Mongolia. “Hasta el año 2008, la empresa Repower Systems AG planifica en China el establecimiento de otros parques eólicos con una capacidad instalada de un total de 300 mw”<sup>71</sup>.

### **Biomasa:**

Se construyeron varias plantas modernas que convierten desechos en fertilizantes y materiales de construcción o los procesan térmicamente para la obtención de energía. Es cierto que China es uno de los países más importantes en la aplicación de sistemas anaerobios de gasificación de biomasa, sobre todo en pequeñas plantas en el área agrícola, pero sólo existen unas 150 plantas de mayor tamaño para el procesamiento de aguas residuales industriales.

“Sistema combinado de tratamiento de aguas servidas para la depuración de aguas residuales de una destilería”

La destilería Jiu Chang en Qingdao (provincia de Shangdong) produce, aproximadamente, 10.000 toneladas de alcohol por año. Hasta ahora, las aguas residuales que se produjeron fueron vertidas, sin tratar, en aguas de superficie. En 1999, el gobierno provincial le impuso la condición a la empresa de instalar una planta de tratamiento para las aguas residuales con obtención de energía.

---

<sup>70</sup> Joint venture se define como: La alianza entre dos o más socios para adquirir la propiedad de una empresa internacional.

<sup>71</sup> Repower Systems. *Renewable Energy for the future*. [www.repower.de](http://www.repower.de)

En el marco de un proyecto de las Naciones Unidas se construyó en Qingdao una moderna planta de tratamiento con producción de energía comercial, que es considerada como proyecto modelo para el sector de destilerías en China. “El proyecto fue financiado por el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), el gobierno provincial de Shangdong, así como por los gobiernos australiano y holandés. La planificación y realización del proyecto se encomendó a la empresa alemana ECB Enviro Berlin AG en diciembre de 1999”<sup>72</sup>.

Para Qingdao se utilizará un sistema combinado de fermentación anaerobia de dos etapas y tratamiento aerobio posterior. Después de un tratamiento previo, en el que se extraen los sólidos, el agua residual llega a la etapa anaerobia. Esta etapa del proceso consiste en un reactor CSTR (Completely Stirred Tank Reactor) de 2,200 m<sup>3</sup> y un reactor UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor) de 1,350 m<sup>3</sup>. Después de la etapa anaerobia, el agua residual a tratar llega, a través de una separación de sólidos/líquidos, a la etapa aerobia del proceso. En Qingdao, ésta consiste de dos reactores SBR (Sequencing Batch Reactor), cada uno de 1,060 m<sup>3</sup>. Desde esta última etapa, el agua residual purificada es encauzada a la corriente de agua receptora.

En Qingdao, el biógas que se forma en la etapa anaerobia, es quemado en una caldera y se utiliza para la generación de vapor. Con el biógas producido se puede generar, aproximadamente, el 50% de la energía térmica necesaria para la destilería. Los sólidos y lodos separados se utilizan como aditivos para fertilizantes.

---

<sup>72</sup> ECB Enviro Berlín AG. [www.ecbag.de](http://www.ecbag.de)

La totalidad de los componentes de equipo y de construcción metálica fue ejecutada por empresas chinas.

“El volumen de inversión para el proyecto total aproximado es de 1,3 millones de euros. Este marco pudo ser mantenido sólo por la participación de proveedores locales chinos”<sup>73</sup>.

La utilidad del reactor de Qingdao se debe sobre todo al tratamiento no contaminante de las aguas residuales provenientes de la destilería, en unión con el simultáneo aprovechamiento del biogás obtenido en el proceso de producción industrial.

### **Eólica:**

“Parques eólicos se conectan a la red eléctrica”

El potencial de fuerza eólica chino se ubica en el primer lugar mundial. Con varios programas de fomento, el gobierno chino impulsa la construcción de parques eólicos de gran potencia e incluyó la intensificación de la producción de energía eléctrica por fuerza eólica en el plan quinquenal actual (2001 - 2006).

China dispone de un potencial enorme de energía eólica, que podría aprovechar el país en sus costas, así como en sus provincias ubicadas en el norte y oeste. Actualmente se encuentran instalados parques eólicos con una potencia aproximada de 400 mw. Se espera al menos una triplicación de la potencia de los parques eólicos para el año 2006, aumentando la tasa de energía eólica hasta el año 2015 a un 5 % de la capacidad total de generación de electricidad.

---

<sup>73</sup> BfAI (Bundesagentur für Außenwirtschaft / Agencia Federal de Comercio Exterior). [www.bfai.com](http://www.bfai.com)

El énfasis que pone el gobierno chino en esta meta declarada, es notorio por el hecho que desde mediados de los noventa se permite y busca una inversión directa mediante capital extranjero exclusivamente en el rubro de la generación de electricidad.

En 1995 el gobierno chino elaboró un programa nacional en favor de la energía eólica con la meta de alcanzar una potencia de 1000 a 2000 mw. Bajo el título “Double-Increase” se trabajó en el levantamiento de tres grandes parques eólicos. Joint-ventures con socios extranjeros debían fomentar la producción local de grandes plantas de energía eólica en el marco de un segundo proyecto denominado “Ride-the-wind”.

Después de que la empresa alemana Nordex AG evaluó el potencial eólico chino en el transcurso de los ochentas, probando también turbinas eólicas de menor tamaño, se fundó en el año 1998 el Joint-venture Xi’an Aero Engine Co. Con esto se formó la base para los departamentos de comercialización y soporte técnico. En esta etapa de exportación la meta consistió en el desarrollo y financiamiento de un modelo mayor para un parque eólico.

En Yingkou, en la provincia costera occidental Liaoning, “la empresa alemana Nordex-AG erigió dos parques eólicos con un total de 31 equipos de fuerza eólica”<sup>74</sup>. El marco del proyecto abarcó el suministro de las turbinas, el diseño del parque eólico, la realización del montaje, servicio y mantenimiento.

Una gran parte del equipamiento técnico (salas de máquinas, aspas, torres) fue fabricada por las empresas subsidiarias de Nordex en China. Los trabajos de mantenimiento y servicio se realizan por parte de especialistas de la empresa Nordex Shanghai. “Los costos de inversión ascienden a 18 millones de dólares. En

---

<sup>74</sup> Nordex AG. [www.nordex-online.com](http://www.nordex-online.com)

el proyecto de Yingkou cooperaron entre otros: LM Glasfiber Tianjin, Balke-Dürr Zhangjiakou, Installation Co. of Yingkou WP, Mita Control”<sup>75</sup>.

La electricidad ecológica obtenida gracias a las modernas aspas eólicas se suministra a la red central de electricidad de la región sin haber creado emisiones adicionales de dióxido de carbono o bien de otras sustancias nocivas.

### **Hidráulica:**

China posee el mayor potencial de fuerza hidráulica en el mundo, que aporta un 18 por ciento a la producción de energía eléctrica actual. Sin embargo, las grandes reservas de fuerza hidráulica están localizadas principalmente en el oeste del país, lo que dificulta la utilización para otras zonas, considerando la enorme amplitud del extenso estado chino.

### **Nuclear:**

En la actualidad, China ya tiene establecidas tres centrales nucleares, situadas en Qinshan en la provincia de Zhejiang, Dayawan en la provincia de Guangdong y Tianwan en la provincia de Jiangsu. “La capacidad instalada de estas tres grandes centrales nucleares llegará a 8,700,000 kilovatios en los próximos 3 años”<sup>76</sup>.

Según el Grupo de Industria Nuclear de China, la construcción de centrales nucleares de China se ha desarrollado con rapidez en los últimos 20 años. En primer lugar la Central Nuclear de Qinshan, y la Central Nuclear de Dayawan fueron construidas y puestas en operación; acto continuo, la unidad generadora número 1 de la obra de segunda etapa de la Central Nuclear de Qinshan, y las unidades generadoras número 1 y 2 de la Central Nuclear de Ling'ao, situada

---

<sup>75</sup>BfAi (Oficina Federal de Información para el Comercio Exterior). [www.bfai.com](http://www.bfai.com)

<sup>76</sup> Diario del Pueblo. <http://spanish.peopledaily.com.cn>. 9/11/2002.

también en Dayawan de Guangdong, se pusieron a conectarse con la red suministradora de energía eléctrica; ahora, la unidad generadora número 1 de la obra de tercera etapa de la Central Nuclear de Qinshan casi se ha terminado, mientras otros 4 equipos de generadores podrán ponerse en operación de manera sucesiva dentro de 3 años. Hasta entonces, la capacidad instalada de las grandes centrales nucleares de China llegará a 8.700.000 kilovatios, y la proporción de la energía nuclear en la producción de energía eléctrica será 3 %.

Con la promoción del desarrollo de la energía nuclear, China ha establecido un completo sistema de circulación de combustibles nucleares, desde la exploración y explotación de yacimientos de uranio, la separación isotópica de uranio, elementos de combustibles nucleares hasta el tratamiento de residuos nucleares. En los últimos años, se ha adoptado la tecnología avanzada en el tratamiento de uranio natural; se ha materializado la producción nacional y en serie de elementos de combustibles; también se han introducido de manera inicial métodos avanzados en la producción de uranio enriquecido, elevando a saltos la capacidad de producción y el nivel técnico en los eslabones cruciales de la industria de combustibles nucleares de China.

#### **2.3.2.2.4.Etiopia.**

##### **Solar:**

La fundación alemana para la energía solar Solarenergie inició en Octubre de 2004 conjuntamente con la fundación Seres humanos para seres humanos en Etiopía el proyecto piloto "Luz en chozas". En un primer paso, se equipará con estaciones solares un total de 30 Tukuls (chozas) y una estación de salud en el distrito de Merhabete ubicado al norte de la capital Addis Abeba. Los sistemas solares serán gratuitamente puestos a disposición por la fundación para la energía solar Solarenergie. La instalación y el mantenimiento se realizarán por parte de los instaladores eléctricos de Etiopía, los cuales son instruidos por parte de Seres humanos para seres humanos.

Un segundo componente del proyecto piloto consiste en la alimentación de corriente solar para las estaciones de salud distribuidas en todo el país. Para esto deben reemplazarse los refrigeradores destinados para la conservación de los medicamentos y que trabajan actualmente con diesel, por sistemas solares de refrigeración con optimización energética.

Los sistemas solares serán puestos a disposición por la fundación para la energía solar Solarenergie sólo como medida de ayuda inicial. La continua operación de las instalaciones se efectuará a través del cobro de una tarifa para la utilización que se orienta según el precio de petróleo. Los costes del proyecto ascienden a aproximadamente a 45,000 euros. Para su financiamiento, la fundación para la energía solar Solarenergie requiere de donaciones.

### 2.3.2.2.5. Filipinas.

#### **Geotérmica:**

“Sistema de medición para fuentes energéticas geotérmicas“

En la isla filipina de Leyte se efectúa desde hace un año ya la prueba de un novedoso sistema de medición, con el cual se podría mejorar en el futuro decisivamente la evaluación y exploración de fuentes energéticas geotérmicas. "Epos 1" es el nombre de este sistema que se compone de diferentes partes y que ha sido desarrollado por la empresa alemana Sarad GmbH Dresden.

Filipinas explota su abundante potencial energético subterráneo ya desde hace muchos años en forma intensa, tanto en la generación geotérmica de corriente eléctrica como también en la cuota de energía generada a través de la geotermia en el consumo neto nacional de corriente eléctrica (más de 20 %), un segundo lugar a escala mundial. El objetivo de planificación del gobierno filipino es el aumento de la generación de 9,900 GWh a 13,865 GWh hasta el año 2008. El campo geotermal de mayor superficie es Tongonan en la isla de Leyte.

Las reservas geotermales experimentan modificaciones en el transcurso de los años a causa de una gran cantidad de factores influyentes. Epos 1 sirve para la observación y medición de estos desarrollos. Después de la fase de prueba, se planifica aprovechar el sistema entre otros para el cálculo de la cantidad óptima de alimentación de agua fresca para la manutención duradera y exploración mejorada de las fuentes energéticas. El socio filipino de la empresa alemana Sarad GmbH es la Philippine National Oil Company - Energy Development Corp. (PNOC-EDC). El proyecto piloto es una medida del programa Public Private Partnership de la Sociedad Alemana para Inversión y Desarrollo (DEG).

### **2.3.2.2.6. Kenia.**

#### **Biomasa:**

##### **“Corriente de biomasa para una empresa lechera en Kenia”**

Probablemente en este año, en una lechería en Kilifi, ciudad keniana ubicada en el borde del Océano Indio, podrá generar la corriente requerida a base de los propios productos residuales. La empresa alemana AgriKomp de Weidenbach comenzó en agosto de 2004 la construcción de una instalación de biógas destinada a una empresa de tamaño mediano. La empresa AgriKomp GmbH se ha especializado en la tecnología anaeróbica para la generación de biógas y cuenta con amplias experiencias en la planeación y construcción de instalaciones completas, en el desarrollo de componentes, así como en la comercialización de servicios.

Al igual que en muchos otros países africanos, también en Kenia, la carencia de electrificación de las regiones rurales y la alimentación inestable de la corriente eléctrica incluso en zonas de concentración, presenta un obstáculo decisivo para cualquier empresa en el sector productivo. La instalación de biógas significa independencia para la empresa lechera de la red pública de suministro de corriente eléctrica, aportando adicionalmente al reciclaje ecológico de sus residuos. Instrucciones técnicas en el país, talleres y programas de asesoría pretenden fomentar la introducción de la tecnología después de terminar ésta y otras posibles instalaciones, ayudando así no sólo a empresas individuales, sino también constituye un aporte al desarrollo regional.

“El proyecto es una medida de la GTZ (Sociedad Alemana para Cooperación Técnica). En los programas se trabaja conjuntamente y de la mano con las organizaciones dedicadas a la política de desarrollo, así como empresas particulares. Los proyectos propuestos se planifican, financian y realizan conjuntamente”<sup>77</sup>.

### **2.3.2.2.7. Namibia.**

#### **Solar:**

Namibia es un país extenso, poco poblado, ubicado en la costa sudatlántica de África. El clima soleado ofrece las mejores condiciones para la electrificación de las zonas alejadas mediante sistemas solares autárquicos tipo isla. La gran mayoría de los 1,8 millones de habitantes no tiene acceso al abastecimiento eléctrico público, en especial las regiones rurales. En el pasado se enfatizó particularmente la electrificación de los núcleos urbanos. Luego de la independencia en 1990, el gobierno de Namibia elaboró un plan maestro para el suministro rural de energía eléctrica. A causa de las grandes distancias y la baja densidad de la población, se planifican tanto las aplicaciones aisladas e independientes de la red, así como la extensión de la red existente de energía eléctrica.

Para los 1,3 millones de namibianos que viven lejos del suministro público de energía eléctrica, los sistemas de islas solares ofrecen las mejores condiciones. El clima soleado convierte la aplicación de la tecnología fotovoltaica en una alternativa competitiva para la producción de energía eléctrica particularmente en regiones rurales. Según la región, varía la cantidad de días soleados por año del norte al sur de 280 a 340 días. Lejos de la red de energía eléctrica, la tecnología fotovoltaica se presta también como fuente energética para bombas de extracción para el abastecimiento de agua.

---

<sup>77</sup> Public-Private Partnerships (PPP) [www.gtz.de/ppp](http://www.gtz.de/ppp)

Actualmente el gobierno de Namibia apoya y promueve dos proyectos diferentes para sistemas descentralizados y aislados de tecnología fotovoltaica. El primer proyecto apunta al desarrollo estatal de sistemas de islas autárquicas para el abastecimiento de electricidad particular. En esto se ofrece a los usuarios finales la adquisición de sistemas de electricidad solar estandarizados y preconfeccionados. El segundo proyecto apoya la ampliación de sistemas de islas descentralizados y autárquicos a través de las empresas de abastecimiento de energía en Namibia.

Para el mercado africano, la firma de tecnología solar alemana SunTechnics ha desarrollado equipos fotovoltaicos móviles (equipos solares PowerCan), que pueden ser adquiridos, y arrendados a los usuarios finales, por empresas abastecedoras de energía privadas. El empleo de estos sistemas no sólo permite el abastecimiento básico de los hogares rurales con energía eléctrica sino, al mismo tiempo, sirve como fuente de energía para la alimentación de bombas de agua de accionamiento eléctrico. La facturación del consumo de energía eléctrica se realiza mediante un procedimiento de prepago que es apreciable para el consumidor final y seguro para el inversionista. El sistema de prepago es aplicable a otros países en vías de desarrollo en todo el mundo.

La empresa SunTechnics de Hamburgo planifica e instala equipos fotovoltaicos completos con garantías de rendimiento. La asistencia local se realiza a través de una red mundial de distribución.

El precio para un sistema completo depende de las condiciones básicas concretas y la cantidad solicitada de unidades. En Namibia, los gastos por unidad son de 600 Euros.

El sistema Solar Home posibilita la puesta en servicio de electricidad en regiones remotas de Namibia. En el distrito administrativo de Ovitoto ubicado en el norte, así como en la ciudad Oschakati, hasta fines de 2002 se beneficiaron más de 300 hogares con un nuevo proyecto. Los sistemas solares aportan fundamentalmente en el mejoramiento de la calidad de vida de los hogares rurales. Simultáneamente, el abastecimiento de electricidad entrega un impulso al desarrollo económico en el campo y aporta a la protección del medio ambiente de Namibia que sufre bajo la deforestación de los bosques.

#### **2.3.2.2.8. Sri Lanka.**

##### **Hidroeléctrica:**

El estado isleño de Sri Lanka es propicio para la utilización de la fuerza hidráulica como fuente de energía: los numerosos ríos transportan masas de agua desde la región altiplánica, a través de grandes desniveles, hacia el mar, durante todo el año. Aprovechándose de estas circunstancias naturales, se construyeron en la isla innumerables embalses y estanques de regadío que sirven para la irrigación de las superficies de cultivo agrario en las regiones de escasas lluvias y, además, se encargan de una gran parte de la generación de energía eléctrica nacional. Desde hace ya decenios, Sri Lanka apuesta a la utilización de su gran potencial de aguas propias para la obtención de energía eléctrica y para la irrigación. Sin embargo, mientras en 1994 se pudo cubrir el 93% del requerimiento energético nacional mediante la fuerza hidráulica, tres años más tarde decreció a 70%.

Para poder enfrentar la creciente demanda, mantener bajas las importaciones de petróleo de altos costos y para restringir el daño que causa la deforestación para la obtención de leña, Sri Lanka sigue dependiendo de la utilización de los propios recursos de fuerza hidráulica. No obstante, se realiza un giro hacia plantas de un tamaño menor, hasta alrededor de 10 mw de potencia, con las que no son necesarias las drásticas acciones de traslado de la población y el impacto ambiental es menos agravante que en el caso de los grandes proyectos.

Si Sri Lanka mantiene su política de autoabastecimiento en el sector energético hidráulico, como lo ha hecho hasta ahora, será ineludible seguir intensificando la utilización de la fuerza hidráulica. Así, mientras en el pasado se realizaron también numerosos proyectos grandes (la represa Victoria en la zona montañosa al este de Kandy es considerada una de las presas más grandes del mundo) entretanto se está concentrando en la construcción de centrales hidroeléctricas de menor tamaño, que permitan el abastecimiento descentralizado con energía eléctrica, de hogares, oficinas y sitios industriales, sin que esto acarree grandes efectos sociales y ecológicos negativos por la destrucción de hábitat y medidas de traslado de la población.

La empresa alemana Voith Siemens Hydro Power Generation, la que ya construyó varias centrales hidroeléctricas de menor tamaño en Sri Lanka, erige actualmente una central hidroeléctrica de 10,4 mw en la región de Ratnapura.

### **2.3.2.2.9. Sudáfrica.**

“Programa de electrificación de Sudáfrica se apoya en energías alternas”

El gobierno de Sudáfrica financia desde el año 2002 con una suma anual de aproximadamente 170 millones de dólares, un ambicioso programa para la electrificación de las casas particulares en todo el país. Un rol clave se asigna en esto a la utilización de las energías alternas en forma de sistemas tipo Solar-Home independientes de la red, así como pequeños sistemas híbridos acoplados a la red.

Como país firmante del protocolo de Kyoto, la República de Sudáfrica se comprometió a la protección del medioambiente y la restricción de las emisiones de dióxido de carbono. De todas formas, una alimentación de energía eléctrica convencional a través de una red no solamente sería poco rentable considerando la baja densidad de la población en las regiones rurales de África, sino en parte incluso un proyecto imposible de llevar a la realidad, dice el Dr. Wolsey Barnard, Director General de la Institución Nacional de Regulación Eléctrica NER (National Electricity Regulator). Como institución independiente, la NER controla desde 1995 todas las empresas abastecedoras de energía eléctrica del país y supervisa la etapa inicial de dos programas para la exploración de energías alternas.

Tan sólo en el último año se instalaron 6,000 sistemas fotovoltaicos del tipo Solar-Home que suministran para cada hogar entre cuatro a cinco horas de consumo de energía eléctrica para focos, televisores y radios, cobrando al usuario menos que los gastos para velas, madera y kerosina. Dentro de los siguientes diez años se planifica la amplificación de estos sistemas alcanzando una cifra total de 200,000 instalaciones. El primer proyecto de esta segunda parte del proyecto, una mini-instalación de red que se compone de una turbina eólica y campos solares con 500 celdas solares cada uno, acaba de terminarse en la provincia de Eastern

Cape. Estos pequeños sistemas híbridos deben suministrar una corriente que puede compararse con la corriente anteriormente suministrada de la red (220V).

#### **2.3.2.2.10. Turquía.**

Con el propósito de ampliar las fuentes de energías alternas, el Banco Mundial ha otorgado a Turquía un crédito por un valor de 202 millones de dólares.

Turquía tiene un mercado de corriente eléctrica que experimenta uno de los crecimientos más elevados en todo el mundo, por lo que el país está interesado en explorar sus grandes recursos en energías alternas, principalmente energía eólica e hidráulica, las cuales hasta el momento no han sido explotadas. Con los recursos puestos a disposición por parte del Banco Mundial, se fomentarán empresas particulares que se enfrentan a grandes dificultades para establecerse en el sector, entre otros a causa de la Ley del Mercado de Corriente Eléctrica puesta en vigencia en el año 2001. El dinero se entregará a una institución de otorgamiento de créditos que ha sido especialmente fundada para este propósito. Como organismo ejecutor del proyecto se desempeña el banco Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TSKB) que administra los fondos conjuntamente con el banco estatal Türkiye Kalkınma Bankası (TKB), otorgando los fondos a empresas privadas para los correspondientes proyectos particulares. El proyecto debe realizarse dentro del período del 2005 al 2009. “Los costes globales de los proyectos ascienden a 500 millones de dólares. El Banco Mundial ha confirmado su ayuda en la búsqueda de otros inversionistas que participan en el financiamiento del proyecto de las energías alternas”<sup>78</sup>.

---

<sup>78</sup> World Bank in Turkey. [www.worldbank.org.tr](http://www.worldbank.org.tr).

Como quedó demostrado, todos los países, los desarrollados y los que están en vías de desarrollo, petroleros o no, están desarrollando la infraestructura para aprovechar las fuentes alternas de energía; en el caso de los países en vías de desarrollo, la tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas es mínima, por lo que se está desaprovechando el potencial energético. Además, la mayoría de los proyectos los están financiando empresas de países desarrollados y si las cosas siguen así pasara lo mismo que con las anteriores etapas donde el grupo social que controlaba el principal energético, determinaba los objetivos de su utilización (alienar, dominar o liberar al hombre).

En el caso de los países desarrollados, el avance de la tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía y su aplicación es más avanzado porque el dinero que se puede destinar a la investigación e infraestructura en este sector es mayor.

Sí los países en vías de desarrollo no empiezan a invertir en la investigación y el desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía, los países desarrollados que ya lo están haciendo los dejarán muy atrás y tendrán el control de esa tecnología, que se las venderán a altos costos, lo que retrasará aún más su desarrollo porque la energía es base de la industrialización.

### **Capítulo 3. El nuevo orden energético.**

#### **3.1. La consolidación de un nuevo orden energético basado en las fuentes alternas de energía.**

Orden es entendido como “el conjunto de reglas, leyes y estructuras que conforman una sociedad”<sup>79</sup> o como la forma coordinada y regular de funcionar o desarrollarse algo. El orden energético está conformado por la interacción entre el desarrollo tecnológico, la economía y el medio ambiente.

El orden energético con el que contamos actualmente se basa principalmente en las energías fósiles; aunque en la década de los setentas debido a la crisis económica por la que atravesó el sistema capitalista generada principalmente por el aumento del precio del petróleo, se retoman las investigaciones y el desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía, al estabilizarse el precio del petróleo se perdió el interés por el desarrollo de esa tecnología y el orden energético se vuelve a centrar en las fuentes de energía fósiles.

El acelerado desarrollo técnico que caracteriza el orden actual genera cambios profundos: el automóvil deja de ser eje de las actividades productivas; los sectores tradicionales (metalurgia, manufactura, etc.) pasan a un segundo término, ocupando su lugar la informática, la electrónica, la robótica, las telecomunicaciones, los materiales nuevos, la biotecnología; estos sectores requieren mas energía para funcionar, la cual puede provenir de fuentes alternas de energía.

Existe un vínculo estrecho y permanente entre la tecnología, energía y medio ambiente. De un lado, la capacidad y dominio tecnológico de las

---

<sup>79</sup>Diccionario; *El pequeño Larousse ilustrado*, Editorial Larousse, México, 2003p. 526.

sociedades influyen, en las formas de producir y utilizar la energía requerida para el funcionamiento socioeconómico; lo que a su vez repercute, en mayor o menor medida, sobre la calidad del medio ambiente, en dependencia de las fuentes energéticas que se fomenten.

La tecnología podría convertirse en un factor catalítico de cambio aún más importante que el ambiental. El actual avance tecnológico afecta al mercado energético tanto por el lado de la demanda como el de la oferta. Por el lado de la demanda, la tecnología electrónica, y la altísima medida en que los sistemas de producción han llegado a depender de la misma para el control y la planificación, han hecho que la disponibilidad de energía sea más importante que nunca, lo que se ve más garantizado por las energías alternas que por los combustibles fósiles.

Por otro lado, la misma tecnología electrónica al permitir el diseño de sistemas de distribución de energía más enfocados a los requerimientos de la demanda, la revolución de las telecomunicaciones y la disponibilidad de materiales más livianos de un mayor rendimiento energético, han contribuido a una mayor eficiencia en el uso de la energía.

Nuevos avances a partir de la biotecnología y el procesamiento de materias primas vegetales, están permitiendo contar con nuevos agentes biocatalizadores como enzimas, levaduras y bacterias, que ampliarían substancialmente la capacidad de producir energía a partir de la biomasa.

Los avances en el diseño y la entrada al mercado de automóviles híbridos (propulsados por electricidad y petróleo según estén en la ciudad o en la carretera), automóviles eléctricos, o propulsados por aire comprimido, así como el diseño de nuevos sistemas de almacenamiento energético, están

promoviendo el uso mucho mayor de otras fuentes de combustible y/o la eficiencia energética; ambas cosas en detrimento de la demanda de petróleo.

El avance tecnológico ha contribuido a abaratar sensiblemente los costos de producción y la eficiencia de equipos de energías alternas ya conocidos, como son los molinos de viento y las células fotovoltaicas. Así, en los últimos 20 años, los costos de generación de energía eólica y solar han descendido.

A pesar de sus grandes retos, la industria petrolera ha emprendido una pelea titánica para sobrevivir, que comprende una ola de fusiones sin precedentes (Exxon-Mobil, BP-Amoco, etc) y su intento de conversión a una industria de varias fuentes de energía y sensibilidad ecológica.

Los cambios estructurales del sector energético, la presencia de nuevos actores, nuevas condiciones de financiación, mayores restricciones ambientales, entre otros factores, obligan a un desempeño mucho más eficaz y eficiente del mismo, para lo cual debe conformarse una base científica y tecnológica que reduzca la dependencia del país y le permita acceder a los escenarios de mercado, con productos de calidad, a precios competitivos y con mayor valor agregado.

Existen algunos obstáculos para hacer realidad una estrategia efectiva de creación y aplicación de conocimiento, y para superarlos se requieren acciones en diversas instancias; hay factores limitantes como los bajos niveles de inversión en esta área, la insuficiente cantidad de personal calificado, la reducida asignación de recursos para investigación por parte de los sectores público y privado, y los inadecuados niveles de calidad y cobertura de la educación básica y superior.

Es necesario un cambio significativo en las condiciones de producción y consumo de energía a escala global, que supone una modificación sustancial en la estructura del balance energético mundial, y que incorpora no sólo variables económicas, políticas y sociales, sino también variables y consideraciones ambientales.

Además de reducir el impacto adverso del sector energético sobre el medio ambiente, un cambio en el orden energético que se basara en fuentes alternas de energía disminuiría la vulnerabilidad de las economías nacionales ante la inestabilidad en los precios de los combustibles tradicionales, y prolongaría la vida útil de los recursos energéticos no renovables para su aplicación en procesos industriales de transformación.

En lo que se refiere a las potencialidades y limitaciones para el desplazamiento a un orden energético basado en fuentes alternas, cabe apuntar que las principales transformaciones ocurridas en los sistemas energéticos internacionales desde comienzos de los años 70 se han configurado bajo el efecto de dos tipos de factores fundamentales:

- consideraciones de mercado, relacionadas con la evolución de los precios internacionales del petróleo;
- consideraciones ambientales, asociadas a las implicaciones ecológicas adversas derivadas del sector energético.

Las consideraciones de mercado, relacionadas con la evolución de los precios internacionales de los hidrocarburos, han sido hasta el momento el elemento clave en la determinación del ritmo en el cambio de orden energético; en tanto las consideraciones ambientales han ido ganando fuerza gradualmente, desde la pasada década.

Los altos precios del petróleo vigentes entre 1973 y 1985 (en el mercado de vendedores) favorecieron cierto avance en el sentido que indican los patrones del nuevo paradigma energético (ahorro energético y fomento de fuentes alternas), sobre todo en los países altamente desarrollados.

La evolución del mercado petrolero internacional a partir de 1986, caracterizada por la persistencia de precios moderados o relativamente bajos de los hidrocarburos (en el mercado de compradores), ha tendido a erosionar significativamente las potencialidades de los factores económicos o de mercado para inducir transformaciones ulteriores en las direcciones de un nuevo orden energético.

En el ámbito económico se tiene que prestar atención a la existencia de un potencial teórico o tecnológicamente viable para ahorrar energía y/o fomentar fuentes renovables, cuyo aprovechamiento no se justifica económicamente en el presente. Para vencer esta barrera económica se requeriría, entre otras cosas, dedicar un esfuerzo especial a la inversión, para reducir los costos de la tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía hasta hacerla competitiva.

Actualmente existe un potencial para invertir en el desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía, que se justifica económicamente, pero no se aprovecha. En este caso, las principales barreras no son estrictamente económicas, pero suelen estar asociadas a entornos de inversión poco competitivos, donde predominen problemas organizacionales, institucionales, déficit de personal calificado, etc.. Estas barreras afectan sobre todo a las economías en vías de desarrollo y a ciertos sectores de los países desarrollados, como la pequeña empresa y el sector residencial.

En el contexto actual, la persistencia de precios relativamente bajos para los hidrocarburos a nivel internacional contribuye a reforzar las limitaciones para la consolidación del orden energético basado en fuentes alternas de energía.

Por otro lado, la escasez o abundancia de energía y los impactos ambientales adversos derivados del sector energético pueden tener un papel clave como punto de partida para explicar grandes transformaciones tecnológicas. En cada momento histórico, el vínculo entre la tecnología, la energía y el ambiente ha estado condicionado, en gran medida, por el contexto económico, político y social prevaleciente.

Con relación al vínculo entre tecnología y energía, y al componente energético de las grandes transformaciones tecnológicas ocurridas durante el período industrial (a partir de 1780), cabe recordar que la crisis energética asociada al severo déficit de madera en Europa es considerada como uno de los factores que aceleraron el advenimiento de la Revolución Industrial. A partir de ese momento, se han dado diferentes ordenes energéticos, los cuales descansaron sobre una determinada base energética; es decir que a cada uno de esos períodos históricos le son inherentes patrones energéticos específicos.

El primer cambio de orden energético después de la Revolución Industrial se basó en gran medida en el desplazamiento de la madera por el carbón como principal fuente energéticas. El segundo cambio energético descansó principalmente en la sustitución del carbón por el petróleo y la electricidad.

El tercer cambio energético apunta, como tendencia necesaria y posible, hacia un nuevo orden energético, que promueve la generación y difusión de tecnologías energéticas durable. Desde comienzos de los años 70, la energía barata (particularmente el petróleo), que constituyó el factor clave del orden

anterior (1930-1940 a 1980-1990) comenzó a dar señales de agotamiento y a revelar las limitaciones de su potencial para asegurar inversiones futuras rentables.

Se requieren transformaciones tecnológicas para reducir el impacto negativo del sector energético sobre el medio ambiente, por lo que se aboga por sistemas energéticos durables donde se conceda prioridad al ahorro y conservación de energía y al incremento del aporte de las fuentes energéticas alternas.

En una perspectiva a largo plazo, el estudio del vínculo entre tecnología, energía y medio ambiente en el contexto actual revela la necesidad de avanzar en el sentido de una reestructuración energética durable, cuyas direcciones básicas serían el incremento de la eficiencia energética; el fomento de fuentes no fósiles, sobre todo las alternas; y la substitución de los combustibles fósiles más contaminantes por gas natural, como elemento de transición entre el actual orden energético y un nuevo orden energético con mayor participación de fuentes alternas.

Desde mediados de los años 80 el debate ambientalista acerca del desarrollo durable tiene reservado un lugar clave. Las polémicas que se suscitaron entre finales de los años 60 y comienzos de los 70, se centraron en la calidad ambiental contra crecimiento económico, como dos variables irreconciliables y en conflicto; actualmente el enfoque ha cambiado en el sentido de considerar a las dos variables antes mencionadas como potencialmente compatibles. En las nuevas condiciones no se cuestiona, en lo fundamental, la necesidad de crecer, pero se discute acerca de cómo crecer, y se hace más énfasis que antes en los problemas ambientales de carácter global, dada la internacionalización de la problemática ecológica.

El hecho de que los principales problemas ambientales actuales tengan un carácter global, tiende a unir a los Estados en la búsqueda de soluciones comunes; sin embargo, esta convergencia suele ser contrarrestada por la falta de consenso a la hora de establecer responsabilidades concretas a nivel internacional. Así, por ejemplo, las negociaciones anteriores y posteriores a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) Río de Janeiro en 1992 han estado marcadas por la reticencia de los países industrializados a asumir compromisos concretos relacionados con la transferencia de tecnologías y los recursos financieros requeridos por los países en vías de desarrollo.

Aunque la práctica internacional ha demostrado que la participación activa de los gobiernos en la preservación de los recursos naturales resulta insustituible, aquellos que promueven la idea del mercado verde minimizan el papel del Estado en la esfera de la protección ambiental y evitan la contradicción existente entre los intereses comerciales a corto plazo, que tienden a acelerar la depredación del medio, y la necesaria conservación de los recursos naturales, acorde con los intereses de la sociedad a más largo plazo.

El principal logro de esa conferencia fue el reconocimiento de que la protección ambiental y el desarrollo económico requieren soluciones globales. Por vez primera se logró un consenso al más alto nivel gubernamental para adoptar un nuevo enfoque sobre el desarrollo, en el que la erradicación de la pobreza y la protección del medio estén estrechamente vinculados.

Un análisis integral de la relación entre medio ambiente y desarrollo en el actual contexto internacional debe tomar en consideración la deuda ecológica del mundo desarrollado y la persistencia de un entorno de subdesarrollo, pobreza y deterioro ambiental que afecta a las tres cuartas partes de la humanidad.

En este contexto, las preocupaciones ambientales inmediatas de los países desarrollados difieren considerablemente con relación a las de los países en vías de desarrollo. Mientras en los Estados industrializados lo que está en peligro es la calidad de la vida, en las naciones en vías de desarrollo lo que se defiende es el derecho a la vida y, por lo tanto, las principales preocupaciones ambientales de este segundo grupo de países están relacionadas con problemas como la calidad del agua y la protección del suelo.

Ante tales realidades, no cabe duda de que, a pesar del consenso generalizado alcanzado en Río de Janeiro en 1992 en relación con la necesaria integración entre las políticas de medio ambiente y desarrollo, aún se alzan fuertes obstáculos para aplicar en gran escala los criterios del ecodesarrollo. Muchos de estos obstáculos se mantendrán mientras persista un orden mundial asimétrico y no se pongan en práctica nuevas fórmulas de cooperación internacional que tengan como base el reconocimiento de la responsabilidad histórica de los países altamente industrializados con el deterioro ambiental planetario y con el colapso socioeconómico del mundo en vías de desarrollo.

La Cumbre de las Naciones Unidas en Río en 1992 colocó al medio ambiente como tema prioritario a nivel internacional. También vinculó la problemática del medio ambiente con los desafíos al desarrollo, en un nuevo concepto que llegó a conocerse como el “desarrollo durable”, definido como una “evolución que permita cubrir las necesidades de la generación actual sin perjuicio de las necesidades de las generaciones futuras<sup>80</sup>”.

Problemas como el sobrecalentamiento del planeta, la contaminación y destrucción del medio ambiente, han convertido al factor ambiental en el de

---

<sup>80</sup>Hernández-Vela Salgado, Edmundo; *Diccionario de política internacional, Tomo I*, sexta edición, Porrúa, México, 2002, p. 356.

mayor presión en favor del orden energético basado en fuentes alternas de energía, teniendo en cuenta la responsabilidad que ha tenido el orden petrolero.

Actualmente la mayoría de los gobiernos de los países industrializados han admitido que el problema del sobrecalentamiento del planeta es grave y que hacen falta cambios de políticas para atenderlo. La reunión de la ONU en Bonn renovó la voluntad de la comunidad internacional de seguir buscando una solución al problema del cambio climático. Estados Unidos fue el único entre los 180 países asistentes a dicha reunión que se negó a participar en el mencionado acuerdo.

En la Cumbre de Davos del 2000 el sector privado declaró al problema del cambio climático como "el más serio de los que confronta el mundo"<sup>81</sup>.

El hecho de que se identifique la energía como un elemento fundamental, junto con el agua, la agricultura, la salud y la biodiversidad en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Durable de Johannesburgo, 2002, es realmente un hito significativo en el desarrollo futuro de la industria. Según el principio de 'responsabilidades comunes pero diferenciadas', el concepto del desarrollo durable tendría que tener por lo menos dos componentes importantes, equilibrándose el uno al otro: la protección del medio ambiente y la satisfacción de las necesidades fundamentales de desarrollo humano de las generaciones actuales y futuras. El papel realizado por la energía en la satisfacción de necesidades fundamentales, la creación de puestos de trabajo, para promover el desarrollo económico y para promover una calidad de vida decente y pacífica entre los ciudadanos es un aspecto fundamental.

---

<sup>81</sup> Bracho, Frank; *El futuro del petróleo y el futuro de PDVSA*. PDVSA/CIED, Caracas, agosto de 2001, p.5.

Medidas como impuestos ecológicos para ir desalentando la producción y el consumo del petróleo y otros combustibles fósiles, e incentivos para aumentar la producción y el consumo de fuentes de energía más limpias, han venido ganando terreno en el mundo industrializado.

En México un país petrolero y en vías de desarrollo, se le debe de dar importancia al factor ambiental. Por derrames petroleros se ha puesto en peligro la vida de la población y se ha terminado con la flora y la fauna del sitio en el que suceden; otro factor destacable son los huracanes provocados por el sobrecalentamiento global.

El problema ambiental en torno al petróleo es, por lo tanto, mucho más amplio que el tema del sobrecalentamiento global exaltado en Kioto. . El protocolo fue redactado en Japón en 1997, y desarrolla la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático cuyos antecedentes se remontan a la Cumbre para la Tierra que se realizó en Brasil en 1992.

Es importante que los países causantes de por lo menos un 55% de las emisiones de carbón del mundo en 1990 ratifiquen estos principios. Hasta la fecha, unos 178 países han firmado el tratado, incluyendo todos los principales países industrializados con la excepción de Estados Unidos. Con las ratificaciones más recientes de Canadá y Rusia, se cuenta en la actualidad con suficientes países que han aprobado el Protocolo para poder exigir que se cumplan sus acuerdos.

Las características, gravedad y comprensión de las consecuencias del efecto de invernadero varían enormemente en todo el mundo, por lo cual cada país debe estudiar su respuesta en el contexto de sus propias necesidades y respondiendo a los tres pilares del desarrollo durable: social, económico y ambiental.

Cuando el Protocolo se haga vigente en 2008, éste exigirá que todas las partes signatarias cumplan con los objetivos de reducción de emisiones. También establecerá un sistema que permitirá que algunos países compren a otros créditos por emisiones. Por ejemplo, un país puede comprar derechos o créditos que le permiten emitir carbonos, adquiridos de otro país que nunca emitía carbono. De esta manera, se han establecido las bases de una nueva industria, la de la compra y venta de la contaminación.

La propia industria petrolera mundial se ha percatado ya de la enorme importancia que el tema ambiental ha cobrado para la opinión pública. La siguiente declaración del Director de la Shell International, Phill Watts, lo demuestra: La compañía Shell ha contratado investigaciones de opinión pública a nivel mundial. Cada encuesta nos dice que las personas ven al ambiente como el asunto más crítico que enfrenta nuestra industria.

Hasta los sindicatos dependientes de la industria petrolera, tradicionalmente desconfiados de los temas ambientales por la forma en que las corporaciones lo han manipulado en el pasado (como supuestas amenazas a la pérdida de negocios y empleos), hoy en día están a favor de la causa ambientalista. Como ejemplo tenemos la declaración de la Confederación de Trabajadores del Transporte, Industria Automotora y Aeroespacial de Canadá: “Queremos conservar empleos útiles y fabricar productos que beneficien a la sociedad y no que dañen a la sociedad. Exigimos que las corporaciones para las cuales trabajamos produzcan, mantengan u operen productos social y ambientalmente responsables, así como protejan el ambiente en que vivimos. Ello asegurará la viabilidad de la industria canadiense del transporte, haciendo a nuestros empleos seguros”<sup>82</sup>.

---

<sup>82</sup> Bracho, Frank; *El futuro del petróleo y el futuro de PDVSA*. PDVSA/CIED, Caracas, agosto de 2001 p. 26

Los programas de mitigación del cambio climático revelan la necesidad de avanzar en el sentido de una reestructuración energética durable, basada en el fomento de las fuentes renovables de energía y del ahorro energético.

Por encima de todo lo anterior está el tema del costo-beneficio de seguir en un orden energético basado en el petróleo en función de la preservación de otros recursos naturales más valiosos. En Medio Oriente la explotación petrolera en la zona ha ocasionado una severa contaminación a sus limitadas fuentes acuíferas. En Venezuela el ecocidio del Lago de Maracaibo, el derrame del buque Exxon Valdez, en Alaska.

En el plano nacional, resulta indispensable para los países en vías de desarrollo fortalecer su capacidad para diseñar y poner en práctica estrategias propias de desarrollo socioeconómico, que permitan asegurar la expansión sostenida de la producción, hacer frente a los graves problemas sociales, corregir los problemas ambientales del pasado y evitar un posterior deterioro del medio ambiente, según los recursos disponibles.

Las discusiones internacionales sobre el calentamiento global o efecto de invernadero, sus causas, sus implicaciones para los distintos grupos de países y la puesta en práctica de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), reflejan claramente la necesidad de un enfoque integral en el tratamiento de los problemas del medio ambiente y del desarrollo; así como la necesidad de una acción concertada de la comunidad internacional para mitigar los efectos de este serio problema ambiental.

El sobrecalentamiento planetario ha sido objeto de una creciente preocupación internacional en las últimas décadas, debido a la rapidez con que ha aumentado la concentración, en las capas bajas de la atmósfera, de ciertos gases de efecto de invernadero como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano

(CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el ozono troposférico (O<sub>3</sub>) y los clorofluorocarbonos (CFC).

La elevación de la temperatura media global, que se espera en el curso del próximo siglo como consecuencia del efecto de invernadero, podría traducirse en serias afectaciones derivadas de la elevación del nivel del mar, alteración de los regímenes de lluvia, cambios en los ecosistemas marinos, entre otras implicaciones; y probablemente los mayores perjuicios se concentrarían en las zonas más vulnerables del planeta, que son las áreas de los países en vías de desarrollo.

Se calcula que el sector energético es responsable de más de la mitad del calentamiento global, debido al predominio de los combustibles fósiles (carbón mineral, petróleo y gas natural) en el consumo de energía comercial. Consecuentemente, las medidas dirigidas a mitigar el sobre calentamiento planetario y a enfrentar el cambio climático están orientadas, en lo fundamental, a modificar sustancialmente los actuales patrones tecnológicos de producción y consumo de energía.

Las implicaciones adversas del sector energético sobre el entorno no se limitan exclusivamente al aporte de gases de efecto de invernadero derivados del consumo de combustibles fósiles; habría que añadir, entre otras consecuencias negativas, los problemas de contaminación urbana y las precipitaciones ácidas también asociados a la utilización de combustibles fósiles; los riesgos asociados al aprovechamiento de la energía nuclear; los problemas ambientales derivados del uso ineficiente de los combustibles tradicionales de la biomasa en las áreas en vías de desarrollo; y los perjuicios ambientales y el costo social de la utilización de la hidroenergía en gran escala.

A nivel internacional, los países altamente industrializados con sólo el 15% de la población mundial son los mayores emisores de los gases que aceleran el sobrecalentamiento planetario ya que han basado su desarrollo, en alto grado, en la utilización intensiva de combustibles fósiles. En este sentido, cabe recordar que la mayoría de los gases de efecto de invernadero tienen una larga permanencia en la atmósfera, de modo que no se trata sólo de analizar la contribución actual de los países industrializados al efecto invernadero, sino además los efectos acumulados de tales emisiones.

El principal aporte de los países en vías de desarrollo al calentamiento global en la actualidad está asociado a la destrucción de sumideros de CO<sub>2</sub> por la vía de la deforestación, aunque se espera que en las próximas décadas se incrementarían sustancialmente las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de estos países, si se mantienen las tendencias previsibles de consumo de combustibles fósiles.

La CMNUCC es uno de los cinco principales resultados de la CNUMAD y su objetivo central es el control de las emisiones de gases de efecto de invernadero para impedir las interferencias antropógenas adversas en el sistema climático. Entre las medidas de mitigación, propuestas para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del sector energético, se dedica especial atención al incremento de la eficiencia energética y al fomento de las fuentes alternativas a los combustibles fósiles, sobre todo aquellas consideradas como alternas. En este sentido, los objetivos de la Convención tienen una gran afinidad con los patrones del nuevo orden energético.

En lo referente a los instrumentos o mecanismos para hacer cumplir los objetivos de la Convención, dos de los más debatidos a nivel internacional son los impuestos energéticos y los permisos de emisión negociables.

Si bien la adopción de impuestos energéticos nacionales, podría contribuir al logro de los objetivos de la CMNUCC, una política impositiva generalizada en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), dirigida a reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero, podría traducirse en cuantiosas pérdidas para los países en vías de desarrollo, considerando el impacto negativo que tendría para las economías en vías de desarrollo la contracción de sus principales mercados en el área industrializada, derivada de los mayores impuestos sobre la energía.

Las mayores pérdidas se concentrarían en las naciones exportadoras de petróleo, que verían reducirse notablemente sus ingresos en divisas como resultado de una menor demanda energética en la OCDE. Estas pérdidas podrían compensarse, al menos parcialmente, si por ejemplo una parte de los recursos captados mediante impuestos energéticos en la OCDE se transfiriese a los países en vías de desarrollo, como financiamiento para el desarrollo durable.

Por su parte, los permisos de emisión negociables a nivel internacional suelen ser presentados como el mecanismo más efectivo, flexible y equitativo para reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero. De acuerdo con los partidarios de este tipo de instrumento, el objetivo fundamental sería el de evitar la contaminación por la vía de la elevación de los costos, de tal manera que resulte más conveniente reducir las emisiones que asumir los costos. Sin embargo, este mecanismo de mercado, aplicado entre agentes económicos con niveles de desarrollo tan desiguales tiende a favorecer a aquellos que tienen mayor poderío económico.

La aplicación de un sistema internacional de permisos de emisión negociables sería, por otra parte, virtualmente imposible en el corto plazo debido a que los países en vías de desarrollo aún no tienen compromisos de

reducción de emisiones bajo la CMNUCC y, por lo tanto, resultaría muy difícil establecer un límite global de emisiones para proceder a su distribución por países. Es así, que el debate internacional actual se ha concentrado en otro mecanismo: la llamada “aplicación conjunta”.

La “aplicación conjunta” es un término que define arreglos entre países para hacer cumplir conjuntamente los objetivos de la CMNUCC, bajo criterios de costo-eficiencia, según los cuales a nivel global las medidas para enfrentar el cambio climático deben tomarse primero en aquellos países donde los costos de mitigación sean inferiores, es decir, en los países de menor desarrollo. Uno de los riesgos fundamentales de este mecanismo es la posibilidad de que los países desarrollados eludan el cumplimiento de sus compromisos de reducción de emisiones en sus propios territorios.

En torno a la aplicación conjunta como uno de los mecanismos para materializar los objetivos de la Convención, deben tomarse en cuenta tanto la complejidad de este mecanismo como sus riesgos potenciales en los órdenes político, socioeconómico y ambiental, en un contexto internacional caracterizado por el creciente desbalance entre el poder negociador de los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo, en detrimento de estos últimos. Hasta el momento no se ha logrado consenso internacional en relación con la forma de instrumentar y regular la “aplicación conjunta”; no obstante, ya se han firmado diversos acuerdos bilaterales entre países desarrollados y subdesarrollados, que apuntan en esa dirección.

Ante esta realidad, los gobiernos de los países en vías de desarrollo deben crear condiciones para capitalizar en beneficio de sus países los flujos de tecnologías y recursos financieros que puedan derivarse de la puesta en vigor de este tipo de mecanismo y reducir al mínimo los riesgos de estas prácticas.

En sentido general, en la actualidad prevalece gran escepticismo en relación con el cumplimiento de los objetivos de la CMNUCC, sobre todo si se toman en consideración las previsiones de que, en ausencia de políticas efectivas para reducir el consumo de combustibles fósiles, para el año 2010 estos portadores energéticos representarían las tres cuartas partes de la energía comercial demandada, aún considerando un crecimiento de las fuentes alternas.

Ante tales perspectivas, se requeriría una expansión de los gastos de Investigación y Desarrollo, destinados a promover las fuentes alternas de energía y el ahorro energético, lo que se traduciría en un recorte sustancial de los costos futuros de mitigación del efecto de invernadero.

Con lo anterior se evidencia la existencia de la interacción entre el grado de desarrollo económico de un país y el consumo de energía, a medida que aumenta el ingreso aumenta también el consumo de energía; por lo cual es indispensable encontrar fuentes energéticas alternas suficientes para satisfacer el consumo.

Es evidente que países que cuentan con energía abundante y barata han podido desarrollar industrias en las que se requiere gran cantidad de energía.

Mientras mas avanzada esté una sociedad tecnológicamente requiere más energía, "las sociedades urbanas exigen grandes requerimientos de energía para el transporte y el uso residencial"<sup>83</sup>

La hegemonía de la industria del petróleo no sólo tiene bases económicas o tecnológicas, los factores políticos y la orientación de las políticas

---

<sup>83</sup> Guadagni, Alieto Aldo. "La revolución energética: el rol de la sustitución del petróleo y la conservación de energía", *Desarrollo Económico, Revista de Ciencias Sociales*, Instituto de Desarrollo Económico y Social, Vol. 24, núm. 95, Buenos Aires, octubre-diciembre 1984, p. 6.

públicas tuvieron también un peso decisivo en tal proceso. No se puede olvidar la enorme influencia que tuvieron, sobre gobiernos como el de Estados Unidos, magnates como los Rockefeller, a fin de propiciar un clima favorable al crecimiento de la Industria. Decisiones políticas como la tomada por Winston Churchill en 1911, incluso con gran controversia, a fin de que toda la flota de guerra británica fuese reestructurada para propulsarse con petróleo en vez de carbón, tuvieron un efecto muy importante en la expansión de la industria petrolera.

Todos los incentivos fiscales, de inversión y subsidios, establecidos en este sector propiciaron la expansión de la industria petrolera y su evolución hegemónica

No hay duda de que si todos los incentivos anteriores fuesen levantados y los costos de la producción y uso del petróleo fueran los reales, el precio del petróleo subiría considerablemente y su atractivo sería mucho menor.

Teniendo en cuenta lo anterior, es evidente que un cambio de fondo en el clima político en sentido desalentador de la industria petrolera y a favor de otras fuentes de energía, tendría consecuencias decisivas.

La desregulación de la industria eléctrica en Estados Unidos, y algunos países europeos, también está teniendo un gran efecto, al permitir nuevas empresas abastecedoras con mayor capacidad o flexibilidad para basarse en las nuevas fuentes de energía. Gobiernos como los del Reino Unido y China ya han eliminado subsidios de miles de millones de dólares a industrias de combustibles fósiles. Y países como Dinamarca, Suecia, Alemania, Italia y Costa Rica han establecido impuestos a la producción y el consumo de hidrocarburos a fin de compensar los daños causados por estos.

Hay que tomar en cuenta la enorme fuerza política que han llegado a alcanzar en el mundo los movimientos ambientalistas o ecológicos y las organizaciones no gubernamentales (ONG); la fuerza de la sociedad civil que se está enfrentando con los gobiernos y las corporaciones, reclamando más participación, democratización, transparencia y responsabilidad, para un bienestar con mejor calidad de vida y estabilidad; en todo lo cual la industria petrolera ha sido vulnerable a la crítica.

Existen importantes grupos internacionales que cuestionan a la industria petrolera, entre ellos Greenpeace, Oil Watch 15 Internacional y Resource Center and Action Center (TRC). Este último, con sede en San Francisco, ha publicado un estudio, financiado por la Turner Foundation, con el título “Gangsteres del sobrecalentamiento climático vs justicia climática”; en el cual se enjuicia severamente a las compañías petroleras por su principal responsabilidad en el efecto climático y convoca a la sociedad mundial a rebelarse contra tal situación y a los gobiernos a ponerle remedio a la misma. Luego de identificar a 122 corporaciones como responsables del 80% del efecto de invernadero.

Otros grupos han dicho tener bajo estudio la posibilidad de demandar ante la justicia por “crímenes a la humanidad y el medio ambiente” a las compañías y gobiernos que no estén cooperando para corregir los efectos adversos de la producción y combustión del petróleo.

Otra causa de orden social que ha promovido el uso de fuentes alternas de energía es el consumo; gran parte de la población esta preocupada por el medio ambiente (principalmente en los países desarrollados), por lo que “consumen alimentos orgánicos y usan electrodomésticos que gastan poca

energía”<sup>84</sup>; prefieren gastar un poco más de dinero con tal de que los productos o servicios que usan sean naturales.

Además de la creciente toma de conciencia sobre los daños a la salud por efectos de la contaminación petrolera y petroquímica, a partir de fuentes como la contaminación del tráfico vehicular, desechos industriales, utilización de productos de consumo final, y daños ocupacionales a los trabajadores petroleros y petroquímicos; daños todos de efectos que pueden ser tóxicos o cancerígenos; es un factor que estimula la necesidad de un cambio en el orden energético.

### **3.2. El orden energético basado en fuentes alternas de energía y el uso eficiente de la energía por la industria.**

#### **3.2.1. Países desarrollados.**

En países desarrollados el orden energético basado en fuentes alternas de energía ya es una realidad debido a que han buscado alternativas a su dependencia al petróleo extranjero. La dependencia de fuentes externas de energía, petróleo importado, ha sido vista como una amenaza a la seguridad nacional y de la solvencia financiera por los países desarrollados.

Ejemplo de esto es Islandia, donde el nivel de consumo de electricidad en ese país es uno de los más altos del mundo, pero aún así, solamente una fracción de la capacidad potencial de energía ha sido aprovechada.

Energía eléctrica a precio competitivo ha atraído a inversionistas extranjeros a Islandia en sectores como la producción de aluminio y ferrosilicona. Las industrias orientadas a la exportación que exigen alta energía

---

<sup>84</sup> Frisneda, Pedro; “Lohas los nuevos consumidores”, *Tiempos del Mundo*, México, 15-07-04, p. 20

concentrada, utilizan hoy en día más de la mitad de la energía que produce el país.

Los islandeses son los mayores consumidores del mundo de energía geotérmica para uso doméstico e industrial. Alrededor del 86% de la población disfruta de calefacción central con energía geotérmica, a menos de la mitad de precio de calefacción con petróleo o electricidad. Ésta es una de las principales razones que hacen que Islandia goce de uno de los ambientes más limpios de Europa.

Las energías hidroeléctrica y geotérmica, son unos recursos completamente durables y totalmente ecológicos, libres de las expulsiones atmosféricas de hidrocarburos.

Islandia cuenta con un modelo energético diversificado, es decir que no basa la mayoría de las actividades económicas en el petróleo; utiliza los recursos con los que cuenta su país, los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural etc.) los utilizan principalmente para el transporte; las termoeléctricas, las hidroeléctricas y las centrales geotérmicas producen electricidad, calefacción y mueven motores de combustión interna; y los géisers son usados para aportar calor ambiental. Aquí lo importante es que Islandia tiene fuentes primarias limpias como la hidroelectricidad y la energía geotérmica, que aportan el 53% de sus necesidades.

Actualmente, Islandia está emprendiendo nuevas iniciativas que involucran hidrógeno obtenido por electrólisis de agua usando energía alterna, que podrían demostrar el desempeño de elementos posibles de aplicar en sistemas energéticos hasta en situaciones muy diferentes.

Desde 1970 hasta 1990 se exploraron los manantiales de agua termal llevando el agua por tuberías y distribuyéndola para calefacción doméstica y a varias industrias. La primera planta eléctrica geotérmica fue erigida en Krafla. Estos desarrollos ofrecieron la oportunidad para realizar experimentos con energía alterna, rendimiento energético y nuevas tecnologías adaptadas a diversas situaciones locales. Como se mencionó anteriormente, en Islandia la calefacción es suministrada casi exclusivamente por fuentes geotérmicas y la electricidad por plantas de hidroenergía. El petróleo se utiliza únicamente para transporte y para la flota pesquera; si fuera posible usar el hidrógeno en reemplazo del petróleo, el total de la economía energética podría hacerse autosuficiente.

En 1999, Icelandic New Energy, una empresa privada, fundada por las compañías energéticas, fondos de inversión locales y varios institutos de investigación. Su misión consiste en realizar ensayos con hidrógeno como un portador de energía como el petróleo. Los primeros proyectos también cuentan con el apoyo de la Comisión Europea.

En abril de 2001 se inauguró la primera central de combustible hidrógeno a las afueras de Reykjavik. En octubre del mismo año, tres autobuses a pila-combustible de hidrógeno iniciaron su recorrido de rutina diario entre el centro de la ciudad y los suburbios del este. Su puesta en operación fue celebrada en un festival público durante el cual se invitó a las familias a viajar en los autobuses y a ver de cerca la central eléctrica.

Las iniciativas de Islandia en el campo del hidrógeno han ganado respeto en el extranjero. Existe un repentino aumento del interés en las posibilidades de usar hidrógeno como un portador de energía.

La economía de hidrógeno tendrá que competir con una industria de combustible ya bien establecida que ha tenido 100 años para afianzarse. Hace mucho que el hidrógeno viene usándose ampliamente en la industria, por ejemplo en las refinerías de petróleo y el procesamiento de alimentos. Debido a los accidentes que habían involucrado grandes cantidades de gas en el pasado (si bien no fueron causados por las mismas), la nueva tecnología de combustible hidrógeno debe seguir procedimientos y protocolos de seguridad sumamente estrictos.

Los países desarrollados se están dirigiendo firmemente hacia un futuro donde sus necesidades energéticas serán satisfechas mayormente por fuentes alternas. Esta tendencia se debe esencialmente a dos hechos importantes. Por una parte está la creciente inestabilidad en el Medio Oriente, de donde proviene la mayor parte de los hidrocarburos consumidos en el mundo Occidental, lo que hace aumentar la inseguridad en los suministros de crudo y sus derivados. Por otra parte, está la necesidad urgente de reducir las emisiones de gases de invernadero que se lanzan a la atmósfera, producidos al quemar los distintos combustibles fósiles, y que están causando un notable sobrecalentamiento del ambiente, con todas sus nocivas consecuencias para la ecología mundial, a corto y largo plazos.

En cuanto al primer factor, se ha hecho evidente que no se puede confiar en el abastecimiento de petróleo de los países petroleros del Medio Oriente, en vista de la guerra que se libra en la región contra el terrorismo, así como por la compleja crisis de Palestina. Ya en el pasado se han producido dos embargos petroleros, y a veces ciertas naciones se han negado a suministrar petróleo por razones políticas.

Y aunque Estados Unidos y los países europeos tratan de encontrar petróleo en otras partes del planeta, sigue existiendo una alta dependencia del

petróleo procedente de países islámicos, en los cuales se está notando una creciente inestabilidad política debido al avance del fundamentalismo religioso, con sus implicaciones en el área política. Un empeoramiento de las crisis de gobernabilidad y disputas territoriales en la región, o el acceso al gobierno de facciones extremistas, son factores que pueden no sólo amenazar el suministro de crudos y productos, sino provocar una súbita alza de precios. Todo esto atentaría contra la recuperación económica del mundo, todavía grandemente entorpecida por los eventos del 11 de septiembre de 2001 y otros ataques terroristas contra intereses occidentales o gobiernos que colaboran con Occidente en la lucha contra el terrorismo como Pakistán, Turquía, Indonesia y Filipinas.

El consumo de petróleo también se ha estabilizado, lo que confirma que las economías siguen estando en una etapa recesiva, pues en tiempos normales la demanda energética crece a la par del crecimiento económico. A esta indeseable situación ha contribuido mucho el alto nivel de los precios del crudo, causado artificialmente por los temores de guerra en Iraq así como por la permanente conflictividad en la región Palestina.

En medio de toda esta turbulencia política e inestabilidad económica, sigue confirmándose cada vez más el nocivo efecto de los gases de invernadero en el sobrecalentamiento ambiental, lo que implica que hay que ir reduciendo rápida y gradualmente las emisiones de estos gases a la atmósfera, de otro modo seguiremos sufriendo los embates del clima en la forma de inundaciones y sequías siempre más severas, con todas sus consecuencias en materia de seguridad alimentaria, de desaparición de especies vivientes y éxodo de masas rurales a las ciudades. Para no reducir la calidad de vida de la gente, los países avanzados no han visto otra alternativa que acudir a las fuentes menos contaminantes, esencialmente las energías solar, eólica,

geotérmica, oceánica y de biomasa, así como el aprovechamiento del hidrógeno en el transporte terrestre mediante las celdas de combustible.

Las fuentes mencionadas vienen usándose, en pequeña escala, en muchos países desde hace varias décadas, pero el precio del petróleo (que no refleja su costo real) no las ha dejado desarrollar al nivel que merecen. Ahora, con el aumento de los precios se está notando un creciente interés en los mismos y ya muchos países están usando fuentes alternas con una intensidad que no era posible hace apenas unos años, lo que indica que ya pueden competir con los combustibles fósiles.

Así, vemos cómo en Canadá (aún siendo una potencia petrolera de mediana magnitud) se están instalando muchas turbinas eólicas, especialmente en su región occidental, que proveen electricidad a poblados y granjas a un costo competitivo, mientras se instalan paneles solares en los techos de muchas edificaciones, que al menos proveen el calentamiento necesario en invierno o el aire acondicionado requerido en los meses de verano. Con su intensa industria maderera, en Canadá se recicla la mayor parte del aserrín producido en los aserraderos, usándolo no sólo para fabricar planchas de madera, sino para la generación de vapor que calienta radiadores y produce electricidad, complementando la energía de los combustibles fósiles.

En Dinamarca, gran parte del calentamiento necesario en invierno proviene de la quema de desechos de papel y tela, separados y reciclados de la basura residencial y comercial por los mismos ciudadanos, evitando así que se use carbón o combustibles, ambos altamente contaminantes, para el mismo propósito.

En Inglaterra, desde hace décadas se utiliza el gas metano para generar la energía necesaria para mover las bombas de circulación y otras máquinas,

obteniendo así agua potable y una menor contaminación de los ríos y mares. Mientras tanto, en Alemania, donde ya no se contará con la energía nuclear en pocos años, se están instalando baterías de turbinas eólicas que proveerán una parte significativa de sus necesidades eléctricas.

En Holanda, los techos de las nuevas edificaciones están provistos de paneles solares en lugar de las tradicionales tejas impermeables.

Y en Noruega, se incentiva el uso de turbinas para no gastar innecesariamente los rentables hidrocarburos que produce.

Es interesante constatar cómo en países petroleros como Canadá, Inglaterra y Noruega, o gasíferos como Holanda, se establecen programas para el uso de energías alternas a pesar de contar con un suministro energético interno.

Pero siendo el sector automotor el que usa la mitad de los combustibles fósiles se está intensificando el uso de combustibles alternos para substituir la gasolina y el gasóleo como fuentes de energía en los motores de vehículos. La contaminación del aire en las ciudades sigue siendo un problema grave que se suma al de la producción simultánea de gases de invernadero, algo que sólo se puede remediar con el uso de carros eléctricos, con motores muy eficientes o que queman combustibles poco contaminantes. En este sentido se ha incentivado el uso de gases poco contaminantes en los motores (gas natural comprimido y gas licuado), o mediante la incorporación de diferentes proporciones de sustancias (alcoholes, éteres, aditivos) a los combustibles líquidos, mientras se ha exigido gradualmente un aumento de la eficiencia de los motores (kilometraje por litro), aunque no con la urgencia que merece un problema tan importante como la polución ambiental.

Ya se producen comercialmente autos con motores eléctricos en muchas partes del mundo desarrollado, que recargan sus baterías en sus sitios de trabajo de día, o en sus casas de noche. Sin embargo, esta práctica sigue siendo contaminante, ya que se usa la energía eléctrica generada en otras regiones, a menos que ésta se produzca de fuentes hidroeléctricas o geotérmicas. Por esto, se está recurriendo a autos impulsados por motores eléctricos autónomos, o sea que su energía proviene de las “celdas de combustible” (fuel cells), que utilizan el hidrógeno como fuente primaria y produce sólo vapor de agua y electricidad como productos. Estos ingeniosos aparatos consisten en una serie de baterías compactas (distintas a las convencionales de plomo-ácido), que producen y almacenan electricidad suficiente para mover los motores eléctricos que mueven las ruedas, usando metanol o gas metano y eventualmente gasolina, para producir el hidrógeno necesario para generar electricidad dentro de las celdas.

Esta no es una novedad, pues la tecnología se conoce desde hace varias décadas, pero últimamente la misma industria automotriz se ha dedicado a desarrollarla, y ya se producen vehículos “híbridos” (Toyota, Chrysler-Benz) con este tipo de fuente motriz, pero que tienen al mismo tiempo pequeños motores a gasolina para períodos de alta exigencia, como en el arranque o a altas velocidades. Además de su uso en el transporte, estas celdas pueden usarse para almacenar la energía sobrante de sistemas hidroeléctricos y convertirla en electricidad cuando se la necesite, aprovechando así al máximo esas fuentes alternas y poco contaminantes. (En el fondo todo uso energético es contaminante en cierto grado, por más “limpia” que sea la fuente usada.)

Todo esto indica que el mundo avanza gradualmente hacia la era en que los combustibles convencionales se reservarán sólo para motores antiguos o para alimentar plantas geotérmicas que suplen las horas pico, además de su uso tradicional como materia prima para la industria química y petroquímica, o

sea para elaborar plásticos, gomas, solventes, lubricantes y asfaltos. Se prevé que para mediados de siglo, el petróleo y el carbón suplirán una parte minoritaria de las necesidades energéticas, y para fines de siglo el uso de los hidrocarburos estará limitado sólo a las aplicaciones arriba mencionadas, en una tendencia que se acelerará mediante leyes apropiadas o por incentivos comerciales según las circunstancias y la opinión pública de cada país.

Precisamente, no se ha ido a una velocidad mayor en esta sustitución de fuentes energéticas, debido a que todavía el petróleo es relativamente abundante y barato. Por ejemplo, Canadá subsidia la investigación en materia petrolera, debido a que tienen grandes depósitos de arenas y esquistos bituminosos, y ayuda muy poco a la investigación para el desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de energías alternas. Lo mismo hacen otras naciones petroleras o con industrias automotrices que dependen mucho de los motores convencionales, o de fuentes alternas como la nuclear, aunque esta última fuente está en desuso desde el accidente de Chernobyl por los grandes riesgos que implica.

Pero los últimos acontecimientos en materia geopolítica están cambiando esta situación, pues los países desarrollados no pueden soportar por mucho tiempo los altos precios del petróleo, ya que aumenta sus tasas de inflación y reduce las inversiones.

Ahora que la tecnología de fuentes alternas está relativamente madura y es rentable comercialmente y las leyes ambientales obligarán a reducir el uso de combustibles fósiles o limitar sus emisiones seguramente se irán adoptando gradualmente las nuevas fuentes energéticas a mediano plazo. Todo esto tiene implicaciones trascendentes no sólo para los países desarrollados y el ambiente del planeta, sino para los países petroleros, especialmente los altamente dependientes en sus rentas petroleras para sus ingresos fiscales. El petróleo

dejará de ser eventualmente un producto indispensable y no se podrá jugar mucho con el precio del crudo o con su suministro como arma política. Con una relativa independencia energética debido a su tecnología, los países desarrollados seguramente continuarán progresando a paso más firme, sin los altibajos que les ha impuesto la incertidumbre en el suministro petrolero. Por otra parte, esta nueva realidad afectará seguramente las relaciones geopolíticas y los países petroleros perderán la influencia y el peso específico que han disfrutado.

### **3.2.2. Países en vías de desarrollo.**

Para los países en vías de desarrollo, la provisión de energía es imprescindible para la educación, la salud, y el desarrollo de nuevas industrias. Para contar con energía segura, también hay que tener acceso a la energía. Y, como la energía es fundamental para la supervivencia humana. El 20% más rico del mundo utiliza el 75% de la electricidad producida, mientras que el 20% más pobre usa menos del 3% de la electricidad. Aproximadamente una tercera parte de la población mundial no tiene acceso a la electricidad y depende casi exclusivamente de la leña, desechos de la agricultura y estiércol de animales para satisfacer sus necesidades de energía. Según las Naciones Unidas, alrededor de 2 millones de mujeres y niños mueren cada año a consecuencia de infecciones respiratorias agudas que se deben a la contaminación del aire en el interior de la vivienda por el uso de hornos tradicionales.

El suministro de electricidad es el primer indicio de mejoramiento del nivel de vida, inicialmente, pero pronto se hace necesario para alimentar aparatos domésticos e industriales de todo tipo. A medida que se va mejorando el bienestar, y la leña se hace más escasa, es inevitable que estas economías en vías de desarrollo recurran a la electricidad, el gas y otros combustibles para cocinar, refrigeración y calefacción.

A medida que crece la población mundial y se mejora el nivel de vida en los países en vías de desarrollo, aumenta la demanda internacional de energía. Se necesitan servicios energéticos para crear puestos de trabajo, desarrollar las industrias y el transporte, y para mejorar los servicios sociales de agua y salud. En el proceso de desarrollo económico es muy importante crear infraestructuras y para la expansión de las ciudades se requiere acero y hormigón, que usan energía en forma intensiva, lo cual implica un rápido aumento del uso de la energía en las primeras etapas de la industrialización.

Al mejorar los niveles de electrificación, se beneficiaría a los pobres de los países en vías de desarrollo, mejorando su acceso al alumbrado, educación, servicios de salud y telecomunicaciones. Sin embargo, como las comunidades con bajos ingresos tienden a limitar su consumo de electricidad a estas áreas fundamentales, es poco probable que en los próximos 30 años la nueva electrificación reduzca significativamente la demanda de leña. En todo caso, a menos que en ese período se introduzcan nuevas políticas, una enorme cantidad de gente seguirá sin tener acceso a la electricidad si los gobiernos no toman medidas más firmes y si no hay coordinación internacional para ayudar a estos países a desarrollar sus planes para producir energía.

En los países en vías de desarrollo, el panorama energético basado en fuentes alternas se está rezagando, puesto que se le invierte muy poco a la investigación para el desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía; además de las políticas públicas que favorecen más a las fuentes convencionales, sobre todo en países petroleros.

En nuestro país se ha empleado desde hace muchos años el petróleo y sus derivados como las principales fuentes de energía para satisfacer todas las

necesidades energéticas de la población mexicana; además de ser una gran fuente de ingresos externos de nuestro país

En segundo lugar está la energía hidroeléctrica, después la leña y el carbón. Y finalmente, está la energía nuclear, la que se obtiene del bagazo de caña, la energía geotérmica y la del viento o eólica.

El gran problema es que el petróleo y sus derivados son fuentes de energía que se van a agotar, entre lo que consumimos y exportamos; por ello, se llaman fuentes no alternas de energía. Según la Secretaría de Energía, al ritmo de producción y consumo actual, las reservas probadas de petróleo y gas nos alcanzarán para 33 años (a partir de 2003), es decir, que en el año 2036 ya no tendremos petróleo.

La opción más viable es destinar los recursos necesarios a la investigación, a los técnicos y a la infraestructura, para el desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía; de esta forma se diversificarían las fuentes de energía, se aprovecharía la energía solar, eólica, de la biomasa y la hidráulica, así como la de los mares y la geotermia.

Los países petroleros como México necesitan intensificar el estudio sobre los grandes cambios en el campo energético, a fin de protegernos de cualquier cambio anti-petrolero en vista de nuestra tan alta dependencia del petróleo, y para ser partícipes del nuevo orden energético.

Estos países deben poner en marcha un programa de investigación para el desarrollo de nuevas fuentes de energías, incluso en alianzas estratégicas con socios extranjeros con miras al consumo nacional y el comercio externo; y teniendo en cuenta los recursos nacionales disponibles.

Además de privatizar o vender los activos petroleros menos deseables, tanto en el país como en el extranjero; a fin de prevenir pérdidas por obsolescencia en el futuro, y generar en el presente recursos financieros para el desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía.

Se debe dejar de dar concesiones en áreas contaminadas y suspender los planes de explotación en áreas ambientales que deben estar protegidas; y respetar los requisitos en los nuevos proyectos de estudios de impacto ambiental.

El apoyo a los investigadores y técnicos en universidades e instituciones académicas o educativas, que se dedican a las fuentes de energía en México será fundamental. No apoyarlos significará un atraso de muchos años. De igual forma, no emprender un programa gubernamental y privado de nuevas fuentes de energía y desarrollo a gran escala de las actuales nos hará un país dependiente de los energéticos de otros países, y las fuentes alternas de energía son una opción para llevar adelante este plan, así como el apoyo a la investigación de nuevas fuentes de energía. Pero el problema no termina ahí, si el gobierno no crea empresas mexicanas capaces de desarrollar las nuevas plantas de energías alternativas y construirlas a un bajo costo y con la creatividad de los mexicanos, el país se quedara atrasado y rezagado, no jugara algún papel de importancia en el nuevo orden energético.

México ocupa un lugar privilegiado en el mundo ya que posee regiones con alta incidencia de energía solar. Gracias a esta situación, nuestro país se encuentra en posibilidad de aprovechar al máximo los beneficios de la radiación solar como fuente alterna de energía. Si bien es cierto que hoy en día la energía solar es un recurso no aprovechado, el desarrollo tecnológico en esta área es

suficiente para brindar soluciones prácticas para operar sistemas básicos de calentamiento de agua, bombeo de agua, y generación de cantidades moderadas y dispersas de electricidad con excelentes resultados.

A través de la investigación, el desarrollo tecnológico y la educación, el Centro de Energía Solar también promueve la conservación de los recursos energéticos en plantas industriales y el ahorro de energía en aplicaciones de aire acondicionado. Otra actividad importante del Centro son los servicios de asesoría, consultoría y programas de capacitación de recursos humanos que se ofrecen a empresas en el área de la ingeniería térmica en general

El creciente consumo de los recursos petroleros y sus derivados, elementos claves en la generación de energía eléctrica, ha motivado a dependencias gubernamentales y a la comunidad científica a explorar el uso de fuentes alternas de generación de energía para satisfacer la demanda cada vez mayor de este insumo. En este sentido, energías tales como la solar, geotérmica y eólica, por mencionar algunas, han sido objeto de investigación con gran interés en los últimos veinte años. Como resultado de estos esfuerzos, actualmente ya se utilizan algunas de estas fuentes para generar energía eléctrica o bien, en el caso de la energía solar, para el acondicionamiento térmico de albercas, edificios y casas habitación. Tenemos fuentes alternas de energía suficientes y tecnologías para seleccionar un esquema de diversificación energética, que cubra la demanda de energía en el futuro. Si no se hace nada llegará un día en que tengamos que pagar al extranjero para que funcionen nuestros aparatos y podamos tener luz en las noches, es decir, importar petróleo y electricidad. En vista de los abundantes recursos naturales de México, que son materia prima para la generación de energía alterna, así como los recursos tecnológicos y financieros de empresas como PEMEX, ¿porqué no podría nuestro país jugar también un papel importante en la transición energética?.

**Conclusiones:**

El potencial energético alterno del país puede cumplir un papel trascendente en el orden energético mundial que garantice el desarrollo durable y que dicho potencial puede abrir nuevas formas de cooperación entre los países en vías de desarrollo y entre éstos y los países desarrollados en el marco de los compromisos internacionales para proteger el medio ambiente.

Es necesario poner en marcha estrategias y políticas que permitan un aprovechamiento racional de las fuentes de energía tanto de las tradicionales como de las alternas, que contribuya a la seguridad del abastecimiento energético.

Las fuentes de energía alternas constituyen un activo de negociación y su desarrollo puede abrir nuevas oportunidades de inversión para el desarrollo local y regional.

En el país existen personas que habitan en comunidades aisladas y sin servicios de electricidad; las energías alternas pueden cumplir un papel importante en la provisión de electricidad y otras formas de energía, de manera sustentable, a dichas comunidades.

El acceso a los servicios energéticos contribuye a mejorar las condiciones de vida de los habitantes de un país, por lo que resulta indispensable vincular esta temática a la formulación y desarrollo de los Planes Nacionales de Desarrollo, en concordancia con el cumplimiento de las Metas de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas.

Identificar las barreras institucionales, económicas, financieras y legales que enfrenta el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y adoptar acciones para superarlas.

Promover la cooperación subregional y regional para cumplir con los compromisos establecidos en la Cumbre de Johannesburgo, referidos a la participación de las fuentes alternas de energía dentro de la matriz energética.

Identificar programas de cooperación con los países de la Unión Europea, con otros bloques regionales y/o subregionales y en el marco de la integración regional, para asimilar las mejores prácticas de gestión de las fuentes alternas de energía, otorgando especial atención al papel que podrían cumplir dentro de los procesos de integración energética.

Iniciar estudios tendientes a brindar especial prioridad al uso de las fuentes de energía renovables en los programas de combate a la pobreza, propiciando el acceso a servicios básicos y a su uso intensivo para abastecer requerimientos energéticos de las zonas rurales, aisladas, fronterizas y, en general.

Promover la transferencia de tecnologías para el aprovechamiento eficiente de las fuentes de energía renovables y propiciar acciones de cooperación en investigación tecnológica que fortalezcan la capacidad instalada de los centros de investigación de los Países.

Promover programas de financiamiento para la ejecución de proyectos de desarrollo local y regional basados en el aprovechamiento de fuentes de energía renovables en la región para sectores productivos. En el mismo sentido, deberían diseñarse mecanismos financieros para propiciar encadenamientos productivos vinculados con las energías alternas.

Los problemas ambientales propiciados por el uso de los combustibles fósiles y las crecientes políticas para restringir su uso y fomentar fuentes alternas de energía; los avances tecnológicos en materia de una mayor eficiencia energética y la producción, manejo y almacenamiento de fuentes alternas de energía; además de los nuevos valores sociales, están conformando un cambio en el panorama energético similar al cambio que se dio en el pasado de la madera al carbón y del carbón al petróleo.

El país requiere que el suministro energético se garantice con tarifas bajas y alta calidad para elevar la competitividad de la planta productiva nacional.

La participación de energía importada pasó de 4.4% a 8.2% de nuestro consumo total entre 1995 y 2000, lo que representó un incremento de 122% en las importaciones de energía en esos años. Actualmente las importaciones de productos energéticos son cercanas a los 8,000 millones de dólares anuales.

La insuficiencia de recursos del sector público frena la inversión y ha impedido la modernización del sector energético, ocasionando altos costos de producción de energía e importaciones crecientes.

Permitir la participación de la inversión privada aumenta los flujos de inversión necesarios, libera recursos del sector público para programas sociales y no requiere endeudamiento público ni aumento del déficit.

Se estima que la demanda por electricidad en los próximos 10 años crecerá 5.6% anual medio. Para atenderla y recuperar un margen de reserva razonable, se requerirán alrededor de 30,000 MW, con una inversión aproximada de 60 mil mdd, más lo necesario para transmisión y producción de gas.

Bajo el marco jurídico vigente, el gobierno deberá invertir esta cantidad. Estos recursos tienen un claro costo de oportunidad, dada la escasez de fondos del erario y los rezagos sociales acumulados.

Optar por un esquema de endeudamiento es poco viable, ya que la deuda reconocida por el sector público representa 43% del PIB, más las presiones para reconocer pasivos contingentes del sistema de seguridad social, incluyendo las pensiones propias de la CFE (Comisión Federal de Energía) y LyFC (Luz y Fuerza del Centro). Por lo que se debe modificar el marco legal, para permitir la inversión privada y complementar a la pública. Eliminar la exclusividad del gobierno para generar, transmitir y distribuir electricidad. Permitir una distribución más eficiente de electricidad, que no dependa de la CFE.

Sin un cambio en la forma de suministrar energía se pierde competitividad, frenando el crecimiento actual y futuro del país.

Limita la inversión pública en otras áreas fundamentales como infraestructura, educación, salud y seguridad. Tarifas y precios altos de insumos energéticos, con costos de producción elevados y mayores precios de los bienes finales. Pérdida de competitividad internacional de México.

Es un cambio trascendente en todos los aspectos de la vida moderna por lo que no puede ser ignorado por ningún actor internacional petrolero o no.

Actualmente, todo el mundo se da cuenta de que la humanidad ha entrado en un período de transición, es decir, de una economía de la energía basada en combustible fósiles, a una basada en recursos alternos.

Todos los factores, incluyendo los ambientales, tecnológicos, económicos, sociales y políticos están poniendo de evidencia un cambio en el campo energético.

La abundante renta de petróleo no ha traído necesariamente estabilidad social, económica y política a los países petroleros, por el contrario en la mayoría de los casos la riqueza fácil del petróleo es la causa principal del deterioro económico, ya que el destinar la mayoría de los recursos monetarios a actividades del giro petrolero, ha estancado el desarrollo de otras actividades económicas. A pesar de los altos niveles de ingreso de que han disfrutado, los países petroleros no han tenido un buen desarrollo humano y casi todos tienen altos niveles de endeudamiento por ejemplo Arabia Saudita (una de los más grandes productores de petróleo) tiene una deuda interna que asciende a los 160 mil millones de dólares ó el 60% de su Producto Interno Bruto.

De llegar el petróleo a ser substituido aceleradamente por alguna revolución tecnológica, sería un desastre para países que han llegado a depender de él hasta en un 90% del ingreso de divisas.

Una prueba evidente de los cambios que se están dando en el sector energético es que empresas con intereses creados en el viejo orden, y que incluso en el pasado resistieron u obstruyeron los cambios, ahora participan en lo nuevo; corporaciones petroleras como BP-Amoco y Shell se han declarado polienergéticas y verdes, tienen planes de inversión en fuentes alternas de energía como en la solar, en la eólica y en el hidrógeno.

Shell está manejando como escenario que para el año 2050 al menos la mitad de su portafolio de inversiones estará en las energías alternas, en sus cálculos se estima que para el 2020 las energías alternas serán plenamente competitivas. Shell ha creado ya una subsidiaria llamada "Shell Renovables" (exclusivamente dedicada al desarrollo de energías alternas como la solar y biomasa); y otra con el nombre "Shell Hidrógeno" (dedicada al desarrollo del hidrógeno). BP-Amoco, por su parte, ha dedicado una gran inversión al desarrollo

de la energía solar (BP Solar), y compró la compañía Solarex; con lo cual se ha convertido en uno de los más grandes productores de paneles solares del mundo.

Todo cambio tecnológico que pueda ocurrir en el transporte habrá de afectar decisivamente el consumo de petróleo, puesto que el transporte es su principal consumidor. Este cambio ya se está dando, Ford ha invertido en la empresa Ballard (de Vancouver, Canadá), la empresa líder en el desarrollo de celdas de combustible, a fin de asegurarse la tecnología para el desarrollo de los nuevos vehículos.

A pesar del empeño de las corporaciones tradicionales por no estar al margen de los cambios, corporaciones emergentes de pequeño o mediano tamaño que están trabajando en las nuevas tecnologías y productos, siguen teniendo la iniciativa en el nuevo mercado energético.

El petróleo ha servido al mundo eficazmente en una serie de aspectos modernizadores, pero empezó a ser contraproducente cuando sus costos excedieron los beneficios y aprendimos que hay otras alternativas. El petróleo, a través de una producción mesurada y precios altos que hagan justicia a su verdadero costo y permitan el desarrollo de fuentes de energías más limpias, tendrá un papel importante en la transición hacia un orden energético basado en fuentes alternas.

La OPEP puede y debe jugar un papel clave en dicha transición. La cooperación entre consumidores y productores, tendría también un papel clave que jugar en esta transición.

Hemos entrado al comienzo de los últimos días de la era del petróleo, las condiciones están dadas para el cambio en el patrón energético con base en un desplazamiento del petróleo, la cuestión es reconocer la creciente demanda por

una amplia gama de nuevos combustibles o ignorar la realidad y quedar fuera en este cambio.

El nuevo modelo energético estará basado en varias fuentes, según las disponibles en cada país; modelo que incluiría el hidrógeno, la solar, el viento, biomasa, energía de las mareas, etc.

En los países en vías de desarrollo podría darse de manera más rápida el cambio en el orden energético, debido a su menor dependencia a la industrial convencional, la fluida disponibilidad de información técnica moderna y su abundancia de recursos naturales, así como de una capacidad creativa propia.

En el futuro, el abastecimiento de energía en los países desarrollados y en las zonas urbanas de los países en desarrollo estará determinado por la posibilidad de substituir los combustibles convencionales por fuentes de energía más fáciles de obtener y menos costosas y por la introducción de nuevas tecnologías ahorradoras de energía. En general, estas medidas requerirán de fuertes inversiones de capital; en los países desarrollados su ejecución estará dirigida principalmente a ahorrar mano de obra.

Las fuentes alternas de energía tienen muchas ventajas, entre ellas el combustible que es prácticamente gratuito y no se van a acabar el sol, los vientos, las caídas de agua de los ríos, las olas o las mareas. También las fuentes alternas de energía no contaminan, no colaboran con la producción de gases de efecto invernadero que perjudican a la capa de ozono que protege a nuestra atmósfera de los rayos ultravioleta que nos queman y lo más grave es que su destrucción afecta el clima de todo nuestro planeta, elevando la temperatura.

La principal desventaja de las fuentes alternas de energía es su elevado costo actual, comparado con las fuentes tradicionales, aunque hay que considerar que la inversión inicial es elevada, el costo del mantenimiento de los sistemas

alternos es menor que en los sistemas tradicionales y el combustible es "gratuito". Pero los costos y su desarrollo también dependen del apoyo gubernamental y a la investigación y desarrollo de tales fuentes de energía. Ahí es donde una pobre inversión en ciencia y tecnología puede tener consecuencias catastróficas a mediano y largo plazos, a pesar de que hoy los políticos no se den cuenta de ello.

El potencial económico de un país depende de sus recursos energéticos, y es bien sabido que las reservas de petróleo, carbón y gas natural en el mundo son limitadas. Al ser ya previsible su agotamiento, es preciso considerar su conservación y el empleo de otras fuentes alternas de energía. Aunque no se espera que la conservación por si sola resuelva todos los problemas energéticos, es claro que sí constituye un elemento importante, por lo que es necesario también tener conciencia plena de los alcances que tienen las fuentes alternas de energía para satisfacer las demandas presentes y futuras. La evaluación y selección de distintas opciones energéticas, tanto convencionales como alternas, se deben realizar en forma integral al analizar el efecto de diversos factores, tales como: sector de uso, estado de las tecnologías, temporalidad, requerimientos de infraestructura, nivel de inversión, disponibilidad de divisas, escalas de producción y las consideraciones extrasectoriales descritas. La divulgación de la ciencia, por medio de los museos y otras fuentes, puede apoyar a la población en general para que se forme una opinión documentada acerca de temas de gran importancia social.

Las proyecciones de consumo energético antes del incremento en el precio del petróleo eran de carácter exponencial; se daba por hecho que el crecimiento de la demanda de energía ocurría, cuando menos, al ritmo del crecimiento económico. Por eso la solución de las llamadas "crisis energéticas" se daba inicialmente a través del desarrollo de fuentes alternas, la conservación ocupaba un lugar secundario. Esta situación se conservaba por un corto tiempo y los combustibles fósiles volvían a aparecer como la principal fuente energética y se mantenían así por varias décadas.

Por el lado de la oferta, se comprobó que la capacidad de suministro de petróleo, gas y carbón dependía en gran medida del nivel de precios, mientras que, en las fuentes alternas no ha sido posible dar los saltos tecnológicos requeridos para una sustitución económica y masiva. Por el lado de la demanda, el freno en el ritmo de aumento del consumo ha sido poco menos que sorprendente. En los países pertenecientes a la Asociación Internacional de Energía, la relación entre crecimiento y consumo energético se ha alterado de manera significativa.

Se están cambiando los patrones de producción y consumo de energía. Lo mismo sucede con los desafíos para la inversión y las políticas mundiales en el sector energético. En el período de 1995 a 2020, se prevé que la demanda mundial de energía aumentará en un 65% aproximadamente, lo que equivale a alrededor del 2% anual. Se cree que los combustibles fósiles van a satisfacer el 95% de esta demanda adicional de energía. Se ha intensificado la búsqueda de nuevas reservas, a medida que se vayan agotando las reservas de los campos más antiguos de petróleo y gas de Norteamérica y de otras áreas de producción.

El aumento de precios de la energía que se produjo en el año 2000 y la mayor parte de 2001 ha destacado una vez más cuestiones de acceso y seguridad del suministro de energía. En las dos próximas décadas, más del 95% del aumento neto de la producción de energía se producirá fuera de los países de la OCDE. Aunque hay abundancia de reservas comprobadas de petróleo a nivel mundial, no se garantiza el suministro del mismo. El problema no es solamente geopolítico. Se está reduciendo la producción en los pozos petroleros más antiguos, y habrá que crear nuevas fuentes productivas para poder satisfacer los requerimientos que se cree van a resultar del aumento de la demanda.

Aunque durante algunos años la mayor parte del petróleo y gas del mundo seguirá proviniendo de las áreas actuales, habrá que responder al aumento de la

demanda, incrementando constantemente las tasas de producción de los productores, principalmente del Medio Oriente, de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), o bien inaugurando la explotación de nuevos pozos, como las cuencas de aguas profundas cerca de Angola y Brasil, la región del Mar Caspio, o las zonas apartadas cerca de, o situadas en las regiones del Ártico.

A consecuencia de la guerra en Afganistán se ha cambiado el enfoque geopolítico del petróleo y el gas. Después de haberse destituido al Talibán y haberse establecido un gobierno mejor dispuesto hacia Occidente y más aceptable a nivel internacional, ha vuelto a darse la posibilidad de que el país devastado por la guerra se convierta en una importante ruta para el transporte de la energía por Asia Central, en vez de pasar por Irán. Iraq, que tiene las mayores reservas de petróleo del mundo después de Arabia Saudita, es una fuente vital de petróleo para el Occidente.

El nerviosismo de los gobiernos occidentales causado por su dependencia del Medio Oriente ha hecho llamar la atención sobre la región del Mar Caspio. Tanto Turkmenistán como Uzbekistán cuentan con importantes reservas de gas, pero las rutas con que cuentan para su exportación son muy limitadas. Azerbaiyán, Turquía y Georgia se han constituido en actores claves en la ruta de transporte al Lejano Oriente.

A consecuencia de los hechos recientes en el Medio Oriente y los buenos precios que goza el petróleo desde el año 2000, se han intensificado los esfuerzos dentro y fuera de Rusia para realizar varios proyectos de oleoductos. En los dos últimos años los ingresos logrados por el sector han mejorado la situación económica de las principales empresas petroleras y del gas en Rusia. Se han duplicado las exportaciones, por lo cual Rusia se ha constituido en un actor principal del petróleo que no proviene de la OPEP, y actualmente es el mayor productor de gas del mundo.

Entre los dos bloques mencionados se halla África, cuyas reservas son las terceras del mundo por su magnitud, y que pronto se podría convertir en una importante zona estratégica. Estados Unidos ya importa mucho petróleo de África Occidental (Nigeria y Angola) como también del Medio Oriente, y países como Mozambique, Etiopía, y Somalia tienen reservas prometedoras de aguas profundas. Aunque en la actualidad las reservas de petróleo de África resultan más caras que el petróleo proveniente del Medio Oriente, sus recursos se podrían desarrollar como alternativa. Actualmente en África Austral, Occidental y Septentrional hay proyectos cuyo valor alcanza unos 12,000 millones de dólares y que se espera se materialicen.

En las dos próximas décadas el desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de fuentes alternas de energía va a crecer rápidamente, pero es probable que sigan siendo una parte pequeña de todas las formas de energía en el mundo, especialmente si los gobiernos no intervienen.

En años recientes, los mercados de energía alterna han cambiado. La energía eólica, por ejemplo, ha pasado de 2,170 megavatios a principios de 1992 a 24,800 megavatios a principios de 2002, es decir, ha experimentado un aumento de más de diez veces en 10 años. La producción anual de células solares ha aumentado de 55 megavatios en 1991 a 391 megavatios en 2001, un aumento de siete veces.

Estas tasas de crecimiento, que en los últimos cinco años muestran un promedio de crecimiento de más del 30 por ciento anual, constituyen tempranos indicadores de que el mundo ha entrado en el siglo postpetróleo. Como éste es un siglo en que las reservas de petróleo se reducen cada vez más, la capacidad de la atmósfera para absorber el dióxido de carbono es cada vez más limitada, y las necesidades de 2,000 millones de personas son cada vez superiores, tomando en cuenta que la mayoría de estas personas se encuentran en el mundo en vías de

desarrollo, la conclusión que se desprende es que se hacen necesarias nuevas fuentes de energía para complementar y reemplazar los combustibles fósiles del siglo pasado.

Dadas sus importantes ventajas en cuanto a protección del medio ambiente y seguridad de suministro, en comparación con los combustibles fósiles, las fuentes de energía alterna no tienen grandes emisiones de gases efecto invernadero, y están por naturaleza distribuidas en diferentes lugares geográficos. Las fuentes de energía alterna de hoy representan aproximadamente la misma proporción del suministro total de energía y tienen las mismas perspectivas de crecimiento futuro que hace un siglo atrás tuvo el petróleo. En 1902, el petróleo representaba aproximadamente el 2% del total, pero ya estaba en vías de rápida expansión en sectores especializados del mercado. Como ahora la magnitud de los mercados de la energía eólica y solar se duplica cada tres años, los fabricantes pueden aumentar la producción y bajar los costes, permitiéndoles competir con los combustibles fósiles.

En ámbitos gubernamentales y empresariales, se reconoce cada vez más el potencial de la energía alterna. Esto se puede apreciar por el caudal cada vez mayor de capital que las grandes compañías petroleras y energéticas, como también el sector de capital de especulación, invierten en energía alterna. Hace poco, Shell, por ejemplo, se comprometió a invertir hasta 1,000 millones de dólares en energía alterna en los próximos cinco años. A nivel de países y Estados empiezan a proliferar disposiciones legales que regulan la energía alterna. Brasil, China e India figuran entre los países que recientemente han fortalecido su legislación respecto a la energía alterna, con el objetivo de acelerar el desarrollo del mercado. Para que se acelere el uso de la energía alterna, la responsabilidad principal corresponde a los gobiernos nacionales (y en algunos casos a gobiernos estatales o provinciales) que regulan el sector de la energía doméstica, determinan los impuestos, asignan subvenciones, e influyen de otra manera en las tendencias del sector energético.

La energía alterna tiene una función especialmente importante en los países en vías de desarrollo. Cerca de 4,000 millones de personas dependen predominantemente de fuentes de energía no durables, y los otros 2,000 millones no tienen acceso a la electricidad ni a los combustibles líquidos, tanto los que tienen energía como los que no la tienen se encuentran en una situación imposible de mantener, y podrían beneficiarse enormemente si se extiende más aceleradamente la energía alterna.

Es probable, también, que cambie la estructura de la demanda mundial de energía, reduciéndose la participación de los países de la OCDE en el consumo mundial de energía, en favor de los países en vías de desarrollo. Las economías en vías de desarrollo, con su desarrollo industrial y estándar de vida cada vez más elevado, consumen electricidad con una velocidad que aumenta rápidamente. Las cifras que se proyectan para el consumo de energía en el mundo en vías de desarrollo, especialmente en Asia, indican un enorme aumento del uso de energía eléctrica. Se cree que para el año 2020 China e India juntas representarán más del 20% de la demanda mundial de energía, en comparación con un 13% en 1997. Los últimos pronósticos indican que la población mundial aumentará de los 6,000 millones a principios del siglo XXI a unos 8,000 millones en el año 2020. Se calcula que el 90% del aumento previsto se producirá en los países en vías de desarrollo. En 1990, correspondió al 75% de la población mundial (que son los que viven en países en vías de desarrollo y en países recientemente industrializados) el consumo de solamente 33% de la energía total a nivel mundial. Para el año 2020, se prevé que alrededor del 85% de la población mundial vivirá en estos países, y consumirá aproximadamente un 55% de la energía del mundo.

Las causas principales de este cambio son el rápido desarrollo económico y la expansión industrial, el aumento de la población y la urbanización, y el reemplazo de los combustibles tradicionales como la leña y el estiércol por combustibles modernos. Este cambio tiene consecuencias transcendentales para

el sistema energético del mundo y para el medio ambiente, con el aumento, tanto de emisiones de dióxido de carbono en las regiones en vías de desarrollo, como de su dependencia de las importaciones de petróleo. Es evidente que al aumentar la demanda, se necesitará inversión significativa para aumentar la producción de energía en esos países.

Con esta mayor demanda de energía, la problemática principal del sector energético tendrá dimensiones realmente globales. Al respecto, se presentan desafíos importantes que tendrán que tomar en cuenta las políticas internacionales, por ejemplo el área de los bosques y de la biodiversidad; es importante que reconozcamos la función de la energía para reducir la pobreza. El mensaje es sencillo y claro: mejor acceso y energía a precios que se puedan pagar más fácilmente, son algunas condiciones necesarias que se deberán cumplir para reducir la extensión de la pobreza.

### **Propuestas.**

El potencial energético alternativo de México puede cumplir un papel trascendente en el orden energético mundial que garantice el desarrollo durable y que dicho potencial puede abrir nuevas formas de cooperación entre los países en vías desarrollo y entre éstos y los países desarrollados en el marco de los compromisos internacionales para proteger el medio ambiente.

Es necesario poner en marcha estrategias y políticas que permitan un aprovechamiento racional de las fuentes de energía tanto de las tradicionales como de las alternas, que contribuya a la seguridad del abastecimiento energético.

Las fuentes de energía alternas constituyen un activo de negociación y su desarrollo puede abrir nuevas oportunidades de inversión para el desarrollo local y regional.

En el país existen personas que habitan en comunidades aisladas y sin servicios de electricidad; las energías alternas pueden cumplir un papel importante en la provisión de electricidad y otras formas de energía, de manera sostenida, a dichas comunidades.

El acceso a los servicios energéticos contribuye a mejorar las condiciones de vida de los habitantes de un país, por lo que resulta indispensable vincular esta temática a la formulación y desarrollo de los Planes Nacionales de Desarrollo, en concordancia con el cumplimiento de las Metas de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas.

Para ello debemos:

- Identificar las barreras institucionales, económicas, financieras y legales que enfrenta el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y adoptar acciones para superarlas.

- Promover la cooperación subregional y regional para cumplir con los compromisos establecidos en la Cumbre de Johannesburgo, referidos a la participación de las fuentes alternas de energía dentro de la matriz energética.

- Identificar programas de cooperación con los países de la Unión Europea, con otros bloques regionales y/o subregionales y en el marco de la integración regional, para asimilar las mejores prácticas de gestión de las fuentes alternas de energía, otorgando especial atención al papel que podrían cumplir dentro de los procesos de integración energética.

- Iniciar estudios tendientes a brindar especial prioridad al uso de las fuentes de energía renovables en los programas de combate a la pobreza, propiciando el acceso a servicios básicos y a su uso intensivo para abastecer requerimientos energéticos de las zonas rurales, aisladas, fronterizas y, en general.

-Promover la transferencia de tecnologías para el aprovechamiento eficiente de las fuentes de energía renovables y propiciar acciones de cooperación en investigación tecnológica que fortalezcan la capacidad instalada de los centros de investigación del País.

-Promover programas de financiamiento para la ejecución de proyectos de desarrollo local y regional basados en el aprovechamiento de fuentes de energía renovables en la región para sectores productivos. En el mismo sentido, deberían diseñarse mecanismos financieros para propiciar encadenamientos productivos vinculados con las energías alternas.

## Bibliografía

### Libros:

Acosta, Alonso; *Introducción a la física*. Ediciones Cultura, Bogota, 1978, 349 pp.

Calow, Peter; *Blackwells concise enciclopedia of Ecology*, Blackwell Science, Oxford, 1999, 152 pp.

Charles, Jennifer; *Energía renovable*. Editorial Walker, Nueva York, 1993, 184pp.

Choppin, Gregory; *Química*. Publicaciones Cultural S.A., México, 2000, 595 pp.

Delfín Figueroa, Manuel; *Química General Elemental*. Editorial Porrúa, México, 1996, 427 pp.

Diccionario; *El pequeño Larousse ilustrado*, Larousse, México, 2003, 965pp

Enciclopedia Quillet; *Tomo IV*. Gráfica Impresora Mexicana S.A., México, 2004, 598pp.

Francoz Rigalt, Antonio; *Los principios y las instituciones relativas al derecho de la energía nuclear*, instituto de investigaciones jurídicas, UNAM, México, 2004, 549pp.

Ferrari, Juan Carlos. *La energía y la crisis del poder imperial*. Editorial Siglo XXI, Buenos Aires, 1975, 336 pp.

Grimberg, Carl; *El alba de las civilizaciones*. Daimon, Barcelona, 1967, 386 pp.

Hernández-Vela Salgado, Edmundo; *Diccionario de Política Internacional*, Porrúa, México, sexta edición, 2002, dos tomos, 1296 pp.

Jardón, Juan J.. *Energía y medio ambiente*. Plaza y Valdés Editores, México, 1995, 258 pp.

Mi primera enciclopedia; *Tomo 10*, Novaro, México, 2004, 46pp.

Millard, Reed. *La crisis de la energía*. Editores Asociados, México, 1971, 199 pp.

Marschoff, Carlos M.. *Las fuentes de energía en el siglo XXI*. Fondo de Cultura Económica, México, 1992, 151 pp.

Nueva Enciclopedia Temática; *Tomo 6*. Impresora y Editora Mexicana S.A. de C.V. México, 2002, 631pp .

Nueva Enciclopedia Temática; *Tomo 8*. Impresora y Editora Mexicana S.A. de C.V. México, 2002, 535pp.

Puig, Josep y Corominas, Joaquín. *La ruta de la energía*. Anthrops, Barcelona, 1990, 475 pp.

Ramazani, Roullank; "The foreign policy of Iran", *Developing Nation in World Affairs*, University Press of Virginia, Charlottesville, 1966, 422pp.

Ribeiro, Darcy. *El proceso Civilizadorio*. Editorial Círculo do Livro, Sao Paulo, 1985, 192pp

Tanzer, Michel. *Energéticos y política mundial*. Nuestro Tiempo, México, 1975, 202 pp.

Tonda Mazón, Juan; *El oro solar y otras fuentes de energía*. Fondo de Cultura Económica, 1993, México, 152 pp.

Zozoli, Giovanni; *El dilema energético*, H. Blume, Madrid, 1978, 237 pp.

Wilson, Carroll L.; *L'énergie en sursis*. Economica, Paris, 1979, 293pp.

#### Artículos de Revistas.

Caamaño, Carvajal; "Explorando el pasado", *El mundo del petróleo*, núm. 1, agosto-septiembre 2004, 80pp.

Flores, Nancy y Pérez, Ana Lilia. "Cantarell daños irreversibles", *Contralínea*. Corporativo Internacional de Medios de Comunicación, México, No. 24, Marzo de 2004, pp. 97.

Guadagni, Alieto Aldo; "La revolución energética: el rol de la sustitución del petróleo y la conservación de energía", *Desarrollo Económico, Revista de Ciencias Sociales*, Instituto de Desarrollo Económico y Social, Vol. 24, núm 95, Buenos Aires, octubre-diciembre 1984, 98pp.

Klare, Michael T.; "La nueva geografía de los conflictos internacionales", *Foreign Affairs en Español*, Itam, México, Vol. 1, núm. 2., verano 2001, 248pp.

Lerner; Erick; "La Energía en el Desarrollo Humano II", *Energía del Fuego al Átomo*, México 1981, núm. 2 32pp.

Márquez Mendoza, Francisco; *Estrategias de la Conae en la promoción de las energías renovables en México*, Mexico, 2006, 69pp.

Maugeri, Leonardo; "No en nombre del petróleo", *Foreign Affairs en Español*, Itam, México, Vol.3, núm. 3. Julio-Septiembre 2003, 256 pp.

Mohedano Córdoba, José Eduardo; "El fuego", *Red Científica*, Madrid, No. 47, enero de 2003, 25pp.

Morones, Rubén; "La energía nuclear; una solución al problema de los energéticos", *Ingenierías*, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad de Nuevo León, Vol. 5, núm. 5 , Abril-Junio de 2002, 54pp.

Olivares Villegas, Juan José; "Viento, sopla más fuerte", *Energía hoy*, El despertador, S.A. de C.V. México, abril de 2004, núm. 1. 96pp.

Ortiz Sánchez, Alonso; "Consideraciones sobre política petrolera mundial y nacional", *Entornos*, núm. 13, México, 2005, 104pp.

Ortega, Miguel Ángel; "La Política del petróleo y el dinero", *Fortuna*, México, año II, núm.18, julio 2004, 82pp.

Páez, Alejandro; "Para usted para todos", *Energía hoy*, El despertador, S.A. de C.V. México, abril de 2004, núm. 1. 96pp.

Romero, Arturo; "Los sistemas eólicos", *Revista Ciencia Hoy*, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, septiembre-octubre 1998, Volumen 8, núm. 48, 102pp.

Shields, David. "Ambición petrolera", *Siempre!*, México, agosto de 2003, núm. 2598. p.78.

Velázquez Elizarraraz, Juan Carlos. "Geopolítica y estrategia petrolera mexicana ante la Cuenca del Pacífico", *Relaciones Internacionales*, Coordinación de Relaciones Internacionales, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, México, No. 42-43, Mayo-Diciembre de 1988, pp. 128-139.

Villalobos Calderón, Liborio. "La energía en las relaciones latinoamericanas", *Relaciones Internacionales*, Centro de Relaciones Internacionales, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, México, No. 45, Mayo-Agosto de 1989, pp. 58-65.

#### Periódicos.

Diversos números de los periódicos *El Financiero*, *El Universal*, *La Jornada*, *Tiempos del Mundo*, *Reforma*, del año 2003 y 2004.

Frisneda, Pedro. "Lohas los nuevos consumidores", *Tiempos del Mundo*. México, 15-07-04, 76pp.

Marroco, Elisa; "Hidrógeno la energía del futuro". *Tiempos del Mundo*, 26 de diciembre 2002, 82pp.

Osava, Mario; "Crisis energética fomenta fuentes alternativas", *El Tierramérica*, Brasilia, 5/11/2000.

*El universal*, México, 27 de febrero 1991.

Folletos:

Bracho, Frank; *El futuro del petróleo y el futuro de PDVSA*. PDVSA/CIED, Caracas, Agosto de 2001, 35 pp.

GACCAAN. *Retos y oportunidades ambientales en el cambiante mercado de electricidad en América del Norte*. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Montreal, 16 de Enero 2001, 20 pp.

FAO. *World Agriculture Toward 2000*. FAO, Londres, 1988, 169pp.

Moowaw, William R.. *Electricidad y medio ambiente*. Comisión para la Cooperación Ambiental en América del Norte, Montreal, Mayo de 2002, 18 pp.

Naciones Unidas (ONU). *Nuevas Fuentes de Energía y Aprovechamiento de la Energía*. Editado por la ONU, Nueva York, 2005, 75pp.

Turkenburg, Win C. and Faaij, Andre. *World Energy Assessment, Energy and the challenge of sustainability*. Department of Science, Technology and Society, Utrecht University, Utrecht, 2000, 2 pp.

Sitios electrónicos:

Alponte, Juan María; [www.analitica.com/vas/1999.1.2.3/articulos](http://www.analitica.com/vas/1999.1.2.3/articulos), p. 14

Arcadis group. [www.arcadis.gm](http://www.arcadis.gm)

BfAI (Bundesagentur für Außenwirtschaft / Agencia Federal de Comercio Exterior). [www.bfai.com](http://www.bfai.com)

Cámara de Comercio Exterior. [www.ihk.de/diht](http://www.ihk.de/diht)

Central eléctrica. [www.erdwaerme-kraft.de](http://www.erdwaerme-kraft.de)

Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt). *La energía a través del tiempo*. <http://www.explora.cl/otros/energia/tiempo.html>

Comisión Nacional para el Ahorro de energía. [conae.gob.mx](http://conae.gob.mx)

Consejo Mundial por la Energías Renovables (CMER). *Foro Mundial de la Energía Renovable*. [www.wrce.org](http://www.wrce.org)

Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, [www.cinu.org.mx](http://www.cinu.org.mx).

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). *Energy*. [www.dlr.de](http://www.dlr.de)

Diario del Pueblo. <http://spanish.peopledaily.com.cn>. 9/11/2002

DrillTec GUT GmbH. [www.drilltec.de](http://www.drilltec.de)

ECB Enviro Berlín AG. [www.ecbag.de](http://www.ecbag.de)

Foro de energía nuclear. [www.foronuclear.com](http://www.foronuclear.com).

Geothermische Vereinigung e.V. [www.geothermie.gm](http://www.geothermie.gm)

Nordex AG. [www.nordex-online.com](http://www.nordex-online.com)

Public-Private Partnerships (PPP) [www.gtz.de/ppp](http://www.gtz.de/ppp)

Repower Systems. *Renewable Energy for the future.* [www.repower.de](http://www.repower.de)

World Bank in Turkey. [www.worldbank.org.tr](http://www.worldbank.org.tr).