



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**“ENERGÍA ALTERNATIVA, BASE DE UN
FUTURO SUSTENTABLE”**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
ÁREA: INGENIERÍA MECÁNICA**

**POR LA MODALIDAD DE:
“ALTO NIVEL ACADÉMICO”**

P R E S E N T A:

LINDA ARANA ESPINOSA

ASESOR:

ING. DÁMASO VELÁZQUEZ VELÁZQUEZ

MÉXICO 2010





Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial quiero agradecer principalmente a la máxima casa de estudios de este país por brindarme la oportunidad de lograr una de las metas más importantes en mi formación académica y en mi vida en general, la Universidad Nacional Autónoma de México ha significado en mi vida más de lo que una institución pudiese significar, representa para mí las bases de la estructura que hoy es mi persona, Gracias Universidad, por otorgarme el inmenso orgullo de decirme universitaria. **Gracias UNAM**, por ser los pilares que sostuvieron mis sueños todos estos años...

De manera muy personal quisiera agradecer a todos aquellos Profesores que me acompañaron en este arduo pero gratificante camino, y que en base a todo ese inmenso conocimiento y experiencia fueron capaces de inculcar en mí, un amor y respeto por la hermosa profesión que deseo desempeñar con integridad y orgullo. Gracias a todos ellos por compartirme toda esa sabiduría y por ser en mi futuro un ejemplo a seguir.

Por último, pero no por ello menos importante, quiero agradecer a todas aquellas personas que confiaron en mí y que nunca dejaron de compartir conmigo el inmenso sueño que hoy deseo culminar, gracias por no dejar de creer en mi capacidad para alcanzar esta meta y gracias por creer que éste es el comienzo de una vida llena de propósitos por cumplir.

SINCERAMENTE

LINDA ARANA ESPINOSA

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: LA RAÍZ DEL PROBLEMA

1.1 ¿QUÉ ES UN COMBUSTIBLE FÓSIL?	1
1.2 LA HISTORIA DE UNA LUCHA AMBIENTAL	2
1.3 VARIACIÓN CLIMÁTICA.....	4
1.4 EL CALENTAMIENTO GLOBAL Y SUS REPERCUSIONES ECONÓMICAS.....	5
1.5 RESPONSABLES DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	6
1.6 LA REALIDAD EN CIFRA.. ..	7
1.7 EFECTOS POTENCIALES.....	9
1.8 MÉXICO Y SU APORTACIÓN.....	12

CAPÍTULO II: LA OPCIÓN DEL FUTURO

2.1 ENERGÍA ALTERNATIVA	15
2.2 ¿EXISTE LA ENERGÍA VERDE?.....	19
2.3 EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA.....	21
2.4 VENTAJAS E INCONVENIENTES	23
2.5 EL PAPEL DE MÉXICO EN EL CAMBIO.....	28
2.6 ¿EXISTEN MEDIDAS PARA AMINORAR EL CAMBIO?.....	32

CAPÍTULO III: ENERGÍAS ALTERNATIVAS

3.1 ENERGÍA SOLAR.....	35
3.1.1 ENERGÍA SOLAR EN MÉXICO	39
3.2 ENERGÍA GEOTÉRMICA	40
3.2.1 ENERGÍA GEOTÉRMICA EN MÉXICO.....	42
3.3 ENERGÍA HIDRÁULICA	43
3.3.1 ENERGÍA HIDRÁULICA EN MÉXICO.....	46
3.4 BIOENERGÍA.....	47
3.4.1 BIOENERGÍA EN MÉXICO.....	49
3.5 ENERGÍA PROVENIENTE DEL MAR	51
3.5.1 ENERGÍA MAREOMOTRIZ	52
3.5.2 ENERGÍA UNDIMOTRIZ.....	54
3.5.3 ENERGÍA MAREMOTÉRMICA	56
3.6 ENERGÍA EÓLICA.....	58
3.6.1 ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO	60
3.7 ENERGÍA NUCLEAR	61
3.7.1 FUSIÓN NUCLEAR.....	63
3.7.2 FISIÓN NUCLEAR.....	64
3.7.3 ENERGÍA NUCLEAR EN MÉXICO.....	66

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

Desde ya hace algunos años la humanidad ha comenzado a entender que el fenómeno de la utilización de fuentes de energías no convencionales, es decir, alternativas, es indispensable para poder visualizar un futuro estable y seguro; aunque la mayoría de la gente no ponga en este tema la importancia real que requiere y simplemente se conformen con estar enterados del problema y desgraciadamente no hacer nada por ayudar; existen también por fortuna algunos científicos y ambientalistas que han mostrado un verdadero interés en la conservación del medio en el que vivimos, y es por eso que gente como ésta ha puesto todo su empeño en lograr que día a día se tome conciencia sobre lo que le pasa al planeta y así mismo que el mundo conozca sus propuestas para salvaguardar la vida no sólo a futuro sino ya en este momento.

Para comprender la solución a nuestros problemas ambientales hay que tener muy claro la magnitud del problema y lo que en realidad éste significa, así como sus consecuencias a corto y largo plazo; es por eso que en este capítulo introductorio sobre las energías alternativas y sus beneficios, se propone mostrar una breve pero sustanciosa ejemplificación del problema real que a lo largo de los últimos siglos ha sido provocado por el excesivo consumo de combustibles fósiles.

De primera instancia nos podemos remontar a los comienzos del problema o al menos al momento en el que la exageración del consumo de combustibles puso a pensar a muchas personas acerca de que tan conveniente era usar a tal magnitud fuentes de energía que generaban tantos gases tóxicos, y es que en los comienzos de la revolución industrial no se tomaba en cuenta las consecuencias que el avance tecnológico traía consigo, y mucho menos se podían imaginar que sus combustibles iban a escasearse tan rápidamente; es por eso que desde ese momento y a lo largo de la carrera tecnológica el hombre ha optado por dejar de lado los intereses de la mayoría por un futuro sin carencias y ha preferido disfrazar los intereses particulares y económicos de unos cuantos, haciéndolos ver como las bases de un mejor futuro para todos, aunque a decir verdad, a pesar de que el presente parece ser cada vez más cómodo, esta comodidad que poco a poco cae en la inutilidad no sirve de nada si en un futuro unos contra otros tendrán que pelearse por unas cuantas gotas de agua y un poco de aire no contaminado...

El problema de la utilización de energías no renovables no se basa sólo en la contaminación del aire por la emisión de gases nocivos, este problema va más allá, y es que a pesar de que en este momento la mayoría de la gente tiene presente que los combustibles fósiles están a punto de agotarse y que forzosamente tendremos que adoptar nuevas tecnologías para la obtención de energía, siguen promoviendo el

consumo de fuentes como el petróleo y son capaces de crear conflictos de la nada para lograr conseguir una gota más de este preciado oro negro; no importa cuanto signifique para el mundo y las futuras generaciones, las empresas multimillonarias seguirán obstruyendo el avance de las nuevas tecnologías o limitando su uso hasta que éstos no logren vender su último litro de combustible y puedan dedicarse a otra cosa.

Para aunar más en el problema, podemos hablar un poco del por qué los países industrializados tienen tanta influencia en la decisión de abrir o no paso a los nuevos métodos de obtención de energía, y es que estos países dependen fundamental y esencialmente de la obtención, generación y distribución de esta energía para poder seguir con sus diversas actividades económicas y con su vida diaria en general; y aunque parezca algo exagerado, a decir verdad, hoy en día la mayoría de los países no subsistiría siquiera una semana sin energía, es por esta razón por la que a veces no parece importar a que precio se obtenga ésta, el precio de no tenerla es aun más alto y significaría prácticamente la extinción de las cosas como las conocemos, y es que estamos tan ligados a la tecnología que ya no sabríamos como vivir sin ella y quizá ni siquiera podríamos.

Por estos motivos, la obtención de energía, la combinación de combustibles y la mejora en los sistemas de éstos resulta tan importante y atrayente a la comunidad científica que se interesa en el medio ambiente y el avance tecnológico, así como para los empresarios que tienen que empezar a pensar en una alternativa para los actuales combustibles fósiles y para los métodos de creación de energía a partir de éstos. De esta manera se ha comenzado a pensar en aumentar la eficiencia en las diversas tecnologías ya existentes así como en las que vienen en camino, ya que no sólo se trata de generar energía de manera más limpia, sino de aprovechar al máximo toda la posible.

Las demandas principales de las políticas energéticas deben estar enfocadas en satisfacer las necesidades del usuario a la vez que proporcionan la confianza debida mostrando una amplia seguridad en sus procesos, así como la certeza de que estos métodos de obtención de energía no traerán daños colaterales a futuro de ningún tipo, como los que provocan ahora al ambiente los actuales métodos; es por esto que al hablar de abastecimiento inagotable y seguridad en todos los sentidos, se tiene forzosamente que resaltar las tecnologías como lo son la obtención de energía a partir del aire y del sol, principalmente; sin dejar de tomar en cuenta que ya existen otras fuentes como lo son la energía de la biomasa y la energía hidráulica que en estos momentos es la más utilizada de este rubro.

Todos los tipos de energía ya existentes tienen sus ventajas , sólo que algunas son más limpias que otras e incluso algunas no contaminan el ambiente a lo largo de

todo su proceso, manejo y distribución, tal es el caso de la bioenergía o biomasa como es conocida actualmente, a pesar de que esta energía ha sido señalada por algunos por generar dióxido de carbono durante su producción y consumo, la mayoría de los científicos avala el hecho de que este puede ser absorbido por las plantas mientras están creciendo. Este tipo de energía, así como sus métodos de obtención son de lo más limpio que puede encontrarse en este momento al hablar de energía alternativa, su simplicidad es una de sus características al igual que su económico proceso de producción, además de que sus múltiples beneficios van más allá de la creación de energía al producir también fertilizantes de la más alta calidad y eliminar lo que podrían ser toneladas de basura y contaminación, lo que significa que no sólo es una tecnología que no contamina sino que disminuye un poco de la ya existente de manera natural en el ambiente; es por esto que al hablar de energías renovables hay que tener en cuenta que no todas éstas cumplen su cometido a lo largo de todo un proceso que debe tenerse muy presente y que algunas son más eficientes y limpias que otras.

Para entender de manera clara y precisa lo que los científicos y ambientalistas tratan de decirnos al hablar de energías renovables es necesario tener muy claro el concepto fundamental que a éstas se refiere, del mismo modo hay que conocer los propósitos que tienen los interesados en la materia al pensar en un futuro próximo y estable que forzosamente tiene que ir de la mano con las energías alternativas. Por esta razón tenemos que empezar por aclarar estos puntos, así entonces es conveniente definir de manera concisa lo que son en la actualidad las energías renovables.

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Desde tiempos muy remotos el ser humano ha utilizado las energías renovables como primordial fuente de energía, empezando por la utilización al máximo de la luz solar al introducir ventanas y tragaluz en sus hogares, los barcos de navegación que funcionaban con velas utilizando así la energía del aire como principal impulsor, los molinos de viento y de agua que se movían gracias a la fuerza de éstas, etc. Cabe mencionar nuevamente que todos estos métodos de obtención de energía se fueron quedando atrás a partir de la invención de la máquina de vapor y fue hasta los años 70s que las energías renovables se consideraron una alternativa a las energías tradicionales, tanto por su disponibilidad presente y futuro garantizado (a diferencia de los combustibles fósiles que necesitan de miles de años para su formación) como por su menor impacto ambiental en el caso de las energías limpias, y por esta razón fueron llamadas energías alternativas. Actualmente muchas de estas energías son una realidad, no una alternativa, por lo que el nombre de alternativas ya no debe emplearse según dicen algunos títulos que hablan acerca de este tema.

Al tratar de entender lo que significan o deberían significar las energías alternativas en la actualidad, tenemos primero que comprender que el problema que trata de solucionarse o disminuirse a partir de éstas es real y lo estamos viviendo en este preciso momento, algunas personas aún creen que el tema de las energías renovables puede o debe estar sujeto a discusión por algún tiempo en lo que el problema se presenta, sin darse cuenta de que el problema ya está sobre nosotros y nos está afectando más rápido de lo que esperábamos. No es necesario esperar algunos años para ver lo que el exceso de gases tóxicos, la basura, el desperdicio desmedido del agua, y demás contaminantes le están ocasionando al planeta, es posible que ni siquiera tengamos que esperar esos años que pensábamos tendrían que pasar para poder visualizar el problema, para tener en frente una verdadera catástrofe ambiental que afecte no sólo nuestro país sino el mundo, y que ponga en riesgo inminente y verdadero la vida y las comodidades que la naturaleza nos brinda, convirtiendo todo lo que conocemos en una lucha por poseer un poco de lo aún más poco que le hayamos dejado al mundo.

Es así que al hablar de un problema real y actual es también necesario hablar de soluciones viables y con mucha más urgencia actuales, ya que si tenemos el problema sobre nosotros no es posible plantear soluciones a futuro, es absurdo y por demás inútil comenzar a hacer cálculos para un futuro al cual probablemente llegemos sin la preparación o disponibilidad de medios que tenemos por ahora, es por eso que es más que necesario empezar a utilizar energías renovables en lugar de combustibles fósiles y así no parar las actividades tan diversas y mayoritarias que dependen del uso de la energía eléctrica pero sin seguir contaminando y destruyendo lo poco que aun nos queda en este planeta. Es urgente que optemos por una cultura del ahorro de energía, así como de insumos necesarios para la vida, ya que el desperdicio de éstos es también una manera de contaminación.

La propuesta que tienen los ambientalistas en cualquiera de las distintas nuevas tecnologías es y debería de ser un ejemplo de concientización para que todo la gente voltee a ver lo que le estamos haciendo al medio ambiente y tomen un poco de conciencia para así apoyar las nuevas ideas que ya deberían de ser una realidad y no sólo una opción. Todas las energías que se plantean como alternativa son opciones viables para el desarrollo y ofrecen una mejor y más segura vida a futuro, además de que muchas de ellas a pesar de requerir de una fuerte inversión tienden a ser mucho más económicas que las actuales y otras pueden generarse en la comodidad de nuestros hogares y no sólo abastecernos a nosotros sino a una comunidad, como lo son el caso de el biogás y las celdas fotovoltaicas.

Las fuentes de energía fósiles o energías no renovables son llamadas de este modo porque sus reservas son limitadas y en algún momento, que por cierto será más pronto de lo que se esperábamos, se acabarán, y tardarán millones de años para

volver a generarse, tal es el caso del tanpreciado petróleo, el gas natural, el carbón o la energía nuclear, a pesar de que esta última está considerada dentro de las energías alternativas debido a que su explotación ha sido de cierta manera muy limitada hasta el momento; es por esto que suena increíble que le sigamos apostando a recursos con los que prácticamente ya no contamos y que además de ser dañinos para el ambiente tienden a elevar sus costos de manera rápida e irregular al paso al que se van agotando. Todos estos combustibles que se han utilizado durante tantos años para generar energía le han dejado a su vez un desagradable obsequio al planeta, ya que no sólo limitan los recursos naturales sino que a su vez generan gases extremadamente tóxicos y contaminantes para el medio ambiente y los seres vivos en general, estos siglos de contaminación han propiciado un deterioro en el ambiente que pareciera irremediable así como la pérdida de hectáreas de bosques y miles de vidas animales y también humanas. Toda la contaminación que se genera día a día por el uso de estos combustibles ha provocado un avance acelerado en el cambio climático responsable del deshielo de los polos, así como el tan conocido efecto invernadero que provoca la lluvia ácida, la innumerable pérdida de árboles que a su vez nos limitan con esto del tan valioso oxígeno, indispensable para la vida así como la escasez y contaminación del recurso máspreciado para los seres vivos, el agua. A decir verdad, parece increíble que a pesar de tener tantas razones para dejar atrás estos métodos de obtención de energía no se haya podido decidir aun el uso activo y mayoritario de energías renovables para el reemplazo de los combustibles fósiles, lo cual señala directamente a las empresas multimillonarias que tienen comprados a la mayoría de los políticos que tienen el poder real de cambiar nuestra situación actual y apostar a un mejor futuro.

Sin lugar a dudas, no hay pretextos que puedan ponerse ante esta crisis energética y ambiental que estamos viviendo hoy en día, la solución a todos nuestros problemas no es en lo absoluto tan complicada y mucho menos desconocida, pero por desgracia para todos nosotros y para el medio ambiente, sí está en manos de unos cuantos, cuyos intereses económicos van más allá de los intereses de la comunidad en general y hasta de su propio interés, si es que lo tienen, por el futuro incierto de sus hijos y del planeta al que le deben todo.

Los países primermundistas deben poner el ejemplo y cambiar un poco sus prioridades, a ellos les sería muy sencillo dejar de invertir aunque sea una cuarta parte de lo que invierten en sus guerras sin sentido y comenzar a crear un mejor futuro invirtiendo en las nuevas tecnologías que los científicos interesados en el tema ya se han encargado de inventar y a los que sólo los limita la falta de capital. A decir verdad, el dinero no parece ser el problema, la realidad es que nadie parece tener interés en cambiar nada y los pocos que realmente lo tienen no cuentan con los recursos económicos para hacerlo o para marcar una diferencia notable.

Las fuentes de energía renovables son distintas a las de combustibles fósiles o centrales nucleares debido a su diversidad y abundancia. Un estudio actual considera que el Sol abastecerá estas fuentes de energía (radiación solar, viento, lluvia, etc.) durante los próximos cuatro mil millones de años. La primera ventaja de una cierta cantidad de fuentes de energía alternativas es que no producen gases de efecto invernadero ni otras emisiones, contrariamente a lo que ocurre con la mayoría de los combustibles utilizados actualmente. Algunas fuentes renovables no emiten dióxido de carbono adicional, salvo los necesarios para su construcción y funcionamiento, y no presentan ningún riesgo suplementario, tales como los derrames petroleros en el océano. Todas éstas son razones que deberían estar por demás y por el contrario parece que nadie las ha escuchado con atención.

Las energías alternativas ofrecen más que sólo una opción al mundo en el que vivimos y a la conservación de éste tal y como lo conocemos, y no sólo hablando de la conservación de especies animales y vegetales sino la conservación de las comodidades que la energía eléctrica y el combustible nos ofrecen y de las que disfrutamos actualmente. Es muy bien sabido que el hombre depende de sobre manera de la energía eléctrica y el gas para su vida diaria y sus actividades cotidianas, tanto que nos sería imposible regresar a aquellos tiempos en los que estos valiosos implementos no eran una limitante para la subsistencia aunque sí para la comodidad. Cabe resaltar que vivir sin electricidad y sin gas no sería ni siquiera por un poco tan difícil como vivir sin aire limpio, árboles o agua, es por ello que vale la pena pensar en sí estamos o no tomando las decisiones correctamente y poniendo la debida prioridad a cada uno de los aspectos de nuestras vidas y preocupaciones. Es muy difícil decidir a favor de la naturaleza por encima de intereses económicos pero hay que tener en cuenta que el dinero no lo compra todo y que unos cuantos pesos no bastaran para conservar la vida humana.

El mejor camino para la humanidad es sin duda el camino de las energías alternativas, éstas nos ofrecen un sendero seguro y sin desviaciones, no hay siquiera necesidad de pensarlo dos veces, las energías alternativas no deben ser una opción, deben y tienen que ser una realidad a partir de hoy y para siempre.

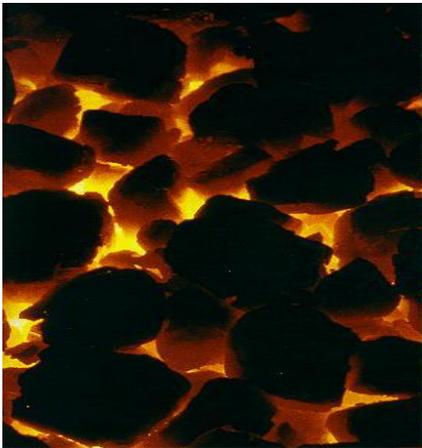
CAPÍTULO I

LA RAÍZ DEL PROBLEMA

1.1.- ¿QUÉ ES UN COMBUSTIBLE FÓSIL?

Para poder describir de manera adecuada la raíz del problema ambiental que vivimos hoy en día tenemos primero que enunciar lo que hoy en día llamamos “combustible fósil”; Los combustibles fósiles son los mismos que conocemos como recursos no renovables; es decir, son aquellos que no podrán regenerarse al paso del tiempo y que en ningún momento podremos reponer a la naturaleza. En determinado momento, se acabarán, y quizá tengamos que esperar millones de años de evolución para volver a disponer de ellos. Dichos combustibles se poseen de manera limitada y sus reservas disminuyen cada día y en algunos casos de manera acelerada; el uso inadecuado y exagerado de éstos ha permitido que el hombre acabe con sus reservas naturales poniendo un plazo final para su utilización. Las principales fuentes son la energía nuclear y los combustibles fósiles (el petróleo, el gas natural y el carbón).

Los combustibles fósiles pueden ser utilizados en forma sólida (carbón), líquida (petróleo) o gaseosa (gas natural). Y cerca del 97% de la energía que se utiliza en el mundo proviene de éstos: 38% del carbón, 40% del petróleo y 19% de gas natural. Son acumulaciones de seres vivos que vivieron hace millones de años y que se han fosilizado formando carbón o hidrocarburos. En el caso del carbón se trata de bosques de zonas pantanosas, y en el caso del petróleo y el gas natural de grandes masas de plancton marino acumuladas en el fondo del mar. En ambos casos, la materia orgánica se descompuso parcialmente por falta de oxígeno y acción de la temperatura, la presión y determinadas bacterias de forma que quedaron almacenadas moléculas con enlaces de alta energía.



La energía carboeléctrica en México genera actualmente un total de 1,583,202.500 MWh mensuales.

Para este momento, la energía más utilizada en todo el mundo es la energía fósil. Si se considera todo lo que está en juego, es de suma importancia medir con exactitud las reservas de combustibles fósiles del planeta. Se pueden distinguir dos tipos de reservas: las “reservas identificadas” mismas que pueden o no estar en explotación, y las “reservas probables”, aquellas que pretenden encontrarse con la ayuda de las nuevas tecnologías pero que en este momento no son algo seguro. Según los cálculos, el planeta puede suministrar energía durante 40 años más (si sólo se utiliza el petróleo) y más de 200 (si se sigue utilizando el carbón).

Los problemas de extracción, transporte, transformación, manejo y contaminación de estos recursos los hacen muy vulnerables para ser la base del consumo energético del mundo. Toda combustión de fósiles produce gases como el dióxido de carbono (CO_2), que va a la atmósfera, donde ha estado aumentando al ritmo de 2 partes por 1000 al año. La mitad de éste se quedará en la atmósfera, la cual podría quedar saturada teóricamente en 700 años, la otra mitad pasa a la biosfera y a los océanos.

1.2.- LA HISTORIA DE UNA LUCHA AMBIENTAL

A lo largo de la historia han existido personajes que han mostrado un verdadero interés por exponer al mundo las consecuencias de la utilización de combustibles fósiles. El primero en manifestarlo fue Svante August Arrhenius, quien en 1903 publicó *Lehrbuch der Kosmischen Physik (Tratado de física del Cosmos)* que hablaba por primera vez de la posibilidad de que la quema de combustibles fósiles fuese la causa del incremento de la temperatura media de la Tierra. Entre otras cosas, calculaba que se necesitarían 3000 años de combustión de combustibles para que se pudiera alterar el clima del planeta, bajo la suposición de que los océanos captarían todo el CO_2 (actualmente se sabe que los océanos han absorbido un 48% del CO_2 antropogénico desde 1800). Arrhenius también estimó el incremento de la temperatura del planeta cuando se doblara la concentración de dióxido de carbono de la atmósfera. Y eventualmente calculó este valor en 1,6 °C sin vapor de agua en la atmósfera y 2,1 °C con vapor presente.

Para las siguientes décadas las teorías de Arrhenius fueron poco valoradas, pues se creía que el CO_2 no influía en la temperatura del planeta y el efecto invernadero se atribuía exclusivamente al vapor de agua. Sin embargo, 35 años después de que Arrhenius publicara su teoría, Guy S. Callendar publicó varios ensayos en los que corregía algunas estimaciones hechas por Arrhenius; Callendar estimó que el incremento promedio en la temperatura era 0,005 °C por año en ese período y argumentaba también que la actividad humana había incrementado el dióxido de carbono en la atmósfera en alrededor de 10% desde el comienzo del siglo.

Una vez aceptadas ya las hipótesis científicas, en 1974, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) se tomó a la tarea de crear un equipo de expertos sobre el cambio climático. Es así que en 1985 tuvo lugar la conferencia de Villach (Austria), donde las Naciones Unidas y el Consejo Internacional para el Medio Ambiente concluyeron que para finales del siglo XXI se podría producir un aumento en las temperaturas de entre 1,5 y 4,5 °C y un ascenso del nivel del mar entre 0,2 y 1,4 m.

El interés social que produjeron todos estos estudios facilitaron que en 1988 se fundara el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), los cuales concluyeron en 1990 que de seguir con el ritmo actual de emisiones de gases de efecto invernadero, sería factible esperar un aumento de 0,3 °C por década durante el próximo siglo (mismo que sería mayor que el producido en los últimos 10.000 años). Después de vislumbrar un panorama poco alentador y de sumar esfuerzos para conseguir la mirada de las grandes naciones, en 1992 se celebró en Río de Janeiro la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, también conocida como la Cumbre de la Tierra, donde más de 150 países acudieron y se logró aprobar la Convención Marco sobre el Cambio Climático para tratar de estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero a un nivel aceptable.

En 1997 se comenzó a redactar el protocolo de Kioto sobre el cambio climático cuyo objetivo era reducir las emisiones de los principales gases de efecto invernadero: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hexafluoruro de azufre, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos. Se justificó no incluir el vapor de agua entre los gases de efecto invernadero considerados. Su redacción finalizó en 1998 aunque no entró en vigor hasta noviembre de 2004 cuando fue ratificado por Rusia.



El Protocolo de Kioto, firmado en 1997 y que entró en vigor en 2005, obliga a 37 países industrializados -todos salvo EEUU, que no lo ratificó- a reducir sus emisiones en una media del 5% entre 2008 y 2012 sobre los niveles de 1990, pero no compromete a los países en vías de desarrollo.

Tras el tercer informe del IPCC, se consideró la necesidad de un nuevo protocolo más severo y con la ratificación de más países aparte del G77. Por esta razón, en

2005 se reunieron en Montreal todos los países que hasta el momento habían ratificado el protocolo de Kioto y otros países responsables de la mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo Estados Unidos, China e India. La negociación en Montreal proveía la redacción de unas bases para la futura negociación de un nuevo protocolo que entraría en vigor en 2012, fecha de caducidad del actual protocolo. Durante la reunión, varios países pusieron objeciones y retrasaron el pre-acuerdo (es el caso de Estados Unidos o Rusia) pero después de retrasar algunos días el final de la negociación se llegó a un pre-acuerdo.

En Bali entre el 3 y el 13 de diciembre de 2007 se reanudaron las negociaciones y aunque no se fijaron límites para los gases de efecto invernadero, se alcanzó un acuerdo que, entre otras cosas, incentivaba la distribución de energías renovables entre los países en vías de desarrollo para que éstos no basaran su crecimiento económico en la quema de combustibles fósiles.

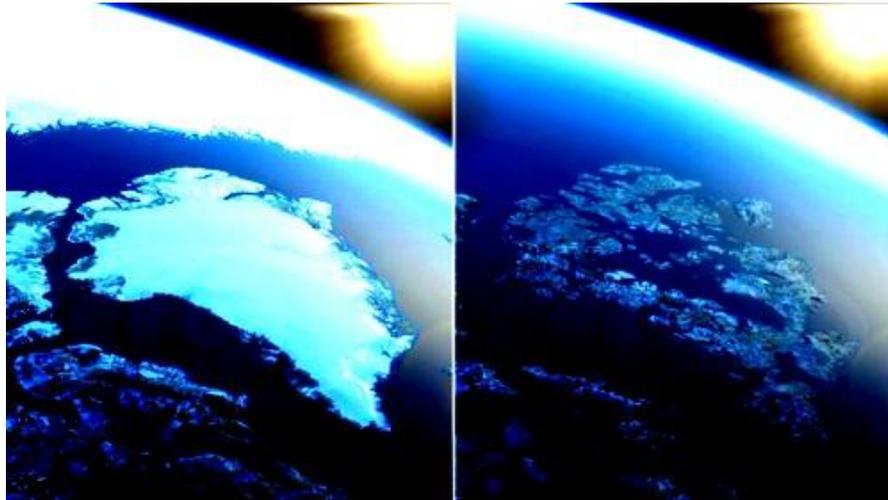
El ex Secretario General de la ONU, Kofi Annan, aboga por una «justicia climática» al pedir a los contaminadores que paguen los daños que causan al clima, para que los pobres no se vean más perjudicados.

1.3.- VARIACIÓN CLIMÁTICA

El clima puede variar por distintos procesos naturales tanto internos como externos. Entre los primeros destacan las emisiones volcánicas, y otras fuentes de gases de efecto invernadero (como por ejemplo: el metano emitido en las granjas animales). Entre los segundos pueden citarse los cambios en la órbita de la Tierra alrededor del Sol (Teoría de Milankovitch) y la propia actividad solar. Cabe señalar que dicha variación afecta no sólo la temperatura que percibimos sino que modifica todo el entorno natural; de manera drástica, un cambio acelerado y excesivo en la temperatura del planeta puede variar de tal manera el clima que sea capaz de modificar el ecosistema en el que vivimos y por ende la biodiversidad de especies al limitar su desarrollo y hábitat natural.

Los especialistas en climatología aceptan que la Tierra se ha calentado recientemente (el IPCC cita un incremento de $0,6 \pm 0,2$ °C en el siglo XX). Es importante destacar el hecho de que nadie discute que la concentración de gases invernadero ha aumentado y que la causa de este aumento es probablemente la actividad industrial durante los últimos 200 años. Dicha actividad prevalece en orden de importancia sobre lo que podría ser el futuro del planeta; no obstante a los esfuerzos de las distintas organizaciones y mucho menos de los acuerdos pactados, no se puede visualizar el interés gubernamental por modificar sus prioridades aun

siendo capaces de observar los efectos de la quema de combustibles fósiles y los estragos del cambio climático.



Los científicos de las Naciones Unidas han evaluado que el cambio climático será más rápido y más intenso de lo previsto por el último informe que se presentó en el 2007. Dicho informe era demasiado prudente o conservador, a la vista de las investigaciones más recientes sobre el calentamiento global. En la figura de arriba se puede observar una proyección del deshielo de los polos en caso de no tomar medidas de manera inmediata.

Más allá del consenso científico general en torno a la aceptación del origen principalmente antropogénico del calentamiento global, hay un intenso debate político sobre la realidad de la evidencia científica del mismo. Por ejemplo, algunos entre esos políticos opinan que el presunto *consenso climático* es una completa falacia y en enero de 2009 la minoría republicana del Senado de los Estados Unidos elaboró una lista con más de 700 científicos que disientían del origen antrópico de los cambios de temperatura de la Tierra; En 2009 se descubrió el pretendido escándalo del Climagate, que alegadamente demostró que los científicos de la Unidad de Investigación del Clima de la Universidad de East Anglia habrían manipulado los datos para que cuadraran con las teorías del calentamiento.

1.4.- EL CALENTAMIENTO GLOBAL Y SUS REPERCUSIONES ECONÓMICAS

El calentamiento global es objeto de una creciente controversia, por sus repercusiones económicas y las bases científicas de quienes lo avalan y quienes lo niegan. Existe un amplio debate social y político sobre la cuestión, y aunque hay quien sostiene que la comunidad científica internacional ha llegado a un consenso científico suficiente, existen numerosos disidentes de la teoría del calentamiento global.

Estas acciones y medidas se engloban dentro del Protocolo de Kioto sobre el cambio climático, que intenta tener cierto efecto sobre el clima futuro y llevar a cabo otras medidas posteriormente para la recuperación de la estabilidad del mismo. Se piensa que el daño medioambiental tendrá un impacto tan serio que deben darse pasos inmediatamente para reducir las emisiones de CO₂, a pesar de los costos económicos que pueda representar para las naciones. Por ejemplo, Estados Unidos, que produce mayores emisiones de gases de efecto invernadero que cualquier otro país, en términos absolutos, y es el segundo mayor emisor per cápita después de Australia.

Los economistas también han alertado de los efectos que tendrá el cambio climático sobre la economía mundial con reducciones de hasta un 20% en el crecimiento, cuando las medidas para evitarlo no sobrepasarían el 1%. Los daños económicos predichos provendrían principalmente del efecto de las catástrofes naturales, con cuantiosas pérdidas de vidas humanas. Esto demuestra una vez más cuán sencillo puede ser tomar una decisión de cambio teniendo como principal parámetro el factor económico; si los países industrializados llegaran a comprender las repercusiones de la devastación ambiental en términos monetarios podrían quizá visualizar más una ganancia que una pérdida como lo han hecho hasta el momento; el ser partícipes de un cambio en este momento no significa dejar de percibir cuantiosas sumas de dinero provenientes de la quema de combustibles fósiles; significa aún más la prevención de costear desastres naturales millonarios que podrían dejar estragos permanentes en las naciones. Es entonces cuando parece sencillo tomar un camino viable hacia un futuro del que la humanidad pueda formar parte.

1.5.- RESPONSABLES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Las industrias que utilizan el carbón como fuente de energía, los tubos de escape de los automóviles, las chimeneas de las fábricas y otros subproductos gaseosos procedentes de la actividad humana contribuyen con cerca de 22.000 millones de toneladas de dióxido de carbono (correspondientes a 6.000 millones de toneladas de carbón puro) y otros gases de efecto invernadero a la atmósfera terrestre cada año. La concentración atmosférica de CO₂ se ha incrementado hasta un 31% por encima de los niveles pre-industriales, desde 1750. Esta concentración es considerablemente más alta que en cualquier momento de los últimos 420.000 años, el período del cual han podido obtenerse datos fiables a partir de núcleos de hielo. Se cree, a raíz de una evidencia geológica menos directa, que los valores de CO₂ estuvieron a esta altura por última vez hace 40 millones de años. Alrededor de tres cuartos de las emisiones antropogénicas de CO₂ a la atmósfera durante los últimos 20 años se deben al uso de combustibles fósiles. El resto es predominantemente debido a usos agropecuarios, en especial la deforestación. Existen además intereses

económicos cruzados, ya que hay muchas empresas que podrían ser seria y negativamente afectadas si se las hiciera responsable de sus externalidades.

Sin embargo, todas estas cifras parecen no ser suficiente motivo para la toma de decisiones contundentes que logren remediar en medida de lo posible, todos aquellos estragos causados por la industrialización de los cuales son los países responsables los primeros en negarse al problema.

Es necesario alcanzar el entendimiento global del verdadero problema y dejar del lado la apatía social, así como el desinterés por el bien común; el cambio climático afecta a todas las especies vivientes de este planeta y la verdadera responsabilidad sólo recae en algunos cuantos; de tal manera que sin importar que tan inmensa llegase a ser su avaricia, es momento de establecer las verdaderas prioridades de un mundo en decadencia; las opciones existen y el cambio es posible; la raíz de un problema histórico es también la base de un futuro que quizá no llegue.

A lo largo de la historia ha sido posible detectar las causas reales del problema ambiental que nos ha sido heredado, hoy en día se han podido establecer las consecuencias de las acciones irresponsables de los verdaderos causantes del deterioro del planeta, así como las posibles catástrofes derivadas de un mal inminente conocido como cambio climático; el detalle más importante por ahora es lograr la comprensión de los problemas que se avecinan en un futuro cercano para poder definir de manera inmediata el papel que tomará la energía en los próximos años.

1.6.- LA REALIDAD EN CIFRAS

Ciertos datos concretos obtenidos de fuentes científicas ayudan a comprender el alcance del fenómeno del calentamiento global, entender sus causas y vislumbrar sus consecuencias.

Estudios realizados, muestran que la temperatura se ha incrementado a nivel mundial a partir del 1900. A partir de esa fecha, y década tras década, cada una es, en promedio, “más calurosa” que la anterior, proceso que parece estar acelerándose.

El calentamiento global podría exterminar entre el 15% y el 35% todas las especies de plantas y animales de la Tierra para el 2050. Con anterioridad, un grupo de ecologistas había apuntado que el incremento de la temperatura amenaza ecosistemas en los cuales la raza humana depende para sobrevivir. Este fenómeno ya ha empezado a hacerse sentir.

Según un informe de Greenpeace, el nivel del mar aumentará probablemente entre 9 y 88 cm. en el presente siglo, debido al dióxido de carbono ya presente en la

atmósfera y el que se prevé será producido, llevando a problemas y daños generalizados, amenazando principalmente ciudades costeras.

Como es de suponer, el impacto de tales problemas será sentido principalmente en ciudades de países menos desarrollados.

De acuerdo a un estudio comisionado por las industrias de los seguros, un incremento de solo 50 cm. en el nivel del mar amenazaría un posible 28 billones de dólares de bienes en las principales ciudades costeras a nivel mundial.

El nivel del dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera podría, por lo menos, duplicarse en los próximos 30 o 50 años, a menos que una reducción sustancial de emisiones tenga lugar. Consecuentemente, algunos estudios están empezando a considerar las posibles consecuencias de una cuadruplicación de los niveles atmosféricos de CO₂.

En tales circunstancias, un incremento de 4 °C en la temperatura promedio del mar no es impensable. Si ese llegara a ser el caso, el mar dejaría de ser un absorbedor de CO₂ y se transformaría en un emisor.

De acuerdo a un informe de la IPCC, el incremento de temperatura sobre Groenlandia será entre una y tres veces superior el promedio mundial. Se estima que incremento sostenido (sobre siglos) sobre Groenlandia de 3 °C llevaría al derretimiento completo de la capa de hielo, y un incremento en el nivel del mar de alrededor de 6 a 7 metros.

Otra fuente estima que hay un concomitante aumentó en la posibilidad de la estabilización, fragmentación y caída al mar de sectores la capa de hielo en la Antártica, especialmente la llamada Capa de Hielo de la Antártica Occidental. De acuerdo a la misma fuente, el derretimiento o caída al mar de la totalidad del hielo antártico podría hacer subir el nivel del mar en 62 metros. Solo la capa occidental lo puede hacer subir en 6 metros.

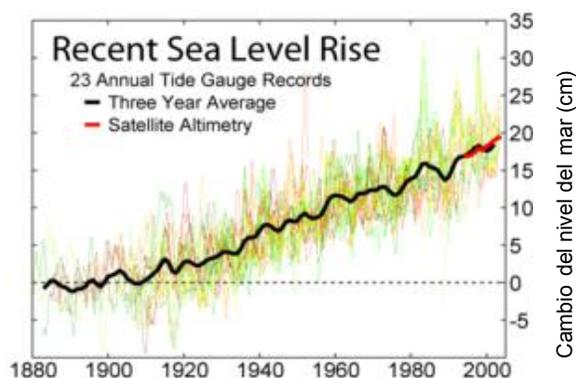
Solo un metro de incremento haría desaparecer ciudades tales como Alejandría y causaría graves daños a muchas otras ciudades costeras. y destruiría totalmente algunos estados isleños (tales como las Maldivas), arruinaría las fuentes de agua potable en muchas regiones costeras (lo que ya está sucediendo en países tales como Israel, Tailandia, China, Viet Nam, etc.).

Seis metros de incremento en el nivel del mar inundarían ciudades tales como Londres, Nueva York, Washington DC, y amplias regiones a través del mundo. En caso de que toda la capa de hielo de la Antártida se derritiera, el nivel del mar aumentaría aproximadamente 61 metros.

1.7.- EFECTOS POTENCIALES

Muchas organizaciones (ya sean públicas o privadas, incluyendo así a los gobiernos y a los individuos en general) están sumamente preocupados por los efectos negativos que pueden suscitarse a raíz del calentamiento global, algunos incluso creen que pueden llegar a ser catastróficos tanto a nivel mundial como en regiones vulnerables específicas. Dichos efectos pueden no sólo afectar al medio ambiente sino que pueden representar repercusiones económicas y biológicas (especialmente en el ramo agrícola) que a su vez podrían afectar el bienestar general de la humanidad. Para citar un ejemplo contundente cabe mencionar que un informe del Centro de Seguridad Nacional de USA advierte que: “en los próximos 30 o 40 años va a haber guerras por agua, una creciente inestabilidad causada por hambruna, enfermedades y la elevación de los niveles del mar y olas de refugiados”. “El caos resultante será un ‘caldo de cultivo’ para disturbios civiles, genocidio y el crecimiento del terrorismo”, mientras que Javier Solana ha sugerido: “El cambio climático también causa graves riesgos políticos y de seguridad que afectan directamente a los intereses europeos. Esa es la razón por la que necesitamos hacer frente a estos juntos, como europeos.”

Algunos fenómenos naturales que se han venido presentando como la disminución de los glaciares, los cambios meteorológicos y la elevación del nivel del mar han sido considerados consecuencias del calentamiento global, mismas que repercuten de manera directa o indirecta en las actividades humanas y en los ecosistemas. Ciertas especies pueden ser forzadas a emigrar de sus hábitats para intentar librarse de la extinción a consecuencia de la inestabilidad de su entorno y el cambio constante a su modo de vida, mientras que algunas menos afortunadas están siendo víctimas de manera contundente y no han podido salvarse de su propia extinción. Se estima que muy pocas ecoregiones podrían no verse afectadas; aunque a decir verdad es muy entusiasta el permanecer a la espera de que las consecuencias de años de devastación no alcancen a unos cuantos, el futuro puede vislumbrarse poco alentador y por demás catastrófico, no sólo a nivel ecológico sino también a un alto precio económico.

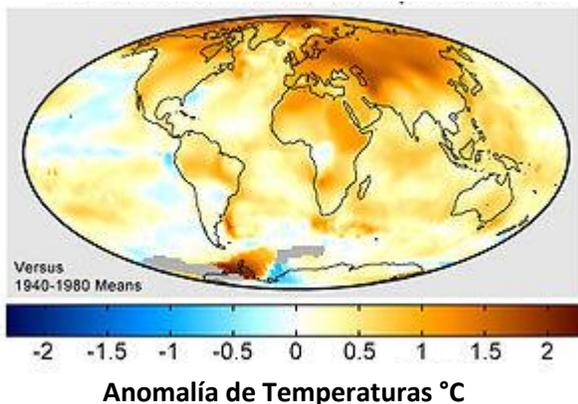


Elevación del nivel de los mares, medido en 23 estaciones fijas, entre 1900 y 2000

Una de las consecuencias climáticas que es importante resaltar es la elevación del nivel de los mares. Estos niveles se están elevando entre 1 y 2 centímetros cada década, al mismo tiempo que los fenómenos naturales causados por el cambio climático se vuelven extremos y tienden a agudizarse de manera repentina y acelerada, al grado que algunas naciones isleñas del Océano Pacífico, como Tuvalu, ya están trabajando en los detalles de una eventual evacuación. El calentamiento global provoca que el agua de los mares sufra una expansión al momento en que su temperatura se eleva, dicho proceso da lugar a elevaciones del nivel marino, por otro lado, de manera paralela, se presenta un fenómeno similar que es la reducción de los glaciares de montaña que a su vez produce un aumento de la cantidad de agua líquida y también se teme un decrecimiento de los casquetes glaciares. En palabras del TAR del IPCC: Se prevé que el nivel medio global del mar se elevará entre 9 y 99 cm. entre 1990 y 2100. y en caso de que todo el hielo de la Antártida se derritiera, el nivel del mar aumentaría 125 m.

Conforme el clima se haga más cálido se incrementará la evaporación. Dicho fenómeno podría causar un aumento de las precipitaciones lluviosas y más erosión. El IPCC pronosticó un aumento de las precipitaciones en las regiones frías (latitudes altas) y en algunas regiones tropicales lluviosas, a la vez que una reducción en las zonas secas de latitudes medias y tropicales, como la cuenca mediterránea o el nordeste brasileño. Es decir, esto representaría un clima aun más extremo con la precipitación repartida de forma más desigual.

Temperaturas medias en el periodo de 1999-2008



No es posible decir que el aumento de la temperatura sigue una ley lineal, sino que presenta fluctuaciones debidas a procesos y la variabilidad natural, siendo la más notable de ellas el fenómeno de El Niño. Durante el mismo periodo las temperaturas en la superficie terrestre muestran un incremento de aproximadamente 0,15 °C por decenio, que se contrarrestan en ciclos opuestos del mismo. Esto sugiere que el proceso de calentamiento podría verse acelerado de manera repentina o que podría ser capaz de desencadenar cambios bruscos, anormales y caóticos de temperatura o

incluso extremos globalizados o localizados de baja temperatura, provocando así efectos que en un futuro pudiesen no poder revertirse tan fácilmente.

Un ejemplo claro es la Corriente del Atlántico Norte, misma que se debe a los efectos de circulación en el clima presente y data de la época del deshielo de la última glaciación. Podría ser que, a manera de que el clima se vuelve más cálido, esta corriente disminuya e incluso llegue a detenerse totalmente, y esto quiere decir que áreas como Escandinavia y Gran Bretaña, que son calentadas por dicha corriente, podrían presentar un descenso en la temperatura, llegando incluso a sufrir una edad del hielo localizada. Cabe resaltar que hace 11.000 años esa corriente sufrió una interrupción que duró 1.000 años. Lo cual provocó el miniperíodo glacial conocido como Dryas reciente —el nombre de una flor silvestre alpina, *Dryas octopetala*— que duró 900 años en el noroeste de Norteamérica y el norte de Europa.

Es importante señalar que calentamiento global modificaría la distribución de la fauna y flora del planeta. Esto supondría la expansión de algunas enfermedades como la malaria, el dengue o la fiebre amarilla, de las que algunos de esos animales son portadores.

Algunas teorías señalan que el calentamiento global también podría tener efectos positivos, ya que un incremento en la temperatura y en la concentración de CO₂ puede mejorar la productividad de algunos ecosistemas. Los datos aportados por satélites muestran que la productividad del Hemisferio Norte se ha incrementado desde 1982. De acuerdo a cálculos de la Met Office inglesa, la producción agrícola europea podría aumentar en un 25% siempre y cuando se tengan las condiciones hidrológicas óptimas.

Sin embargo, se cuestiona el resultado general de esos efectos en relación al equilibrio económico humano norte-sur. De manera concreta, si el beneficio general de dicho aumento en la productividad en aquellos países que ya producen lo necesario para sus habitantes podría compensar a nivel mundial la caída en la producción de los países áridos, semiáridos y tropicales. Por ejemplo, la producción agrícola de Pakistán podría decaer en 50%. De acuerdo a las estimaciones de la IPCC, muchos de los cultivos agrícolas que dependen de aguas de lluvia tanto en África como América Latina están cerca del límite de lo que pueden tolerar. Se prevén caídas generales de productividad agrícola de alrededor de 30% en esas regiones. La caída en la producción de arroz en Asia podría llegar al 10%.

Adicionalmente, un incremento en la cantidad total de la biomasa producida no es necesariamente positivo, ya que puede disminuir la biodiversidad aunque florezca un pequeño número de especies. De igual manera, visto desde un punto meramente económico, un incremento en la biomasa total pero un descenso en las cosechas significaría más una desventaja que una ventaja. Además, los modelos del IPCC

predicen que mayores concentraciones de CO₂ podrían favorecer la flora hasta cierto punto, ya que en muchas regiones los factores limitantes son el agua y los nutrientes, no la temperatura o el CO₂. Tras ese punto, incluso aunque los efectos positivos del calentamiento continuasen, podría no haber ningún incremento de producción agrícola.

Si la tendencia actual no cambia, el aumento de las temperaturas supone un alto riesgo de incendio en las selvas tropicales y de fusión de extensas zonas de la tundra ártica, emitiéndose en ambos casos miles de millones de toneladas de gases de efecto invernadero que pueden a su vez, aumentar la temperatura global y generar un círculo vicioso, una espiral incontrolada de causa-efecto hacia finales de siglo.

Al fin de cuentas los cambios futuros abarcan una gama de posibilidades muy amplia, pero en cualquiera de los casos nos exigen un cambio radical de modelo energético, una sociedad que esté dispuesta a limitar su consumo de energía y de hacerlo de manera menos contaminante que ahora. Varios expertos coinciden en que el ser humano nunca se ha enfrentado a un reto de semejante calibre, y aunque algunos confían la capacidad de innovación para transformar la sociedad, otros tantos predicen un panorama poco alentador.

De cualquier manera, gran parte de lo mencionado anteriormente representa la base de una controversia entre los distintos gobiernos y los grupos ecologistas; mientras algunos que se encuentran a favor minimizan los daños y hasta llegan a encontrar ventajas en el mismo problema, los menos optimistas tienden a exagerar los posibles daños y repercusiones del debate en cuestión. Habría entonces que comenzar a establecer parámetros neutrales que pudiesen mostrar la realidad actual y especulaciones más certeras y reales de los daños a futuro.

1.8.- MÉXICO Y SU APORTACIÓN

Quizá no lo parezca, pero la cifra no es nada simbólica, México es responsable de 1,5 % de la producción mundial de gases de efecto invernadero, y aunque no compite en muchos aspectos con los países desarrollados ni se encuentra al nivel de los países emergentes, ésta es una cifra que debería hacernos pensar en el futuro de una economía que no se ha podido equilibrar en los últimos años; sin embargo, y por otras cuantas razones políticas, México fue elegido en su momento por la Organización de las Naciones Unidas para ser anfitrión de las celebraciones principales del Día Mundial del Medio Ambiente. En algún momento se señaló que nuestro país lanzaba a la atmósfera 643 millones de toneladas de dióxido de carbono. 61 % corresponden al consumo y generación de energía, 22 % a la

industria y 14 % a la deforestación. Mismas cifras que no aparentan relevancia ante los gobiernos que sólo han visto pasar el problema de generación en generación.

México podría aprovechar más el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) para desarrollar las fuentes eólica, solar y geotérmica, la eficiencia energética y la sustitución de combustibles fósiles, lo que le permitiría reducir sus emisiones en unos 130 millones de toneladas, según el Fondo Mexicano del Carbono (Fomecar).

El objetivo del MDL es que las naciones industrializadas inviertan en proyectos para disminuir las emisiones en los países en desarrollo a fin de compensar las que no lograron reducir en su propio territorio.

Así, los países del Norte industrial obtienen Certificados de Reducción de Emisiones de Carbono (conocidos como CER por sus siglas en inglés) que contabilizan a su favor como si estuvieran reduciendo su propia contaminación climática.

Pero algunos ambientalistas han criticado de manera severa el MDL, aclarando que se ha convertido en una forma de comercializar bonos, y que de ninguna manera se ha cumplido su objetivo principal de promover el desarrollo sustentable.

Algunos expertos señalan que en México existe un gran potencial en la eficiencia energética, a pesar de esto, los intereses políticos y económicos de las grandes empresas sobrepasan los deseos de una nación que depende tanto del poderío extranjero. En nuestro país se consume una gran cantidad de energía, inclusive en ocasiones energía que no es precisamente indispensable, la falta de una cultura del ahorro ha contribuido en el consumo exagerado de ésta y en la dependencia de las potencias para su suministro.

En su momento se señaló que el MDL tendrá que quedar para los países con menos desarrollo, los más pequeños, no como México, que no puede jugar a ser un país en transición. Ya que nuestro país, pese a su potencial de sol, viento y agua, ha desaprovechado el MDL previsto en el Protocolo de Kyoto, para ampliar su matriz de fuentes renovables de energía.

Inclusive, algunos ambientalistas como el propio Al Gore alertaron que las inundaciones y sequías que está viviendo el país son resultado del cambio climático, y señalan que se requieren políticas públicas dirigidas a una verdadera transformación social que más allá de las pequeñas acciones signifiquen cambios verdaderos en el futuro energético.



El mismo Al Gore resaltó la importancia de la utilización de tecnologías nuevas y eficaces que logren competir con los monopolios energéticos de los que México es dependiente.

Cabe señalar que México ocupa el lugar 12 a nivel mundial de generación de emisiones contaminantes, al mismo tiempo que se encuentra dentro de los primeros diez sitios con mayor biodiversidad en el planeta; razones sobran para decir que México debería formar parte de la solución y no del problema; la iniciativa de los científicos mexicanos podría significar más de lo que suponen los políticos coludidos con las empresas trasnacionales, el futuro de una nación que no ha logrado definir su desarrollo no debería tener precio en un momento en el que las decisiones se tornan decisivas y el panorama es cada vez más crítico.

CAPÍTULO II

LA OPCIÓN DEL FUTURO

2.1.- ENERGÍA ALTERNATIVA

De manera genérica, se denomina Energía alternativa, o mejor dicho, fuentes de energía alternativa a aquellas planteadas como alternativa a las tradicionales o actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación. Sin embargo, no existe consenso respecto a qué tecnologías están englobadas en este concepto, y la definición de "energía alternativa" difiere según los distintos autores: en las definiciones más restrictivas, energía alternativa sería equivalente al concepto de energía renovable o energía verde, mientras que las definiciones más amplias consideran energías alternativas a todas las fuentes de energía que no implican la quema de combustibles fósiles (carbón, gas y petróleo); en estas definiciones, además de las renovables, están incluidas la energía nuclear o incluso la hidroeléctrica.

Para establecer una definición más específica, se considera como energía renovable a aquella que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Una manera de establecer parámetros para medir el progreso de una sociedad es tomando en cuenta su consumo de energía. El concepto de "crisis energética" viene de la mano del desabasto de las fuentes energéticas que mantienen funcionando a la sociedad. Un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un continuo crecimiento, exige de manera paralela una demanda igualmente creciente de energía. Y ya que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas, es lógico pensar que llegará el momento en que la demanda no pueda ser abastecida y todo el sistema colapse, a menos que se tuviese la precaución de desarrollar e innovar nuevos métodos para la obtención de energía: lo cual vendría siendo de manera más clara la opción de energía alternativa para el futuro.

El abuso de las energías convencionales actuales hoy en día, tales como el petróleo y la combustión de carbón entre otras, acarrearán consigo problemas de agravación progresiva como la contaminación, el aumento de los gases invernadero y la perforación de la capa de ozono; dichos problemas son la base fundamental para plantear y establecer una opción diferente que pudiese representar un cambio radical en la manera en que satisfacemos nuestras necesidades energéticas.

La discusión acerca de la energía alternativa contra la convencional no es una mera clasificación de las fuentes de energía, sino que representa un cambio que necesariamente tendrá que producirse de manera inmediata. Es importante reseñar que las energías alternativas, aun siendo renovables, también son finitas, y como cualquier otro recurso natural tendrán un límite máximo de explotación. Por lo tanto, inclusive aunque podamos realizar la transición a estas nuevas energías de forma suave y gradual, tampoco van a permitir continuar con el modelo económico actual basado en el crecimiento perpetuo. Es por esta razón que surge el concepto del Desarrollo Sostenible.

Dicho modelo se basa en las siguientes premisas:

- El uso indudable de fuentes de energía renovable, ya que las fuentes fósiles actualmente explotadas se agotarán de manera definitiva, según los pronósticos actuales, en el transcurso de este siglo XXI.
- El uso de fuentes limpias, descartando los procesos de combustión convencionales y la fisión nuclear.
- La explotación masiva de las fuentes de energía, estableciéndose como alternativa el fomento del autoconsumo, que evite en la medida de lo posible la construcción de grandes infraestructuras de generación y distribución de energía eléctrica.
- La disminución de la demanda energética, mediante la mejora del rendimiento de los dispositivos eléctricos, así como las tecnologías que mejoran su eficiencia.
- Reducir o eliminar el consumo energético innecesario. No sólo es cuestión de consumir más eficientemente, sino de consumir menos, es decir, desarrollar una conciencia y una cultura del ahorro energético y condena del despilfarro, en medida que logremos hacer del ahorro de energía parte de nuestra rutina diaria podremos disminuir la demanda de ésta y aprender a utilizar estrictamente lo necesario.

La producción de energías limpias, alternativas y renovables no es, por tanto, una cultura o un intento de mejorar el medio ambiente, sino una necesidad a la que el ser humano se va a ver obligado, independientemente de cada opinión, o de las creencias que nos identifiquen.

Las fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos categorías: no contaminantes o limpias y contaminantes. Entre las primeras están:

- El viento: energía eólica.

- El calor de la Tierra: energía geotérmica.
- Los ríos y corrientes de agua dulce: energía hidráulica.
- Los mares y océanos: energía mareomotriz.
- El Sol: energía solar.
- El gradiente térmico del mar: energía maremotérmica.
- Las olas: energía undimotriz.

Por su parte, los contaminantes se obtienen a partir de la materia orgánica o biomasa, y se pueden utilizar directamente como combustible (madera u otra materia vegetal sólida), o bien los residuos urbanos convertidos en bioetanol o biogás mediante procesos de fermentación orgánica o mediante el proceso de elaboración del biodiesel que está basado en la llamada transesterificación de los glicéridos, utilizando catalizadores. Los procesos de transesterificación pueden adaptarse para usar una gran variedad de aceites, pudiendo ser procesados además, aceites brutos muy ácidos. En dicho proceso, el aceite con ácidos y gomas eliminados (parte refinada) se transforma en metil o etiléster por medio de un proceso catalítico de etapas múltiples, utilizando metanol o etanol (10% de la cantidad de aceite a ser procesado). El metiléster crudo se refina posteriormente en un lavador en cascada. Si el producto se utiliza como combustible para motores, no necesita el proceso de destilación, pero puede ser fácilmente integrado en el esquema de proceso si se desea un metiléster de calidad química.

Las energías de fuentes renovables contaminantes tienen el mismo problema que la energía producida por combustibles fósiles: en la combustión emiten dióxido de carbono, gas de efecto invernadero, y a menudo son aún más contaminantes puesto que la combustión no es tan limpia, emitiendo hollines y otras partículas sólidas. Se enlistan dentro de las energías renovables porque mientras puedan cultivarse los vegetales que las producen, no se agotarán, es decir, no son finitas como la energía proveniente de combustibles fósiles. Por otro lado, pueden considerarse más limpias que sus equivalentes fósiles, debido a que en teoría el dióxido de carbono emitido en la combustión ha sido previamente absorbido al transformarse en materia orgánica mediante fotosíntesis. En realidad no es equivalente la cantidad absorbida previamente con la emitida en la combustión, ya que en los procesos de siembra, recolección, tratamiento y transformación, también se consume energía, con sus correspondientes emisiones.

También se puede obtener energía a partir de los residuos sólidos urbanos y de los lodos de las centrales depuradoras y potabilizadoras de agua. Energía que también es contaminante, pero que también lo sería en gran medida si no se aprovechara, ya

que los procesos de pudrición de la materia orgánica se realizan con emisión de gas natural y de dióxido de carbono.

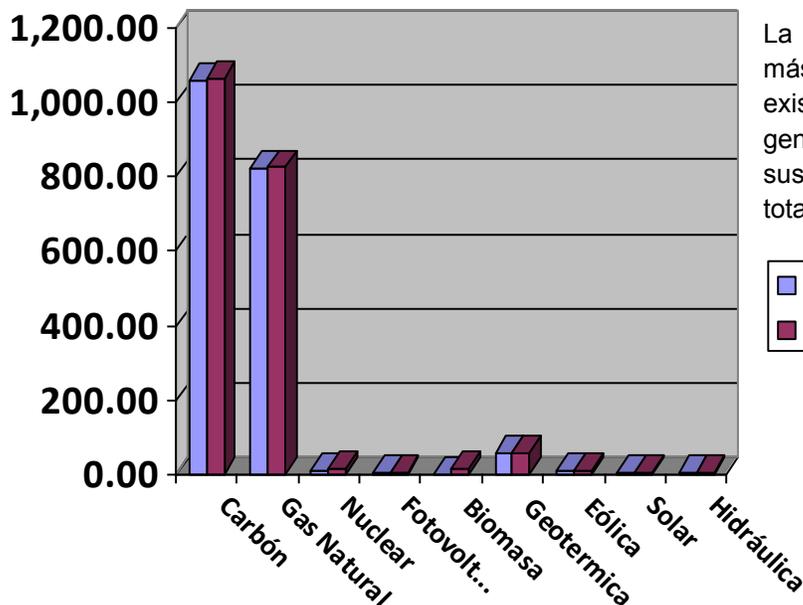
En esta categoría es necesario incluir a la energía nuclear, ya que de ella se desprende residuos radioactivos no deseados cuyo principal inconveniente es el manejo de dichos residuos así como su almacenaje a largo plazo.

COMPARACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS DIFERENTES FORMAS DE PRODUCIR ELECTRICIDAD (en Toneladas por GWh producido):								
FUENTE DE ENERGÍA	CO2	NO2	SO2	PARTÍCULAS	CO	HIDRO-CARBURROS	RESIDUOS NUCLEARES	TOTAL
Carbón	1.058,2	2.986	2,971	1,626	0,267	0,102	-	1.066,1
Gas Natural (ciclo combinado)	824	0,251	0,336	1,176	TR	TR	-	825,8
Nuclear	8,6	0,034	0,029	0,003	0,018	0,001	3,641	12,3
Fotovoltaica	5,9	0,008	0,023	0,017	0,003	0,002	-	5,9
Biomasa	0	0,614	0,154	0,512	11,361	0,768	-	13,4
Geotérmica	56,8	TR	TR	TR	TR	TR	-	56,8
Eólica	7,4	TR	TR	TR	TR	TR	-	7,4
Solar Térmica	3,6	TR	TR	TR	TR	TR	-	3,6
Hidráulica	6,6	TR	TR	TR	TR	TR	-	6,6

Fuente: US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y AEDENAT.

TR= trazas.

NOTA: Los valores de emisiones consideran también las emitidas durante el periodo de construcción de los equipos



La gráfica de la izquierda muestra más claramente la diferencia que existe entre las distintas fuentes de generación de energía respecto a sus emisiones de CO2 así como el total de emisiones contaminantes de cada una de éstas.

Legend:
■ CO2
■ Total

2.2.- ¿EXISTE LA ENERGÍA VERDE?

Energía verde es un término que describe la energía generada a partir de fuentes de energía primaria respetuosas con el medio ambiente. Dichas energías son energías renovables que no contaminan, es decir, cuyo modo de obtención o uso no emite subproductos que puedan incidir negativamente en el medio ambiente.

Gracias al calentamiento global y al creciente problema del cambio climático, así como la concientización internacional en torno a dicho problema, la energía verde está cobrando cada vez mayor importancia en el mundo actual.

De igual manera, aquellas naciones que no poseen una reserva suficiente o que ya han agotado sus recursos tradicionales y que se ven obligados a consumir dichos recursos energéticos de otras economías, están buscando evitar en medida de lo posible dicha dependencia energética, así como el negativo en su balanza comercial que esa adquisición representa. Todos los países que de alguna manera se ven en la necesidad de adquirir combustibles de las potencias económicas también están siendo forzados a contribuir en las políticas energéticas actuales, quizá algunos de estos países preferirían por diversas razones adoptar nuevas alternativas para satisfacer sus necesidades en cuanto a energía se refiere, sin embargo, la dependencia vital de otras naciones está dejando en segundo plano su perspectiva del problema, así como su opinión propia; su limitación para auto sustentar su consumo de energía los pone al margen del problema al verse coludidos por las economías que los solventan; es por ello que la manera más adecuada para lograr la independencia energética recae directamente en buscar nuevas fuentes para la obtención de energía, mismas que puedan ser abastecidas por las mismas naciones sin depender de terceros.

De cualquier manera, la población mundial todavía no se pone de acuerdo al tratar ciertos temas en los que depende de muchos factores el poder aterrizar un concepto que aun está en discusión, tal es el caso que existe al hablar de la energía de la biomasa, en donde existe cierta polémica sobre la inclusión de la incineración y de la energía hidráulica (a gran escala) como energías verdes, por los impactos medioambientales negativos que producen, aunque se trate de energías renovables.

El estatus de energía nuclear como « energía limpia » es objeto de debate. En efecto, aunque presenta una de las más bajas tasas de emisiones de gases de efecto invernadero, genera desechos nucleares cuya eliminación no está aún resuelta. Según la definición actual de "desecho" no se trata de una energía limpia.

Cabe señalar que todas las fuentes de energía producen algún grado de impacto ambiental. La energía geotérmica puede ser muy nociva si se arrastran metales pesados y gases de efecto invernadero a la superficie; la eólica produce impacto visual en el paisaje, ruido de baja frecuencia y puede ser una verdadera trampa para

aves. La hidráulica menos agresiva es la minihidráulica, ya que las grandes presas provocan pérdida de biodiversidad, generan metano por la materia vegetal no retirada, provocan pandemias como fiebre amarilla, dengue, esquistosomiasis en particular en climas templados y climas cálidos, inundan zonas con patrimonio cultural o paisajístico, generan el movimiento de poblaciones completas y aumentan la salinidad de los cauces fluviales. La energía solar se encuentra entre las menos agresivas salvo el debate generado por la electricidad fotovoltaica respecto a que se utiliza gran cantidad de energía para producir los paneles fotovoltaicos y tarda bastante tiempo en amortizarse esa cantidad de energía. La mareomotriz se ha discontinuado por los altísimos costos iniciales y el impacto ambiental que suponen. La energía de las olas junto con la energía de las corrientes marinas habitualmente tiene bajo impacto ambiental, ya que usualmente se ubican en costas agrestes. La energía de la biomasa produce contaminación durante la combustión por emisión de CO₂ pero que es reabsorbida por el crecimiento de las plantas cultivadas, también necesita tierras cultivables para su desarrollo, disminuyendo la cantidad de tierras cultivables disponibles para el consumo humano y para la ganadería, con un peligro de aumento del costo de los alimentos y aumentando la producción de monocultivos.

Es por ello que es de gran importancia establecer la diferencia entre la energía renovable y la no renovable antes que enmarcar a las fuentes de energía alternativas como energías verdes; esta categorización no sólo depende de lo limpio de su ciclo; sino de las ventajas que puede ofrecer sobre las fuentes de energía fósiles. Debemos tomar en cuenta que existen muchos factores que afectan en alguna parte del proceso a nuestra definición de energía verde, pero que sobre muchos otros, la energía renovable sí representa una verdadera alternativa para marcar un cambio no sólo ambiental sino económico; ya que las ventajas de lo que llamaríamos energía verde van más allá del impacto ambiental, que aunque en su mayoría no se puede decir que es nulo, si es menor que el impacto que han venido marcando las fuentes de energía no renovable; otros factores como el económico podrían significar una de las principales ventajas de la energía alternativa, ya que la independencia energética podría representar el factor de mayor peso en este debate.

Encontrar una forma de energía que sea abundante, accesible, renovable y económica es uno de los principales retos que nos presenta el incipiente siglo XXI.

Nuestra actual y casi absoluta dependencia hacia los combustibles fósiles representa uno de los principales obstáculos a la consecución de energías que sean menos dañinas para el medio ambiente y que estén al alcance de las grandes masas necesitadas del mundo.

2.3.- EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA

A lo largo de la historia los combustibles fósiles han sido la fuente de energía más utilizada, pero en la actualidad representan fundamentalmente dos problemas: por un lado son recursos finitos, y se prevé el agotamiento de las reservas de dichos recursos, especialmente de petróleo, en plazos más o menos cercanos, en función de los distintos estudios publicados. Por otra parte, la quema de estos combustibles libera a la atmósfera grandes cantidades de CO₂, que ha sido acusado de ser la causa principal del calentamiento global. Por estos motivos, se han estudiado distintas opciones para sustituir la quema de combustibles fósiles por otras fuentes de energía carentes de estos problemas. Algunos científicos dividen las energías alternativas en dos grandes grupos:

- Fuentes de energía renovables
- Energía nuclear

No todos coinciden en clasificar la energía nuclear dentro de las energías alternativas, pues al igual que los combustibles fósiles, se trata de un recurso finito, y además presenta problemas medioambientales importantes, como la gestión de los residuos radiactivos o la posibilidad de un accidente nuclear. Sin embargo, la reducida emisión de CO₂ de esta tecnología, y la todavía insuficiente capacidad de las energías renovables para sustituir completamente a los combustibles fósiles, hacen de la energía nuclear una alternativa sujeta a fuerte polémica.

Las fuentes de energías son aquellas que de forma periódica se ponen a disposición del hombre y que éste es capaz de aprovechar y transformar en energía útil para satisfacer sus necesidades. Las energías renovables han constituido una parte importante de la energía utilizada por los humanos desde tiempos remotos, especialmente la solar, la eólica y la hidráulica. La navegación a vela, los molinos de viento o de agua y las disposiciones constructivas de los edificios para aprovechar la del sol, son buenos ejemplos de ello. Cabe destacar que no siempre ha existido esa predominante dependencia hacia los combustibles fósiles, sino que más bien la falta de conocimiento acerca de las consecuencias cambió en su momento el panorama de manera tal que no se tomaron en cuenta los posibles efectos contraproducentes.

Con el invento de la máquina de vapor por James Watt, se van abandonando estas formas de aprovechamiento, por considerarse inestables en el tiempo y caprichosas, y se utilizan cada vez más los motores térmicos y eléctricos, en una época en que el todavía relativamente escaso consumo, no hacía prever un agotamiento de las fuentes, ni otros problemas ambientales que más tarde se presentaron.

Hacia la década de los años 70's, las energías renovables se consideraron una alternativa a las energías clásicas y tradicionales, tanto por su disponibilidad

inmediata y futura garantizada (a diferencia de los combustibles fósiles que precisan miles de años para su formación) como por su menor impacto ambiental en el caso de las energías limpias, y por esta razón fueron llamadas energías alternativas. Actualmente muchas de estas energías son una realidad, no sólo una alternativa, sin embargo, siguen representando una verdadera alternativa a los problemas que traen consigo las energías no renovables.

Para 1839, el físico francés Alexandre Becquerel había descubierto el efecto fotovoltaico, a través del cual los pares de cargas eléctricas se separaban cuando eran alcanzados por la luz solar. En 1884, el norteamericano Charles Fritts estableció la fuerza electromotriz del selenio iluminado, y construyó la primera célula solar. Sin embargo, su efectividad era mínima.

La explicación científica para el hecho de que la luz puede ser convertida directamente en electricidad, fue enunciada por Albert Einstein en 1905. Su ensayo sobre la ley del "efecto fotoeléctrico" de 1905, estableció las bases de la teoría fotovoltaica moderna.

Las primeras estaciones hidroeléctricas para la producción de electricidad fueron construidas en Inglaterra, ya en el año 1880. Actualmente existen centrales eléctricas de río, centrales eléctricas de almacenaje, centrales eléctricas de almacenaje y bombeo, centrales eléctricas de marea y de oleaje.

En febrero de 2005, la central más grande de energía eólica del mundo comenzó a operar en Brunsbüttel, Alemania. Este gigante de 183 metros de alto, el "REpower 5M", posee un rotor de 126 metros de diámetro, que oscila en una superficie equivalente a dos campos de fútbol americano por revolución. Esta planta puede generar hasta cinco megavatios de electricidad, lo cual es suficiente como para abastecer alrededor de 4.500 viviendas, un logro incomparable en todo el mundo.

En la actualidad, las fuentes de energía renovables representan un 20% del consumo mundial de electricidad, siendo el 90% de origen hidráulico. El resto es muy marginal: biomasa 5,5%, geotérmica 1,5%, eólica 0,5% y solar 0,05%.



La energía hidráulica es actualmente la principal fuente alternativa de generación de energía eléctrica a nivel mundial.

Alrededor de un 80% de las necesidades de energía en las sociedades industriales occidentales se centran en torno a la industria, la calefacción, la climatización de los edificios y el transporte (coches, trenes, aviones). Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones a gran escala de la energía renovable se concentra en la producción de electricidad.

2.4.- VENTAJAS E INCONVENIENTES

Se puede decir que las fuentes de energía renovables difieren a las de los combustibles fósiles o a las de centrales nucleares principalmente por su diversidad y abundancia. Una de las ventajas primordiales de algunas de las fuentes de energía renovables es que a diferencia de los combustibles fósiles éstas no producen gases de efecto invernadero u otras emisiones contaminantes. Algunas fuentes renovables no emiten dióxido de carbono adicional, salvo los necesarios para su construcción y funcionamiento, de tal manera que no representan ningún riesgo suplementario, como lo sería el riesgo de un desastre nuclear. De una forma mucho más optimista, se considera que el Sol abastecerá las fuentes de energía renovable (radiación solar, viento, lluvia, etc.) durante los próximos cuatro mil millones de años.

Sin embargo, es necesario considerar el hecho de que algunos sistemas de energía renovable generan problemas ecológicos particulares. Cabe señalar que los primeros aerogeneradores eran peligrosos para los pájaros, ya que se convirtieron en una trampa mortal para éstos debido a que sus aspas giraban muy deprisa, por otro lado, las centrales hidroeléctricas pueden crear obstáculos a la emigración de ciertos peces y modificar de manera negativa el ciclo vital de algunas especies, un problema serio en muchos ríos del mundo, tal es el caso en los ríos del noroeste de Norteamérica que desembocan en el océano Pacífico, en los cuales se redujo la población de salmones drásticamente.

Otra problemática actual que ha sido causa de discusión es el hecho de que algunas fuentes de energía renovable no son capaces de proporcionar energía con la intensidad adecuada, razón por la cual se ha tenido que puntualizar en la creación de nuevos tipos de centrales para convertirlas en fuentes utilizables y que de esta manera se conviertan en un método viable. Se ha calculado que para 1,000 kWh de electricidad, es necesario que una persona que habite en una zona donde la intensidad del sol sea mínima, es decir, para aquellos que viven en lugares nublados carentes de la radiación intensa del sol donde el rendimiento energético promedio es del 12.5 %, sería necesario instalar en cada hogar ocho metros cuadrados de paneles fotovoltaicos para lograr abastecer de la energía necesaria para una familia promedio.



La organización ecologista Greenpeace ha acusado al Ministerio de Industria de “frenar el crecimiento de la energía solar” al limitar a 300 megavatios la potencia fotovoltaica que se puede instalar cada año, y ha defendido la necesidad de usar este tipo de energía a gran escala.

A pesar de que lo anterior represente un gasto incosteable, así como una infraestructura poco viable, se han logrado innovar otras opciones que parezcan más cómodas y reales para la comunidad actual, una opción son los colectores solares térmicos; se estima que con cuatro metros cuadrados de colector solar térmico, una vivienda puede obtener gran parte de la energía necesaria para el agua caliente sanitaria aunque, debido al aprovechamiento de la simultaneidad, los edificios de pisos pueden conseguir los mismos rendimientos con menor superficie de colectores y, lo que es más importante, con mucha menor inversión por vivienda.

La necesidad de tener energía eléctrica de manera constante exige a las naciones la capacidad de contar con fuentes de energía confiables, o en su defecto, con medios de almacenamiento seguros que logren proporcionar de manera ininterrumpida la gran cantidad de electricidad que la población demanda imparablemente. De tal manera que es conveniente pensar en los costos que implica dicho almacenamiento; por lo cual, es necesario evaluar si resulta más elevado el precio por conectarse a la red de energía o la opción de almacenaje autónomo.

Hay que señalar la importancia que tiene la diversidad geográfica de los diferentes tipos de energías renovables. Existen países que disponen de algunos recursos de manera más significativa que otros al hablar de fuentes de energía renovable. Mientras que algunos países cuentan con la facilidad de tener a la mano recursos relevantes en aquellas zonas de concentración urbana donde la demanda de electricidad es mayor, existen otros que tendrían como inconveniente la transportación de dicha energía hacia los lugares que la necesitan. Hay que tener en cuenta que para el uso de los recursos renovables a gran escala es necesario considerar las cuantiosas inversiones que serían necesarias para su distribución, así como las redes de transformación y la producción de la misma energía.

En el caso de que se pensase en producir energía eléctrica de manera cotidiana a partir de fuentes renovables habría que tomar en cuenta la facilidad de las comunidades para abastecerse de dicha energía; ya no podría hablarse de grandes

distribuidores de energía eléctrica, los sistemas de distribución y transformación funcionarían para equilibrar localmente las necesidades de electricidad de las pequeñas comunidades, de tal manera que el manejo de las redes eléctricas tendría que modificarse a tal forma de lograr un equilibrio para toda una población. Habría que prepararse para la demanda de aquellas comunidades con déficit de producción de energía para convertir dicho problema en todo un negocio para aquellos que lograsen producir un excedente de la misma; quizá un medio concreto y eficaz sería la autosustentabilidad energética que ciertas comunidades podrían adoptar como su mejor alternativa energética.

Es indispensable recalcar que las comunidades tienen la opción de adoptar el uso a pequeña escala de energía renovable, misma que puede producirse de manera autónoma en cada vivienda y que resolvería de manera menos compleja la necesidad de disponer de sistemas de distribución de electricidad. Los sistemas corrientes, que usualmente no representan una alternativa rentable económicamente, revelaron que un hogar promedio que disponga de un sistema solar con almacenamiento de energía, y paneles de un tamaño suficiente, sólo tiene que recurrir a fuentes de electricidad exteriores algunas horas por semana; si aunado a esto se modificaran las costumbres actuales de consumo de energía y se adoptase una cultura cotidiana de ahorro y manejo eficaz de los recursos energéticos cabría la posibilidad de no verse en la necesidad de depender de las redes eléctricas externas en ningún momento. Quizá parezca algo futurista, pero muchas comunidades se han visto obligadas a depender de sus propios medios para sobrevivir, logrando así una independencia de las fuentes de electricidad externas y convirtiéndose en zonas de autosuficiencia energética, lo cual muestra que es posible lograr dicha autonomía y contribuir en gran medida a la opción alternativa de energía que tanto se está buscando.

Hablando de los inconvenientes de la biomasa, hay que resaltar el hecho de que teóricamente el ciclo cerrado de ésta desprendería un saldo nulo de emisiones de dióxido de carbono, ya que las emisiones origen de la combustión quedan fijadas en la nueva biomasa. La biomasa almacena de manera activa el carbono del dióxido de carbono, formando su masa con él y crece mientras libera el oxígeno de nuevo, al momento que se quema vuelve a combinar el carbono con el oxígeno formando de nuevo dióxido de carbono.

Hay que señalar que la biomasa no es precisamente un recurso inagotable, y que su uso depende directamente de la capacidad que tenga la agricultura para proporcionar la cantidad de masa vegetal que sea necesaria en caso de que esta fuente se torne cotidiana, hecho que se está demostrando con el incremento en el precio de los cereales debido a su aprovechamiento para la producción de biocombustibles. Por otro lado, es importante aclarar que todos los biocombustibles producen una mayor cantidad de dióxido de carbono por unidad de energía

producida en comparación con los equivalentes fósiles, lo cual provoca un debate en cuanto a si es o no factible y adecuado su utilización como alternativa.

Estudios recientes sobre la expansión de los cultivos para biocombustibles y sus efectos señalan que si esos cultivos se extienden a expensas de deforestar grandes regiones tropicales, aumentará la emisión de gases de efecto invernadero, en lugar de reducirse.

A esto hay que añadir la creciente presión sobre las selvas, ganando terreno a los árboles, para hacer frente a la creciente demanda alimenticia. Sólo se obtendrá una reducción de emisiones si los cultivos para biocombustibles se implantan en terrenos ya degradados o utilizados para la agricultura. Algunos expertos afirman que los ecosistemas tropicales almacenan unos 350.000 millones de toneladas de carbono e incluso antes de la expansión de los biocombustibles, la deforestación tropical, sobre todo por la expansión de la agricultura, estaba emitiendo ya 1.500 millones de toneladas de carbono a la atmósfera al año.

Al hablar de inconvenientes geográficos es necesario mencionar a la energía geotérmica, misma que también es señalada por el hecho de que algunas de sus fuentes se consideran contaminantes debido a que la extracción de agua subterránea a temperaturas tan elevadas genera el arrastre de sales y minerales no deseados y tóxicos a la superficie. La principal planta geotérmica, conocida como la Central Geotérmica de Larderello, se encuentra en la Toscana. Una imagen de ésta en la parte central de un valle y la visión de kilómetros de cañerías de un metro de diámetro que van hacia la central térmica son un claro ejemplo del impacto paisajístico que genera.

Una problemática muy evidente, aunque poco relevante si se compara con inconvenientes reales, sería el impacto visual en el entorno que pueden tener ciertas energías renovables. Algunas personas se han encargado de resaltar detalles minúsculos hablando acerca de la modificación al paisaje natural que pueden provocar los generadores eólicos o los paneles solares a las afueras de las grandes ciudades, sin embargo, tal parece que dichas personas no han considerado el impacto visual que podría causar el calentamiento global y que quizá en estos momentos ya se estén modificando algunos de los paisajes naturales a los que estamos acostumbrados; el precio de sacrificar en pequeña escala el paisaje natural en comparación con el daño irremediable que puede suscitarse del deterioro ambiental es quizá algo que la comunidad tendría que estar dispuesta a pagar si desean que en un futuro no muy lejano persista el mundo tal y como lo conocemos.



Aerogeneradores

Otras personas más optimistas han encontrado la manera de adaptar las nuevas tecnología a su entorno de forma útil y sin afectar la estética de sus viviendas; de tal forma que algunos han encontrado ventajas en cuanto al sonido en los paneles solares fijos, afirmando que éstos son capaces de duplicar las barreras antirruido a lo largo de las autopistas, incluso ya se cuenta con techos disponibles y podrían incluso ser sustituidos completamente por captadores solares. También existen personas que no encuentran desagradables los generadores eólicos, sino que por el contrario consideran que pueden ser emblemáticos para una comunidad que se jacte de mantenerse a la vanguardia tecnológica y en pro del mejoramiento ambiental. Lo cual demuestra que siempre habrá opiniones encontradas pero existe la manera de convertir un problema en una solución si se toma claro, el camino optimista.

Mientras que muchos políticos han hecho énfasis en la problemática e incalculables gastos que representaría adoptar las nuevas opciones energéticas, por su parte Greenpeace presentó un informe en el que sostiene que la utilización de energías renovables para producir el 100% de la energía es técnicamente viable y económicamente asumible; por lo que, según la organización ecologista, lo único que falta para que se dejen a un lado las energías sucias, es necesaria voluntad política. Para lograrlo, son necesarios dos desarrollos paralelos: de las energías renovables y de la eficiencia energética (eliminación del consumo superfluo).

Hay que considerar que un aumento en la producción de energías verdes debe ir de la mano de la toma de decisiones conscientes de aquellos políticos que logren poner sus objetivos a la par de los objetivos mundiales, es bien sabido que no se pueden lograr cambios significativos sin anteponer algunos intereses políticos, es por ello que es necesario ejemplificar de manera económica las ventajas y desventajas que la opción de energías alternativas puede significar para una nación, de este modo se conlleva al logro ambiental sin necesidad de que éste sea la raíz de los intereses sociales.

A pesar de que se tiene conocimiento de que el Sol permanecerá por más tiempo que la misma Tierra, y que las fuentes permanentes son las que tienen origen solar,

es necesario recalcar que el concepto de renovabilidad depende de la escala de tiempo que se utilice y del ritmo de uso de los recursos. Como se ha mencionado con anterioridad, es necesario hacer énfasis en el uso adecuado y consciente de los recursos energéticos, más aún de encontrar alternativas hay que modificar nuestros hábitos de consumo para lograr un equilibrio entre lo que la naturaleza nos puede ofrecer y lo que realmente necesitamos de ella.

2.5.- EL PAPEL DE MÉXICO EN EL CAMBIO

Las fuentes de energía renovables representan la opción más eficaz para dar pie a un progreso económico basado en un modelo sustentable que no afecte a las futuras generaciones; es por ello que aprovechar dicha energía de la mejor manera posible puede contribuir a la conservación y uso eficiente de los recursos no renovables utilizados actualmente. Por otro lado, es importante señalar que dichas energías han logrado figurar en el plano energético actual gracias a la estabilidad económica que su aprovechamiento ha podido ofrecer, así como el hecho de que el aumento inminente en el precio de los recursos fósiles ha obligado a las naciones a contemplar dichas alternativas.

A pesar de que nuestro país cuenta con un gran potencial en lo que energía renovable se refiere, no se ha podido lograr un aprovechamiento eficaz de los inmensos recursos y posibilidades con los que se cuenta actualmente; de 1993 al 2003 los hidrocarburos han representado la principal fuente de energía, mientras que las energías renovables se vieron marginadas pasando así a un segundo plano muy por debajo de las amplias oportunidades que éstas representan. Sin embargo, se considera que para el periodo abarcado del 2005 al 2014 se podrán lograr incrementos significativos hablando de energía hidráulica, energía eólica y energía geotérmica, con la ayuda de la Secretaría de Energía en cooperación con la Comisión Federal de Electricidad.

Permisos de generación con Energía Renovable otorgados a particulares

Energético	Permisos	Capacidad (MW)	Energía (GWh/a)
Viento	7	956.73	3,645.31
Agua	12	159.08	736.33
Bagazo de caña	4	70.85	205.30
Biogás	3	19.28	120.80
Híbridos *	28	248.68	475.40
Total	54	1,454.62	5,183.14

* Fuentes renovables con fuentes fósiles
Fuente: Elaborado con datos de la CRE

Sin embargo, las metodologías que evalúan sólo el costo económico a corto plazo de la generación de energía, en las cuales está basada la planeación energética de México, así como la poca valoración de los beneficios que las energías alternativas aportan a la economía nacional, como lo son la estabilidad de los precios de la energía a largo plazo y la reducción en los riesgos de un posible desabasto energético, aunados al hecho de contar con importantes recursos fósiles en nuestra nación, hacen que las políticas y prospectivas energéticas del país sigan basándose en la utilización de combustibles no renovables; razón por la cual ha sido difícil fomentar el uso de energía renovable como una opción económicamente rentable, sin embargo, científicos mexicanos han logrado influir en el pensamiento político, modificando así algunos métodos habituales de obtención de energía y logrando que las fuentes renovables sean visualizadas como la base de un futuro sustentable.

Gracias a las mejoras tecnológicas que han logrado una significativa reducción en los costos de inversión, operación y mantenimiento de las energías renovables es que actualmente se ha podido impulsar su desarrollo en nuestro país; es por ello que resulta conveniente lograr el fortalecimiento nacional de su investigación y desarrollo tecnológico.

Hoy en día existen instituciones encargadas de promover y desarrollar la innovación tecnológica, participando de manera activa en los distintos proyectos que han sido punto de partida para alcanzar el cambio energético que este país necesita; tal es el caso de la destacada participación de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Instituto de Investigaciones Eléctricas, los cuales han marcado la pauta en el ámbito de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico de los diversos métodos de obtención de energía alternativa; gracias a su constante aportación en este tema, México ha podido tener una opción energética viable y eficaz. Por otro lado, la Secretaria de Energía se ha encargado de establecer los diversos lineamientos políticos en cuanto a la investigación de la Energía Renovable. De manera conjunta con los organismos internacionales de energía y a través de la Comisión Nacional de Electricidad, el Instituto de Investigaciones Eléctricas y por su puesto la Secretaria de Energía, el gobierno mexicano ha logrado participar en diversos proyectos para definir sus alternativas energéticas y eliminar barreras para el desarrollo y fomento de la generación de energías renovables y así alcanzar un modelo de desarrollo sostenible para abastecer en el futuro sus necesidades de consumo de electricidad, aminorando su dependencia de los recursos fósiles y, por ende, de otras naciones. También hay que destacar la participación del Instituto Politécnico Nacional, mismo que ha contribuido de manera constante con sus investigaciones referentes a este tema.

Actualmente se puede decir que nuestro país depende de algunas energías renovables aunque sea de manera mínima en comparación con las fuentes no

renovables, no obstante el pensamiento de algunos políticos en cuanto a las desventajas económicas que la opción energética alternativa representa, ha sido posible lograr avances en el ámbito de las energías renovables gracias al pensamiento social de conservación ambiental que han fomentado algunas instituciones interesadas en mitigar el cambio climático y en modificar los hábitos de consumo energético, por aquello que no representen un daño colateral como lo hacen los combustibles fósiles, es por eso que hoy en día en México se cuenta con diversas centrales cuyo principal recurso no es el petróleo o el carbón y que han demostrado ser una opción eficaz en la producción de electricidad; algunos ejemplos en cifra que arroja el Sistema de Información Energética son los siguientes:

**Capacidad Efectiva de Energías Renovables CFE y LFC
(mega watts)**

REALES-MENSUAL			
Descripción	MW	Ene/2010	Feb/2010
Total		12,184.650	12,184.650
Geotérmica		964.500	964.500
Eólica		85.250	85.250
Hidroeléctrica		11,134.900	11,134.900

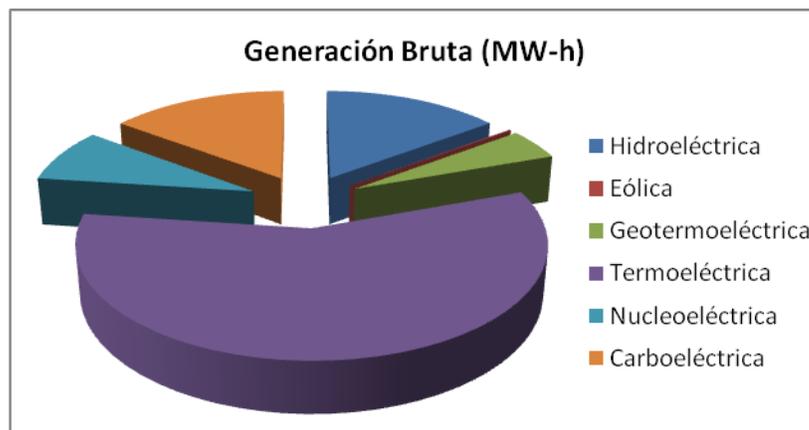
**Generación Bruta Energías Renovables CFE y LFC
(mega watts)**

REALES-MENSUAL			
Descripción	MW	Ene/2010	Feb/2010
Total		1,922,639.940	2,131,663.490
Geotérmica		586,399.260	509,713.050
Eólica		17,214.790	14,911.980
Hidroeléctrica		1,319,025.890	1,607,038.460



**Generación Bruta de Energía Eléctrica por Fuente CFE LFC*
(mega watts-hora)**

REALES-MENSUAL			
Descripción	MWh	Ene/2010	Feb/2010
Total		12,013,353.960	10,895,485.650
Termoeléctrica		7,480,846.210	6,265,444.970
Vapor		3,010,263.070	2,210,315.070
Ciclo combinado		2,989,806.800	2,627,573.640
Turbogas		112,171.400	88,278.310
Combustión interna		104,955.660	85,711.170
Dual		1,263,649.280	1,253,566.780
Carboeléctrica		1,583,202.500	1,613,382.710
Geotermoeléctrica		586,399.260	509,713.050
Nucleoeléctrica		1,026,665.310	884,994.480
Eólica		17,214.790	14,911.980
Hidroeléctrica		1,319,025.890	1,607,038.460



Sin embargo, México sigue en espera de concretar iniciativas políticas para poder desarrollar de manera definitiva los modelos alternos para generación de energía; es necesario estimar las ventajas económicas que no han sido valoradas de la energía renovable; el abastecimiento energético constante y sin dependencias externas puede ser la base para estabilizar los precios de la energía, además de que podría significar una notable mejora social para aquellas poblaciones que aun no cuentan con este recurso y que pudiesen tener alternativas autosustentables en un futuro.

Es necesario impulsar más acciones para promover el uso de energías renovables en nuestro país, al mismo tiempo que se requiere consolidar las distintas metodologías para poder así valorar las ventajas económicas, sociales y ambientales que las logren poner a la par con las fuentes convencionales, o que por lo menos las hagan competitivas frente a éstas, de tal manera que sea posible disminuir de manera paulatina la dependencia de incentivos económicos para su fomento.

Según el Gobierno, el objetivo primordial de un conjunto de incentivos y modificaciones al marco legal y regulatorio que ha promovido, es el de fomentar y propiciar el desarrollo de nuevos proyectos y asegurar su rentabilidad, con el objeto de aumentar el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables; todas estas acciones forman parte de una Estrategia Nacional que tiene por objetivo lograr un avance en el cumplimiento del compromiso que el Gobierno Mexicano tiene con la sociedad a fin de asegurar un crecimiento económico que brinde estabilidad a las generaciones futuras, ofreciéndoles un desarrollo sostenible a largo plazo sin dejar de tomar en cuenta los diversos factores sociales y ambientales que nos aquejan actualmente; es necesario que el Gobierno centralice sus prioridades en base a dicho objetivo, sin dejarse corromper por intereses externos y que asegure un futuro estable y equitativo para su población.

2.6.- ¿EXISTEN MEDIDAS PARA AMINORAR EL CAMBIO?

En su momento, el economista ambiental Anil Markandya explicó que existe un objetivo consensuado por la comunidad internacional: estabilizar la concentración de CO₂ en 550 ppm, una cifra que podría subir las temperaturas más de dos grados. Explica también que para no rebasar ese nivel, las emisiones de dióxido de carbono deberían alcanzar su pico en el año 2020 y luego empezar a bajar, hasta que en el año 2050 supongan la mitad que en 2020 en términos globales. Para un país industrializado, el recorte debería ser del 80%. Para lograr dicho objetivo hace falta una nueva tecnología y una transformación radical de los modos por los que obtenemos energía.

Para alcanzar un objetivo tan ambicioso sería necesario que los países industrializados gastaran una cantidad equivalente de entre el 6 y el 10% del producto interno bruto. El debate aquí sería si no sólo los políticos, sino también la sociedad en general están dispuestos a gastar más dinero en combustible por lo mismo que ahora consumen. Habría entonces que marcar los límites para aquellas personas que están dispuestas a sacrificarse un poco para asegurar el futuro de las siguientes generaciones y para aquellas que sólo velan por sus intereses económicos. Es necesario encontrar la alternativa energética adecuada para cada país sin perjudicar sus intereses financieros. Es importante señalar que cada país está consciente de cual de todas las opciones de fuentes de energía alternativa puede ser aquella que lo sostenga en los próximos años sin representar un gasto que quizá no puedan solventar; es necesario encontrar métodos eficaces que la propia nación podría ya estar aprovechando y no buscar alternativas costosas que tal vez no sean suficientes para sustentar el consumo habitual de energía. Otra visión futurista recae en la posibilidad de aminorar el consumo de combustible con vehículos que se muevan gracias a la electricidad; sin embargo, siempre habrá que encargarse de poder abastecer a la población de este valioso recurso sin importar que la demanda pueda aumentar en vez de disminuir.

La mayoría de los científicos está consciente de que el tomar medidas alternativas exige grandes inversiones; sin embargo, el no hacerlo podría implicar pérdidas millonarias en un futuro gracias al cambio climático. Hay que tomar en cuenta los costos que implican las catástrofes naturales y aún más, el tiempo que le toma a una nación el poder recuperarse, no sólo se perderán grandes sumas de dinero, también se está poniendo en tela de juicio el valor de cientos de vidas humanas y de especies tanto animales como vegetales cuyas vidas están siendo amenazadas sin opción alguna; es entonces cuando comienza a parecer justo el tomar la opinión de la población en general para empezar a actuar ahora que aun se tienen alternativas y que es posible actuar.

Otra opinión que causa controversia es aquella que algunos científicos han expresado a lo largo de esta discusión ambiental; la idea de que los ricos son más culpables que los pobres, en cuanto a la crisis ambiental, no parece tan descabellada si se toma en cuenta que una persona que posee una estabilidad económica tiende a tener un consumo de energía mucho mayor que aquellas personas que se preocupan por sobrevivir; es bien sabido que los millonarios tienen poca conciencia de su entorno y el despilfarro de recursos no es algo que les cause conflicto; el poseer un vehículo para cada miembro de la familia así como la cantidad exagerada de aparatos eléctricos que éstos pueden ser capaces de costear, es una muestra fehaciente de quien pudiese tener más responsabilidad en este problema global y, por ende, debería estar más preocupado por solucionarlo; es por ello que parece injusto que la gente más pobre sea también la que más sufre a consecuencia del

cambio climático, los desastres derivados de este cambio los afectan de manera más devastadora debido a que no cuentan con los medios necesarios para estar protegidos ante estas catástrofes, son más vulnerables ante estas circunstancias y usualmente no se encuentran preparados para afrontar las consecuencia de dichos desastres. Es indispensable que todos y cada uno de los individuos de este planeta empiecen a tomar acciones para mitigar el cambio, pero también es justo señalar que algunas personas tienen más responsabilidad en esto y que deberían mostrarse más decididos a fomentar el uso de energías alternativas como una opción para el futuro, las personas más acaudaladas son también las personas con mayor influencia en la sociedad, por ende, una manera de compensar su aportación al problema podría ser mostrándose optimistas ante las reformas energéticas y apoyando de manera puntual y decisiva las nuevas fuentes de energía alternativa.

Es de suma importancia comenzar a aterrizar todas las propuestas energéticas que se han venido dando para lograr establecer soluciones factibles y así alcanzar un verdadero desarrollo sostenible; deben tomarse en serio los acuerdos internacionales y dejar de posponer el cambio como se ha venido haciendo por los principales gobiernos; es necesario también empezar a establecer sanciones para aquellos que no consideren como una opción la disminución de emisiones contaminantes y de igual manera, es necesario castigar a todos aquellos que crean estar por encima de los intereses mundiales y de la sociedad en general; es tiempo de tomar en serio los acuerdos y empezar a convertirlos en una realidad, de otra forma lo único que se está haciendo es seguir retrasando el futuro.

Es importante que todos los países empiecen a pensar en conjunto, es cierto que algunas naciones dependen energéticamente de otras y esto ha frenado su estabilidad económica, es momento de que las grandes potencias comiencen a tomar decisiones que afecten no sólo a sus poblaciones sino a la comunidad mundial, aun es tiempo de tomar acciones concretas siempre y cuando las decisiones que se tomen ahora estén basadas en lograr una estabilidad energética global y no sólo en seguir fomentando el enriquecimiento de unos cuantos. El problema no se ve aminorado al pensar de manera optimista, pero si puede verse controlado dentro de algunos años si empezamos a cambiar nuestra mentalidad y nuestras prioridades de manera inmediata; el problema es gigantesco, pero las soluciones también pueden serlo.

CAPÍTULO III

ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Al hablar de energías alternativas hablamos de una gran gama de oportunidades que pueden ser sin duda la opción para un futuro cuya principal característica sea el desarrollo sostenible; entre las energías alternativas encontramos todo tipo de fuentes renovables que presentan un menor impacto en el ambiente e incluso nulo en algunas ocasiones, como lo sería el caso de las energías verdes. Es necesario señalar las ventajas y desventajas que cada una de éstas puede representar, así como los casos en los que su utilización es más conveniente y rentable, además de aquellas situaciones en las que no son precisamente una opción de mejora en cuanto a la productividad energética que se desea alcanzar; cada una de las alternativas de energía que se presentarán a lo largo de este capítulo pueden representar la base un futuro sustentable si se aprovechan de la manera correcta y en las regiones en las que es viable su uso y proliferación; sin embargo, existen otras que requieren de una investigación más profunda y que en diversas situaciones no son del todo recomendables para cualquier región. Es por ello que es de gran importancia establecer las diferencias y particularidades que cada una de las opciones energéticas presentan.

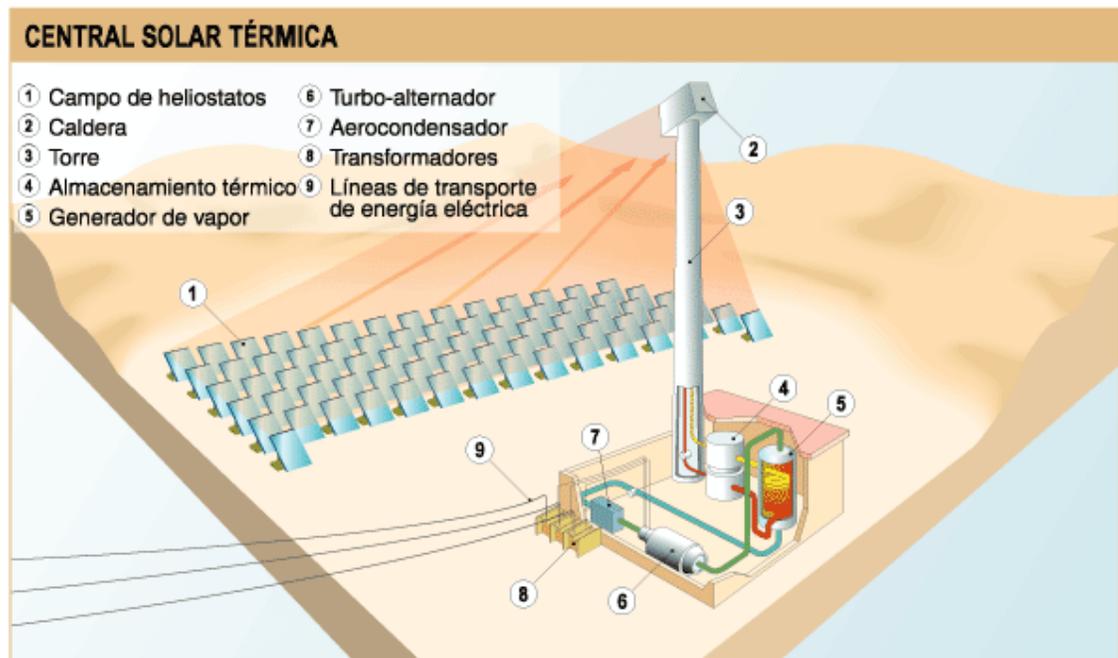
3.1.- ENERGÍA SOLAR

Es bien sabido que la energía solar es una fuente vital que da origen a la mayoría de las demás formas de energía en nuestro planeta. También es necesario destacar que la energía que nos aporta la radiación solar es más que suficiente para satisfacer la demanda global de energía debido a que ésta es miles de veces mayor a la cantidad de energía que consumimos los seres humanos. Entonces, el hombre debiera plantearse una solución más que un obstáculo al hablar de transformación de energía solar, los métodos actuales cada vez son menos costosos y su disponibilidad va en aumento, si dicha energía se recolecta de manera adecuada ésta puede transformarse en energía eléctrica u energía térmica.

Cabe destacar que la energía solar puede generarse en el mismo lugar en donde requiere ser consumida, dicha ventaja se logra con ayuda de la arquitectura estructural que puede adaptarse de manera prácticamente inmediata en el lugar donde requiere ser recolectada; por lo tanto, es posible descartar el inconveniente que representa el transporte de dicha energía y, por consiguiente, las pérdidas que se generan durante el mismo, dichas pérdidas representan en la actualidad aproximadamente el 40% del total de la energía generada; otra ventaja es la

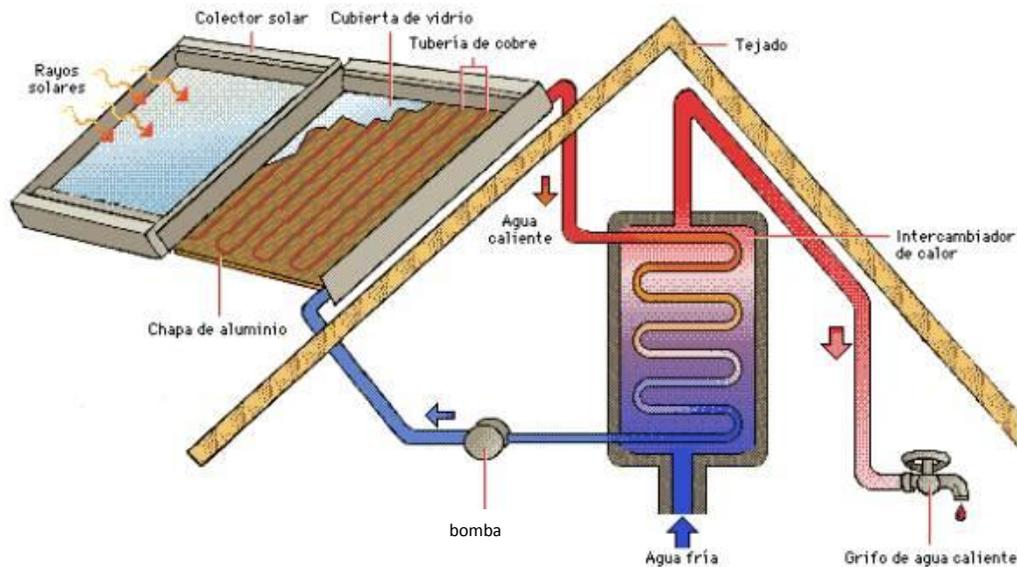
disminución en la dependencia energética, ya que las comunidades más apartadas podrían liberarse del consumo externo y comenzar a generar su propia energía como ya está sucediendo en algunas zonas aisladas.

Es posible transformar la energía solar en energía térmica mediante colectores solares, mientras que la energía luminosa puede transformarse en energía eléctrica con la ayuda de paneles fotovoltaico, sin embargo, dichos procesos no tienen nada que ver entre sí en cuanto a su tecnología se refiere. Así mismo, en las centrales térmicas solares se utiliza la energía térmica de los colectores solares para generar electricidad. En la siguiente figura se muestra básicamente una central solar térmica.



En las centrales fototérmicas, la radiación solar se aprovecha de dos formas: con colectores solares, que absorben las radiaciones solares para producir calor, o con helióstatos, que reflejan la luz solar y la concentran en un punto para su utilización calorífica; en concreto para calentar el agua de una caldera. En ambos casos, el vapor de agua producido se emplea para mover el rotor de un generador.

El calor que nos brinda el sol no sólo es utilizable como fuente generadora de electricidad, también es posible aprovecharlo para generar calor y confort en el hogar, con lo cual también se limita el consumo de electricidad al evitar el uso de calentadores eléctricos que obviamente requieren de energía eléctrica para su funcionamiento. Las placas con este propósito funcionan como se muestra a continuación:



Las placas colectoras utilizan la energía del Sol para calentar un fluido portador que, a su vez, proporciona calor utilizable en una casa. El fluido portador, agua en este caso, fluye a través de tuberías de cobre en el colector solar, durante el proceso absorbe algo de la energía solar. Después, se mueve hasta un intercambiador de calor donde calienta el agua que se utilizará en la casa. Por último, una bomba lleva de nuevo el fluido hacia el colector solar para repetir el ciclo.

La tecnología fotovoltaica convierte la energía solar en energía eléctrica con celdas fotoeléctricas hechas principalmente de silicio que reacciona con la luz, mientras que la tecnología termosolar usa la energía del sol para el calentamiento de fluidos, mediante colectores solares, que alcanzan temperaturas de 40 a 100°C, o concentradores con los que se obtienen temperaturas de hasta 500°C.

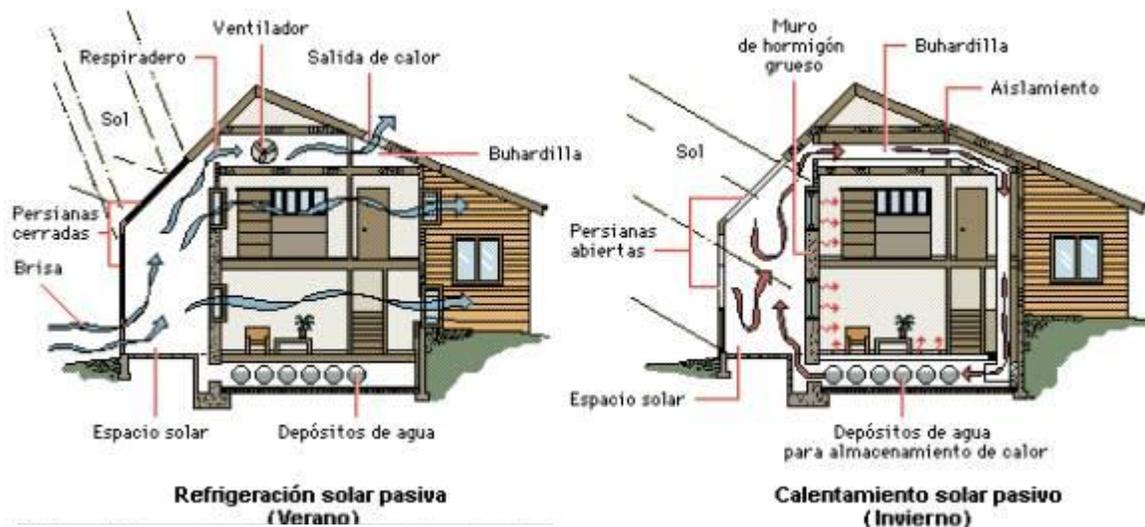
Existen dos componentes importantes en la radiación solar:

- Radiación directa
- Radiación difusa

La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias, dicha radiación puede reflejarse y concentrarse para su utilización. La radiación difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes, y el resto de elementos atmosféricos y terrestres, pero no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas direcciones. Sin embargo, tanto la radiación directa como la radiación difusa son aprovechables.

Se puede diferenciar entre receptores activos y pasivos para el aprovechamiento de la energía solar. Los primeros utilizan seguidores para orientar el sistema receptor hacia el Sol y captar mejor la radiación directa. Según sea el tipo de colector que se

utilice para captar la radiación solar, se puede llevar a cabo una conversión térmica aprovechando el calor contenido en dicha radiación, o bien, una conversión eléctrica, aprovechando la energía luminosa de la radiación solar para generar directamente energía eléctrica por medio de un sistema fotovoltaico, cabe aclarar que un colector solar es una especie de intercambiador de calor que transforma la energía radiante en calor. La transferencia de energía se hace desde una fuente radiante, en este caso, el sol, hacia un fluido que circula por los tubos o ductos del colector que generalmente es agua o aire. Por otro lado, los receptores pasivos no necesitan ningún dispositivo para captar la energía solar, cuyo aprovechamiento se logra aplicando distintos elementos arquitectónicos. En un diseño pasivo, el sistema capta la energía solar, la almacena y la distribuye de forma natural, sin la intervención de elementos mecánicos. Sus principios están basados en las características de los materiales empleados y en la utilización de fenómenos naturales de circulación del aire, tal como se muestra en la siguiente figura:



En esta casa, un espacio solar sirve de colector en invierno cuando las persianas están abiertas y de refrigerador o nevera en verano cuando están cerradas. Muros gruesos de hormigón permiten oscilaciones de temperatura ya que absorben calor en invierno y aíslan en verano. Los depósitos de agua proporcionan una masa térmica para almacenar calor durante el día y liberarlo durante la noche.

A lo largo del avance científico en torno al aprovechamiento de energías alternativas, las diferentes tecnologías fotovoltaicas se han adaptado para sacar el máximo rendimiento posible de la energía que recibimos del sol. Es por ello que en la actualidad los sistemas de concentración solar fotovoltaica utilizan la radiación directa con receptores activos para maximizar la producción de energía y conseguir así un costo menor por kW/h producido. Dicha tecnología resulta muy eficiente para lugares de alta radiación solar, pero actualmente no puede competir en precio en

localizaciones de baja radiación solar como en el Centro de Europa, donde tecnologías como la Capa Fina están logrando reducir también el precio de la tecnología fotovoltaica convencional. Estas placas solares de capa fina están construidas a base de cobre, indio, galio, selenio; por lo cual, también se les conoce como tecnología CIGS, lo que les permite ser mucho más baratas, además ser flexibles con posibilidad de adaptarse a multitud de superficies y servir como fuente de energía sobre pequeñas superficies.



Los paneles fotovoltaicos convierten directamente la energía luminosa en energía eléctrica.

En las centrales fotovoltaicas se transforman en energía eléctrica, mediante paneles de células fotovoltaicas, las radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol.

3.1.1.- ENERGÍA SOLAR EN MÉXICO

Según la CFE, en el periodo de 1993 al 2003, la capacidad instalada de sistemas fotovoltaicos se incrementó de 7 a 15 MW, generando más de 8,000 MWh/año para electrificación rural, bombeo de agua y refrigeración. En el caso de los sistemas termosolares, para el 2003 se tenían instalados más de 570 mil metros cuadrados de calentadores solares planos, con una radiación promedio de 18,841 KJ/m² y día, generando más de 270 GJ para calentar agua.

La CFE cuenta con una planta híbrida en San Juanico, Baja California Sur, conformada por 17 KW fotovoltaicos, 100 KW eólicos y un motogenerador diesel de 80 KW.

Por otra parte, se esperaba contar con un sistema híbrido de ciclo combinado acoplado a un campo solar de 31 MW para el 2009, proyecto que se encuentra aún en proceso de licitación.

Dicho proyecto estará ubicado en el Municipio de Agua Prieta, Sonora. Su principal objetivo es evidenciar los beneficios de la integración de un campo de energía solar con una gran planta térmica convencional, así como la contribución a la reducción de costos a largo plazo de la tecnología y la disminución de las emisiones globales de

gases de efecto invernadero. Se estima que la reducción de las emisiones de carbono sea de 391.270 toneladas de dióxido de carbono durante los primeros 25 años de vida útil de la planta. El proyecto de Agua Prieta incluye dos componentes:

- Diseño y construcción de un campo de energía solar de 31 MW. El campo colector de energía solar está compuesto de varias filas paralelas de colectores solares que siguen al sol de este a oeste durante el día. El fluido de transferencia de calor se calienta mientras circula a través del receptor y regresa a una serie de intercambiadores de calor donde el fluido se utiliza para generar vapor de alta presión calentado a temperaturas muy elevadas.
- Diseño y construcción de una planta térmica alimentada por gas de 480 MW. El vapor sobrecalentado complementa el vapor proveniente del generador de vapor por recuperación de calor y se envía a los generadores convencionales de turbina de vapor con sobrecalentamiento intermedio para producir electricidad.

Los sistemas fotovoltaicos son viables en la actualidad para zonas alejadas de la red eléctrica, y aplicables en electrificación y telefonía rural, bombeo de agua y protección catódica, entre otros. La inversión para sistemas fotovoltaicos, así como el costo para la generación de energía van de los 3,500 a 7,000 dólares por KW instalado, y de 0.25 a 0.5 dólares por KWh generado. En el caso de los sistemas fototérmicos los costos se encuentran en un rango de 2,000 a 4,000 dólares por KW y de 10 a 25 centavos de dólar por KWh.

En el país se tiene una insolación media de 5 KWh/m², razón por la cual México posee uno de los mayores potenciales en el mundo al hablar de energía solar; se pretende que para el 2013 se tengan instalados 25 MW con tecnología fotovoltaica y generar 14 GWh/año.

3.2.- ENERGÍA GEOTÉRMICA

Se llama energía geotérmica a aquella energía que puede obtenerse mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra. Esta energía es una de las fuentes más accesibles en la actualidad y se dispone de grandes reservas subterráneas de calor utilizable que puede extraerse en forma de agua caliente o de vapor seco, pero tiene como inconvenientes que en su transporte dicha energía se pierde además de que sólo está disponible en determinadas zonas de la Tierra, geológicamente favorables.

Dentro de sus principales ventajas se puede mencionar que los residuos que produce son mínimos y ocasionan un bajo impacto ambiental, durante todo el año

ofrecen un flujo constante de producción de energía, además de ser un complemento idóneo para las plantas hidroeléctricas, sin embargo, en cierta medida puede emitir dióxido de carbono, así como ácido sulfhídrico y otros gases provenientes del interior de la tierra, que pudiesen llegar a ser tóxicos y/o contaminantes en dosis elevadas, sin dejar de mencionar el inconveniente principal de su transportación.

Una parte del calor interno de la Tierra llega hasta la corteza terrestre y en algunas zonas del planeta, cerca de la superficie, las aguas subterráneas pueden alcanzar temperaturas de ebullición, y, por lo tanto, servir para accionar turbinas eléctricas o para calentar. Las principales fuentes de este tipo de energía se encuentran en Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda e Italia.

El calor del interior de la Tierra se debe a diversos factores, entre los que destacan el gradiente geotérmico y el calor radiogénico. El gradiente geotérmico es la variación de temperatura, es decir, gradiente térmico, que se produce en el material de un planeta rocoso cuando se avanza desde la superficie hacia el centro por un radio de su esfera. Esto nos ayuda a tener una idea de la variación del calor interno de la tierra.

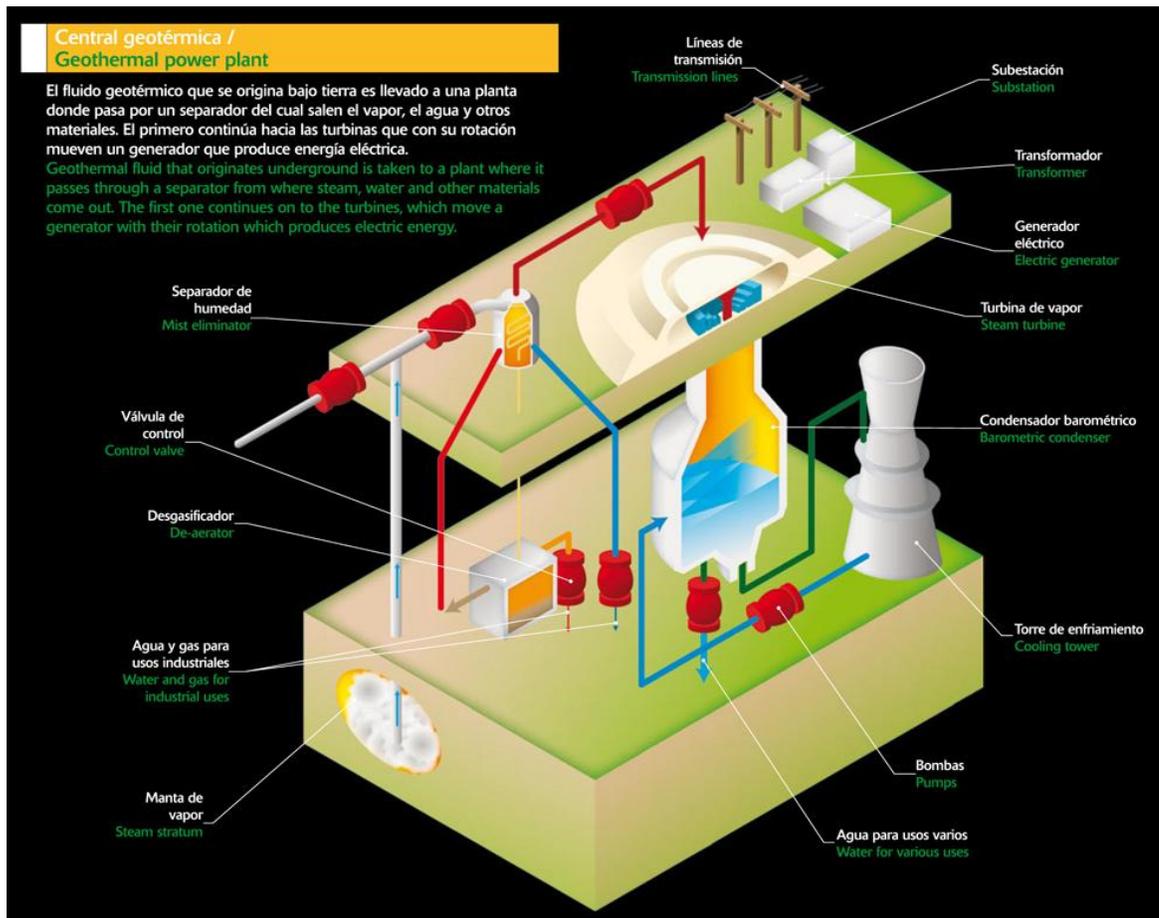
El gradiente geotérmico no es un valor constante puesto que depende de las condiciones geológicas que presente el material en cada punto del interior del planeta. En la corteza terrestre el gradiente geotérmico promedio es de 30°C/km, lo que supone aumento de 1°C cada 30 metros de descenso. Los valores normales se encuentran en el rango 10 a 60 °C/km, pero se han medido gradientes de hasta 200 °C/km.

Por su parte, el calor radiogénico se refiere al calor generado continuamente por el decaimiento de los isótopos radiactivos de vida larga, tales como uranio (U238, U235), torio (Th232) y potasio (K40), que se encuentran en la Tierra.

La energía geotérmica se produce cuando el vapor de los yacimientos es conducido por tuberías. Al centrifugarse se obtiene una mezcla de agua y vapor seco, el cual es utilizado para activar turbinas que generan electricidad. En términos estrictos no es una energía renovable, pero se le considera como tal debido a que existe en tan grandes cantidades que el ser humano no verá su fin y con un mínimo de cuidados es una energía limpia. Este calor también se puede aprovechar para usos térmicos.

Una central geotérmica consta de un circuito cerrado de agua que al entrar en contacto con las capas permeables situadas cerca de los fluidos magmáticos de la tierra aumenta de temperatura el agua sube por el circuito hasta salir a la superficie donde entra en contacto con otro circuito (también de agua) al que calienta y con el que a la vez se enfría. El agua fría vuelve a bajar hasta cerrar el círculo.

El agua del otro circuito se evapora y va a parar a una turbina que al moverse genera una energía mecánica que un alternador transforma en eléctrica. Con una torre de refrigeración se condensa el vapor y así se cierra el otro círculo. El agua geotérmica utilizada es posteriormente devuelta a inyección al pozo hacia la reserva para ser recalentada, para mantener la presión y para sustentar la reserva.



Central Geotérmica

3.2.1.- ENERGÍA GEOTÉRMICA EN MÉXICO

Los usos de la energía geotérmica en nuestro país vienen desde 1956 con la implementación de la primera planta geotérmica en el estado de Hidalgo. Actualmente México cuenta con tres plantas geotérmicas: Cerro Prieto en Baja California, Los Azufres en Michoacán y Los Humeros en Puebla

Hoy en día es posible utilizar los recursos de alta temperatura, es decir, temperaturas mayores a 200°C, para generar energía eléctrica, y los recursos de temperaturas

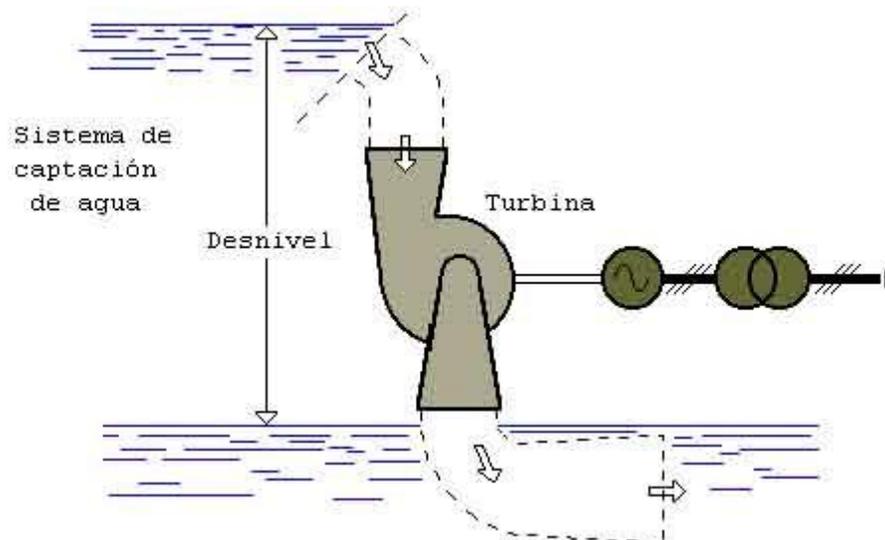
menores a los 200°C, es decir, temperaturas bajas, para aplicaciones térmicas. Nuestro país ocupa el tercer lugar a nivel mundial en capacidad de generación de energía geotérmica, con poco más de 960 MW instalados, con los que se generan más de 6,500 GWh/año.

La energía geotérmica representa el 4% aproximadamente del total de la producción eléctrica en México. En la región norte de Baja California, en donde se encuentra Cerro Prieto, el porcentaje es de un 70%.

La Comisión Federal de Electricidad estima que el potencial geotérmico permitiría instalar otros 2,400 MW, sin dejar de tomar en cuenta que su viabilidad va de la mano del desarrollo de mejores tecnologías para su máximo aprovechamiento. En la actualidad, hablar de inversión en centrales geotermoeléctricas significa hablar de costos aproximados de 1,400 dólares por KW, mientras que el monto promedio por su generación es de alrededor de 4 centavos de dólar por KWh.

3.3.- ENERGÍA HIDRÁULICA

Actualmente son una de las fuentes de energía alternativa más común. Se basan en las corrientes y caídas acuáticas para generar energía eléctrica, esto significa que se puede generar electricidad al transformar la energía potencial acumulada en los saltos de agua. Las centrales hidroeléctricas aprovechan de la manera más conveniente la energía de los ríos.



La función de una central hidroeléctrica es utilizar la energía potencial del agua almacenada y convertirla, primero en energía mecánica y luego en eléctrica.

Un sistema de captación de agua provoca un desnivel conocido como salto geodésico que origina una cierta energía potencial acumulada. El paso del agua por la turbina desarrolla en la misma un movimiento giratorio que acciona el alternador y produce la corriente eléctrica.

La tecnología hidroeléctrica requiere la instalación de equipos electromecánicos de una turbina, un generador eléctrico y transformadores. Estas instalaciones deben estar debajo del fondo de la base de la cortina de la presa, con la finalidad de aprovechar la energía potencial del agua. El agua es conducida hasta el rodete de la turbina hidráulica y su fuerza hace girar las aspas, transformando la energía potencial del agua en energía cinética, la que posteriormente se transforma en energía mecánica. Un generador transforma esa energía mecánica en eléctrica. La energía generada es transportada a través de líneas de transmisión que se enlazan con los centros de distribución.

Las centrales hidroeléctricas presentan ventajas relevantes sobre las fuentes de energía convencionales y también sobre otro tipo de energías alternativas, algunas de las principales ventajas son:

- Es limpia, ya que no contamina el aire ni el agua.
- Utilizan una forma renovable de energía, constantemente repuesta por la naturaleza de manera gratuita, por lo cual, no requieren el uso de combustibles fósiles.
- A menudo puede combinarse con otros beneficios, como riego, protección contra las inundaciones, suministro de agua, caminos, navegación y aún en ornamentación del terreno y turismo.
- Los costos de mantenimiento y explotación son bajos.
- Las obras de ingeniería necesarias para aprovechar la energía hidráulica tienen una duración considerable.
- La turbina hidráulica es una máquina sencilla, eficiente y segura, que puede ponerse en marcha y detenerse con rapidez y requiere poca vigilancia, siendo sus costos de mantenimiento, por lo general, reducidos.

Sin embargo, a pesar de los grandes beneficios que tiene el uso de este tipo de energía, también puede presentar un riesgo en algunas circunstancias, por lo cual, es necesario mencionar aquellas desventajas que traen consigo la utilización de la energía hidráulica, y las principales pueden enlistarse como sigue:

- Los costos de capital por kilovatio instalado son con frecuencia muy altos.

- El almacenamiento del agua en presas, así como la transformación y transporte de la energía producida ocasiona importantes gastos y sensibles alteraciones al medio.
- La construcción lleva, por lo común, largo tiempo en comparación con la de las centrales termoeléctricas.
- La disponibilidad de energía puede fluctuar de estación en estación y de año en año.
- En algunos casos se ve afectado el ciclo habitual de algunas especies acuáticas, así como algunas migraciones naturales de diversos tipos de peses.
- El manejo de sedimentos arrastrados por las corrientes de agua es otro de sus principales inconvenientes.

No obstante, este medio de obtención de energía ha significado un gran avance en lo que a energías renovables se refiere, y es que las desventajas que éste pudiese representar son mínimas en comparación con las muchas ventajas que esta energía ofrece; es por ello que en todo el planeta la energía hidráulica ha ido ganando terreno y se ha convertido en una de los principales medios para producir electricidad



Central Hidroeléctrica

3.3.1.- ENERGÍA HIDRÁULICA EN MÉXICO

Actualmente están operando en los estados de Veracruz y Jalisco tres centrales minihidráulicas, con una capacidad instalada de 16 MW, que generan un total de 67 GWh/año.

Es posible clasificar a las centrales minihidráulicas (<5 MW) por la caída de agua que aprovechan, para una caída de 5 a 20m se les clasifica en baja carga, en media carga para una caída de 20 a 100m, y para una caída mayor a los 100m, en alta carga.

Adicional a las centrales minihidráulicas se encuentran en operación tres centrales híbridas (minihidráulicas-gas natural) en los estados de Veracruz y Durango.

La Central Hidroeléctrica “Infiernillo” se encuentra en el límite entre los estados de Michoacán y Guerrero, sobre el río Balsas. Esta obra concluyó su construcción en 1963 con una capacidad de almacenamiento de 9 millones de metros cúbicos de agua, generando 960 MW. Su cortina tiene 149 metros de altura, 350 metros de longitud y fue la primera presa construida con estas dimensiones en México. Debido a que esta central hidroeléctrica se localiza en la zona de mayor riesgo sísmico del país, continuamente se evalúa el comportamiento dinámico de sus estructuras.

La presa hidroeléctrica “Malpaso” se encuentra ubicada en el Noroeste del estado de Chiapas, a 40 kilómetros del punto donde limitan los estados de Veracruz, Oaxaca y Chiapas. Se construyó entre 1958 y 1966, la primera y más importante hidroeléctrica construida para el desarrollo del sureste de México sobre el río Grijalva.

La Central Hidroeléctrica “Chicoasén” está ubicada sobre el río Grijalva en el municipio de Chicoasén, Chiapas. Esta central cuenta con ocho unidades turbogeneradoras de 300 MW cada una, para una capacidad instalada total de 2,400 MW. Estas unidades entraron en operación comercial en 1980. La energía generada es transportada a través de diez líneas de transmisión a Veracruz y Chiapas.

La Presa Hidroeléctrica “Aguamilpa” en Nayarit fue concluida en 1993 y está conformada por una cortina de concreto de 187 metros de altura, la más alta de su tipo en América Latina y el agua de su embalse tiene un volumen de 6,950 millones de metros cúbicos a lo largo de 50 kilómetros sobre el río Santiago y el río Huaynamota, creando una fuerza hidráulica de 960 MW. La presa de Aguamilpa no sólo permite una importante generación de energía eléctrica, sino que además regula las avenidas de los ríos para evitar la inundación de los pueblos ubicados río abajo.

La Central Hidroeléctrica “El Cajón”, comenzó a ser construida en el año 2003 y está ubicada en el Estado de Nayarit, es uno de los proyectos más importantes en su tipo, ya que fue diseñado con una capacidad de generación de 750 MW a través de una

cortina de 186 metros de altura, la más alta de su tipo en el mundo, y una capacidad de 12 millones de metros cúbicos.

El Proyecto Hidroeléctrico “La Yesca” inició en el año 2008 con una inversión de 767 millones de dólares. Se espera que esta central hidroeléctrica quede concluida en junio del 2012. Se ubica en el estado de Nayarit, sobre el río Santiago, justo donde este estado limita con el de Jalisco, incorporando 750 megavatios al sistema eléctrico nacional. La Yesca tendrá 220 metros de altura y una cuenca con capacidad para 2,390 millones de metros cúbicos, el equivalente al agua que consume la Ciudad de México durante dos años.

Anteriormente en México, los costos de instalación eran en promedio de 1,600 dólares por KW instalado, con un costo de generación de 11.50 centavos de dólar por KWh generado.

3.4.- BIOENERGÍA

Gracias a la fotosíntesis, las plantas que contienen clorofila, transforman el dióxido de carbono y el agua de productos minerales sin valor energético, en materiales orgánicos con alto contenido energético y, a su vez, sirven de alimento a otros seres vivos. La formación de biomasa a partir de la energía solar se lleva a cabo por el proceso denominado fotosíntesis vegetal, que a su vez es desencadenante de la cadena biológica. Mediante estos procesos, la biomasa almacena a corto plazo la energía solar en forma de carbono. La energía almacenada en el proceso fotosintético puede ser posteriormente transformada en energía térmica, eléctrica o carburantes de origen vegetal, liberando de nuevo el dióxido de carbono almacenado.

La bioenergía utiliza materia orgánica como energético, ya sea por combustión directa o mediante su transformación en combustibles gaseosos tales como el biogás o líquidos como lo son el bioetanol o el biodiesel.

Los avances técnicos en la ciencia de la bioenergía podrían tener consecuencias sorprendentes en la expansión económica de algunas naciones que aun dependen de otras para satisfacer sus consumo de combustible, también podría traer consigo beneficios ambientales como reducciones en las emisiones de gases de invernadero, así como ayudar a disminuir la peligrosa dependencia que se tiene de los combustibles fósiles en todo el planeta. El cultivar nuestro propio combustible ofrece un amplio desarrollo para el campo, así como la posibilidad de controlar la oferta y demanda de combustibles. Las tecnologías futuras podrían representar una oportunidad para los países pobres ayudándolos a cultivar sus propios combustibles, de tal manera que su dependencia hacia el extranjero pudiese disminuir de manera paulatina a medida que éstos lograsen satisfacer sus propias necesidades energéticas sin afectar, claro, la producción de insumos alimenticios de primera necesidad. Esto significaría un desarrollo social sostenible con mejoras ambientales

bastantes significativas en comparación con los métodos tradicionales de generación de energía. Además de marcar la diferencia en cuanto a la creación de empleos en zonas marginales donde la mayoría de la población tiene limitadas oportunidades de crecimiento económico.

Actualmente la mayoría del etanol es producido de maíz, usando únicamente el almidón en los granos. Pero las nuevas tecnologías podrían llevar al uso rentable de una amplia variedad de materia prima y productos de desechos agrícolas como tallos de maíz y paja de cereales para producir etanol y otros productos, como por ejemplo: productos químicos y plásticos, actualmente derivados de combustibles fósiles. Esto abriría un amplio mercado para los agricultores permitiendo duplicar las ganancias de sus cosechas al vender sus cultivos de manera habitual y convirtiendo los residuos sobrantes en combustible para el sector energético.



La energía generada a partir de la biomasa es una de las formas más prometedoras de reducir, en cantidades importantes, el CO₂ proveniente de la combustión del carbón y el gas natural.

Las nuevas tecnologías bioenergéticas podrían significar una producción de hasta 150 000 millones de litros de combustible, lo que equivale a la cuarta parte del uso actual de gasolina en los Estados Unidos. También hay que tomar en cuenta su contribución con la naturaleza, ya que el dióxido de carbono emitido durante su producción y su consumo es absorbido por las plantas mientras están creciendo.

Pero el uso de la bioenergía también tiene sus desventajas, una de las principales es la promoción del monocultivo extensivo que provoca, a su vez, una reducción de biodiversidad además de incrementar la erosión y degradación de los suelos; otro factor negativo podrían dárselo en un futuro los mismos distribuidores incrementando

el valor del recurso más allá de su costo real, limitando o poniendo en riesgo el abastecimiento de los insumos meramente alimenticios. Otro factor importante que se ha venido argumentando es el hecho de que en algunos casos se emiten partículas tóxicas durante su combustión, sin dejar de mencionar que por el momento es más costosa su producción que la producción de energía fósil.

3.4.1.-BIOENERGÍA EN MÉXICO

Hoy en día la bioenergía representa el 8% del consumo de energía primaria en nuestro país. Los principales bioenergéticos utilizados son: el bagazo de caña que se usa primordialmente para la generación de energía eléctrica y/o térmica en el ramo azucarero; y la leña que es usada de manera habitual en algunas comunidades rurales para la calefacción y cocción de alimentos. En años anteriores se registró un consumo promedio anual de 92 Petajoules de bagazo de caña y 250 de leña.

México produce 45 millones de litros de bioetanol en la industria cañera anualmente, mismos que no son usados como combustible actualmente, sino que se utilizan en la industria química. Para el año 2005 la Comisión Reguladora de Energía autorizó 19 MW para generar 120 GWh/año con biogás, 70 MW para la generación de 105 GWh/año con bagazo de caña y 224 MW para generar 391 GWh/año con sistemas híbridos de combustóleo y bagazo de caña.

Por su parte el biogás es generado por reacciones de biodegradación de la biomasa (proveniente de residuos de rastros, cultivos, queseras, cerveceras, estiércol y residuos orgánicos agrícolas y municipales), mediante la acción de microorganismos y factores de incubación, en un medio anaerobio, en el que el principal producto es una mezcla de gases en donde predomina el metano y el dióxido de carbono. Otro biocombustible es el proveniente de la combustión de la leña y carbón vegetal, el cual según el Balance Nacional de Energía 2009 es usado por más de 27 millones de habitantes, y que en el 2008 aportó el 5.1% de la producción de energía primaria nacional.

Se estima que el país tiene un potencial técnico en materia de bioenergía de entre 2,635 y 3,771 Petajoules anuales; sin embargo, por circunstancias diversas, el uso actual de este tipo de fuente de energía alternativa es 10 veces menor al de su capacidad. Un 40% del potencial estimado proviene de los combustibles de madera, otro 26% de los agro-combustibles y un 0.6% proviene de los subproductos municipales. Por otra parte, se calcula que actualmente se están desperdiciando 73 millones de toneladas de residuos agrícolas y forestales que podrían tener un importante potencial energético. También se estima que los residuos municipales no están siendo aprovechados del todo y que dichos residuos sólidos de las diez principales ciudades podrían ser utilizados para la generación de energía eléctrica a

partir de su transformación térmica, de tal manera que se podría instalar una capacidad de 803 MW y así generar 4,507 MWh/año. A continuación se muestra como está conformada una Central de Biomasa.



La central de biomasa quema este tipo de combustible para producir vapor de agua, el cual mueve una turbina que, conectada a un generador, produce electricidad.

México también cuenta con un potencial para la creación de bioetanol y de biodiesel gracias al área agrícola tan significativa con la que se cuenta; Se estima a nivel internacional que para la producción de bioetanol a partir de almidones existe un costo aproximado de inversión de 0.8 dólares por litro; mientras que para producirlo a partir de recursos ricos en azúcares, tales como la melaza, el costo de inversión necesario es de 0.40 dólares por litro. Por otra parte, para elaborar biodiesel a partir de aceite de soya se ha calculado un costo de 0.57 dólares por litro, mientras que para producirlo por medio de aceite de girasol se tiene un costo aproximado de 0.52 dólares por litro.

El Proyecto de Bioenergía de Nuevo León, S.A., en Monterrey, es el primero en nuestro país en generar electricidad aprovechando el biogás liberado por un relleno sanitario, el cual cuenta con una capacidad de 7 MW. Se pretende que los cambios

regulatorios y legales en los que México está trabajando permitan replicar este proyecto en otros rellenos sanitarios de la República Mexicana. Por su parte, la SEDESOL ha venido ofreciendo apoyo para proyectos de este tipo, mismos que van desde el diseño de rellenos sanitarios hasta la generación de electricidad.

Por su parte, el Grupo Energéticos, S.A., con la ayuda del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, firmaron un convenio de colaboración para la producción de biodiesel a partir de la grasa animal que se genera en los rastros como desecho. Para el 2005 se inauguró en Nuevo León una planta con la capacidad de producir 500 mil litros mensuales de manera inicial y con un potencial de producción de hasta 1 millón de litros por mes. Este biodiesel es utilizado como combustible principalmente en medios de transporte, en un inicio se planteó como alternativa para los camiones industriales en la zona norte del país; posteriormente se pretende comercializar el producto en la Ciudad de Monterrey.

Desde 2001, el gobierno ha empezado a promover leyes y acciones para el desarrollo sustentable de los bioenergéticos. Desde 2005, la Cooperación Técnica Alemana (GTZ) con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a través de la Secretaría de Energía (SENER), realiza estudios de factibilidad para bioetanol y biodiesel en el 2006 a través del proyecto “Promoción de Energías Renovables, PromovER”. Para diciembre del mismo año, la Cámara de Diputados aprobó la iniciativa de Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía, LAFRE (SENER-GTZ, 2006). El 1º de febrero de 2008 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (DOF, 2008). México ahora cuenta con políticas públicas que fomentan el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable, gracias al decreto de Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos (LPDB), la iniciativa de LAFRE en 2009 y al Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y Financiamiento para la Transición Energética (LAERFTE) (Álvarez, 2009; SENER-GTZ, 2006).

3.5.- ENERGÍA PROVENIENTE DEL MAR

Es bien sabido que no hay nada más abundante en nuestro planeta que los mares, tres cuartas partes de la superficie terrestre están cubiertas por agua salada, la potencialidad de la energía del mar está en su abundancia, y algunos expertos han llegado a señalar que en el mar se hallan los sustitutos de las energías convencionales.

La explotación de esta energía se lleva a cabo desde hace siglos, aunque la producción de energía eléctrica no se encuentra desarrollada, más allá de casos

puntuales. En el antiguo Egipto ya se utilizaban molinos de marea que aprovechaban la diferencia entre mareas.

Una de las principales ventajas de obtener energía eléctrica a partir del mar es que es renovable, además de la gran abundancia del agua salada en todo el planeta, otro factor relevante que se ha tomado en cuenta al señalarla como alternativa energética es que no emite contaminantes o residuos durante su explotación, sin embargo, algunos investigadores han señalado que sus efectos nocivos son importantes sobre la alteración y destrucción de la fauna y flora costeras. También debe señalarse que permitirían utilizar energía eléctrica en puntos de difícil acceso como barcos o plataformas y pueden utilizarse para procesos como la extracción de plancton, cultivos marinos o desalación de agua.

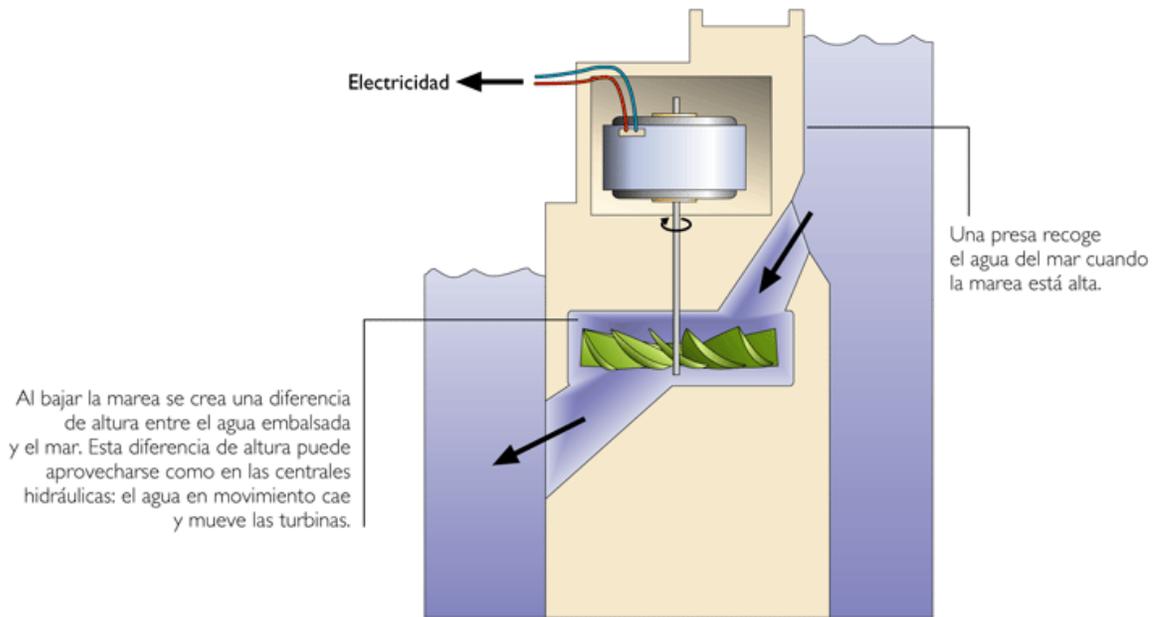
Las principales fuentes para aprovechar la energía del mar son:

- Energía de las mareas.
- Energía de las olas.
- Aprovechamiento del gradiente térmico del mar.

3.5.1.- ENERGÍA MAREOMOTRIZ

Como es bien sabido, las mareas son el movimiento periódico de las aguas del mar debido a los movimientos de la luna alrededor de la tierra. Por ende, la energía mareomotriz se debe a las fuerzas gravitatorias entre la Luna, la Tierra y el Sol, que originan las mareas, es decir, la diferencia de altura media de los mares según la posición relativa entre estos tres astros. Es posible aprovechar dicha diferencia de alturas en lugares estratégicos como golfos, bahías o estuarios, utilizando turbinas hidráulicas que se interponen en el movimiento natural de las aguas, junto con mecanismos de canalización y depósito, para obtener movimiento en un eje. Para generar energía eléctrica a partir de las mareas se procede a construir un dique que almacena agua, convirtiendo la energía potencial de ésta en electricidad igual que en el caso de centrales hidráulicas, por medio de una turbina. La energía producida es proporcional a la cantidad del agua desalojada y a la diferencia de altura existente.

Para poder captar energía de las mareas es necesario tomar en cuenta dos factores físicos relevantes; primero, que la amplitud física de las mareas debe ser por lo menos de varios metros y segundo, que la configuración de las costas pueda permitir el embalse de una importante cantidad de agua sin la necesidad de grandes inversiones de dinero en obras civiles. La siguiente figura ejemplifica de manera sencilla la captación de la energía mareomotriz así como su conversión en energía eléctrica.



Esta energía tiene como principal ventaja la cualidad de ser renovable, además de ser una fuente limpia por no generar subproductos contaminantes en su transformación energética durante la fase de explotación. No obstante, la relación entre la cantidad de energía que se puede obtener con los métodos actuales y el costo económico, así como el impacto ambiental de instalar los dispositivos para su proceso, han representado un obstáculo para la utilización y ha impedido una proliferación notable de este tipo de energía. A pesar de que en la actualidad la mayoría de los países interesados en el cambio climático pretenden apostar por alternativas de energías renovables, los factores económicos siguen siendo el principal freno que ha impedido incentivar a los gobiernos a realizar un cambio definitivo.

Algunas de las ventajas de este tipo de energía pueden ser bastante claras, entre las más relevantes se encuentran las siguientes:

- Es una fuente abundante y renovable.
- Las mareas pueden ser fácilmente predecibles.
- Silenciosa.
- Es una energía limpia.
- Bajo costo de materia prima.
- No concentra población.

- Disponible en cualquier clima y época del año.

Por otra parte, es obvio suponer que una tecnología tan ambiciosa puede tener varios factores que limiten su uso, uno de los principales, es por supuesto, la cantidad de dinero que se requiere invertir para poner en marcha un proyecto de este tipo; aunado a otros inconvenientes, entre los que destacan:

- Impacto visual y estructural sobre el paisaje costero.
- Tecnología en desarrollo.
- Dependiente de la amplitud de mareas.
- Traslado de energía muy costoso.
- Instalación y mantenimiento costosos.
- Efecto negativo sobre la flora y la fauna.
- Limitada.

3.5.2.- ENERGÍA UNDIMOTRIZ

No cabe duda que es posible percibir la gran energía cinética que concentran las olas, sin embargo, para poder obtener energía de este movimiento es necesario usar convertidores que logren aumentar la frecuencia, ya que el número de ciclos por minuto es relativamente bajo debido a que oscila entre 3 y 30 ciclos por minuto; para generar energía eléctrica a partir de las olas se requiere frecuencias mucho más altas de las que éstas pueden ofrecer, es entonces donde entran en función los convertidores que lograrán aumentar las bajas frecuencias hasta alcanzar la frecuencia adecuada para poder producir electricidad. Un factor que es conveniente tomar en cuenta al pensar en esta fuente de energía es la enorme pérdida que conllevan dichas conversiones. La energía undimotriz, podría convertirse en la más prometedora fuente de energía renovable para los países marítimos. No causa daño ambiental y es inagotable. El recurso potencial es vasto. Actualmente se estima en unos 2,000 GV, aunque por su parte la UNESCO lo ha declarado como de aproximadamente el doble de esa cantidad. El mayor inconveniente aquí sería que se lograra calcular de manera realista la cantidad de energía que es posible generar y suministrar a partir de las olas a un precio económicamente accesible. Por otra parte, a diferencia de la energía hidroeléctrica, la energía de las olas no puede contar con el flujo de agua en una sola dirección. Al fin de cuentas el gran obstáculo de esta fuente de energía alternativa será como el de la mayoría de su tipo, en su mayoría, simple y sencillamente financiero.



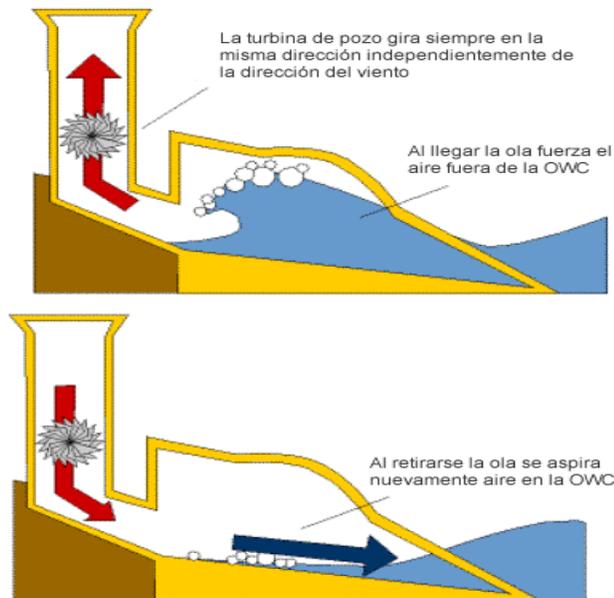
Una ola se desplaza hacia adelante en un movimiento esquivo, arriba y abajo. Su altura máxima es la indicación clave de su fuerza. De tal manera que, cuanto más agitado esté el mar, su potencial energético será mayor, pero también más difícil resultará cosechar su energía.

Existen diversos sistemas para captar la energía de las olas, uno de los más maduros es el de la Columna de Agua Oscilante u OWC por sus siglas en inglés, inventada por el japonés Yoshio Masuda; que es un tubo hueco que contiene aire que se comprime y expande por efecto de las olas que penetran en él a través de una apertura cerca de su base, al subir y caer las olas en el mar abierto, la altura de la columna de agua que contiene también sube y baja. Cuando el nivel del agua sube, el aire es forzado hacia arriba y afuera a través de una turbina que gira e impulsa el generador. Al volver a caer, el aire es succionado de vuelta de la atmósfera para llenar el vacío resultante, y el turbogenerador es activado nuevamente. Actualmente se ha mejorado este sistema al integrar una turbina que gira en la misma dirección sin importar si el aire es empujado hacia afuera o succionado nuevamente al tubo, dicha turbina fue diseñada por el Profesor Allan Wells.

Otro sistema es el Canal Rematado en Punta, o como originalmente debiera llamarse "Tapered Channel", es aquél en el que las olas suben por una pendiente de hormigón a una punta a 3 metros encima del nivel del mar, donde caen a un depósito. El agua fluye de vuelta al océano a través de la turbina que impulsa a un generador. En ocasiones se combina este sistema con Columna de Agua Oscilante para enfrentar a las olas como se hizo en Noruega.

Otro modelo escocés, Pelamis, consiste en una serie de cilindros conectados por juntas con bisagras y motores hidráulicos que impulsan los generadores.

A continuación se observa un esquema que representa el funcionamiento de la columna de agua oscilante:

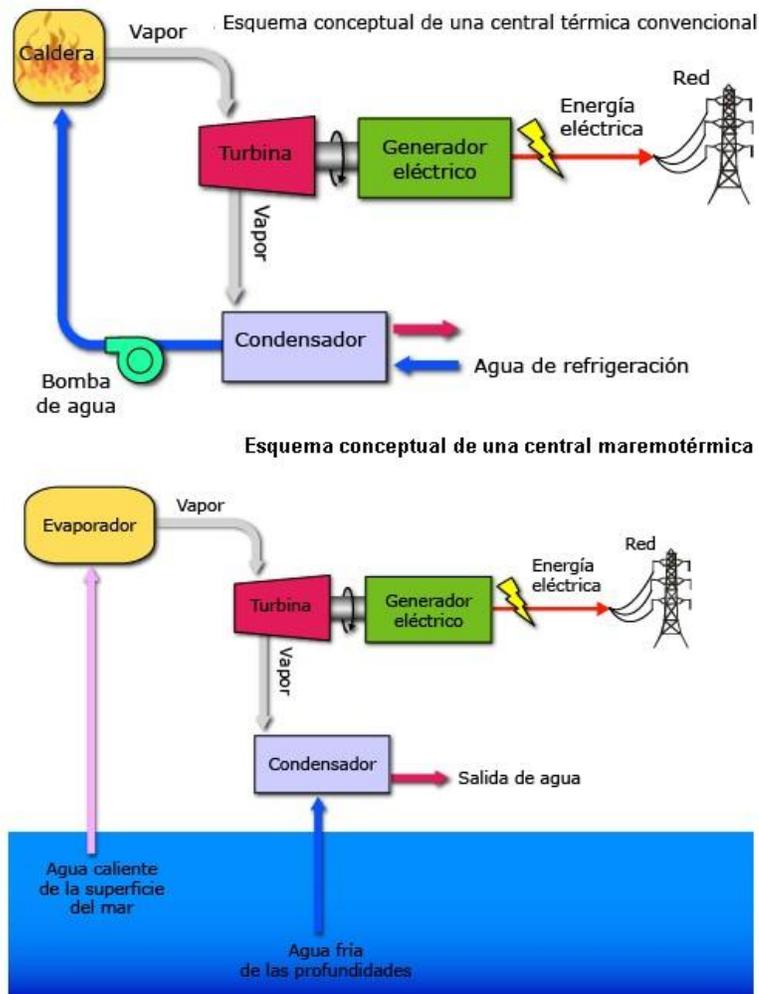


Poco progreso tuvo lugar en convertir este movimiento en energía útil hasta el último cuarto del siglo pasado, principalmente por falta de conocimiento científico de lo que era una ola, cómo avanzaba y cómo podría ser transformada. Se tiene conocimiento de experimentos relacionados con la explotación de la energía de las olas desde 1874, pero es en 1929 en la ciudad de Múnaco donde es presentado un dispositivo capaz de aprovechar la fuerza horizontal de las olas, al cual se le conoce como Rotor de Savonius. Actualmente podemos hablar del Convertidor de Kvaener en Noruega, el cual tiene una potencia instalada de 500 KW y abastece de electricidad a 50 viviendas aproximadamente, y cuyo principio se basa en una Columna de Agua Oscilante. También es posible mencionar a la planta Wizhinja de la India, capaz de generar 150 KW. Otra planta que ha podido aprovechar la energía de las olas es la de Sakata en Japón, con una generación de 60 KW.

3.5.3.- ENERGÍA MAREMOTÉRMICA

El aprovechamiento del gradiente térmico del mar, o como se le conoce comúnmente, energía maremotérmica, se basa en aprovechar la diferencia de temperaturas entre la superficie y las profundidades del mar, es decir, el gradiente térmico. Las variaciones de temperatura en las zonas tropicales pueden superar los 20° C para una distancia inferior a 100 metros, mientras que en las zonas alejadas del Ecuador la diferencia de temperaturas no es precisamente la ideal, por lo que, en esta parte su explotación sería limitada. Las plantas maremotérmicas son capaces de aprovechar los gradientes térmicos oceánicos transformando la energía térmica

en energía eléctrica mediante el ciclo Rankine, es decir, se trata de una máquina térmica en la que el agua de la superficie actúa como fuente de calor, mientras que el agua extraída de las profundidades actúa como refrigerante. Se puede decir que no existe una diferencia notable entre una central de este tipo y las centrales térmicas convencionales. Sin embargo, las centrales maremotérmicas operan con energía de baja calidad, al funcionar con un gradiente térmico no superior a los 18 °C, frente a los cientos de grados de diferencia a que operan las centrales térmicas. En el siguiente esquema se muestra el funcionamiento de ambas centrales de manera específica.



El proceso de transformación de la energía térmica en energía eléctrica se realiza mediante el ciclo Rankine, en el que un líquido se evapora para luego pasar por una turbina. Dicho ciclo puede ser abierto o cerrado. Para un ciclo abierto, el fluido de operación es la misma agua cálida de la superficie del mar, mientras que en el ciclo cerrado se utiliza un fluido de trabajo de bajo punto de ebullición como el amoníaco o el propano.

Además de la producción de electricidad, las centrales maremotérmicas podrían tener otros beneficios, ya sea en la Acuicultura al utilizar el agua más rica en nutrientes, como lo es el agua de las profundidades, para fomentar el desarrollo de algunas especies marinas; Así como en la producción de agua potable en los sistemas de ciclo abierto e incluso en la generación de hidrógeno.

La primera central de este tipo se construyó en 1930 en Cuba, aunque su tiempo de vida útil fue bastante corto. En 1979 se montó una planta de producción de energía eléctrica de potencia 15 kW en la costa de Hawai; esta planta fue un prototipo de ensayo de la central OTEC-1 en funcionamiento en la actualidad, cuya potencia instalada es de 1 MW, ambas funcionan con un ciclo cerrado. Mientras que en Japón funciona otra central con la misma potencia que la OTEC-1.

3.6.- ENERGÍA EÓLICA

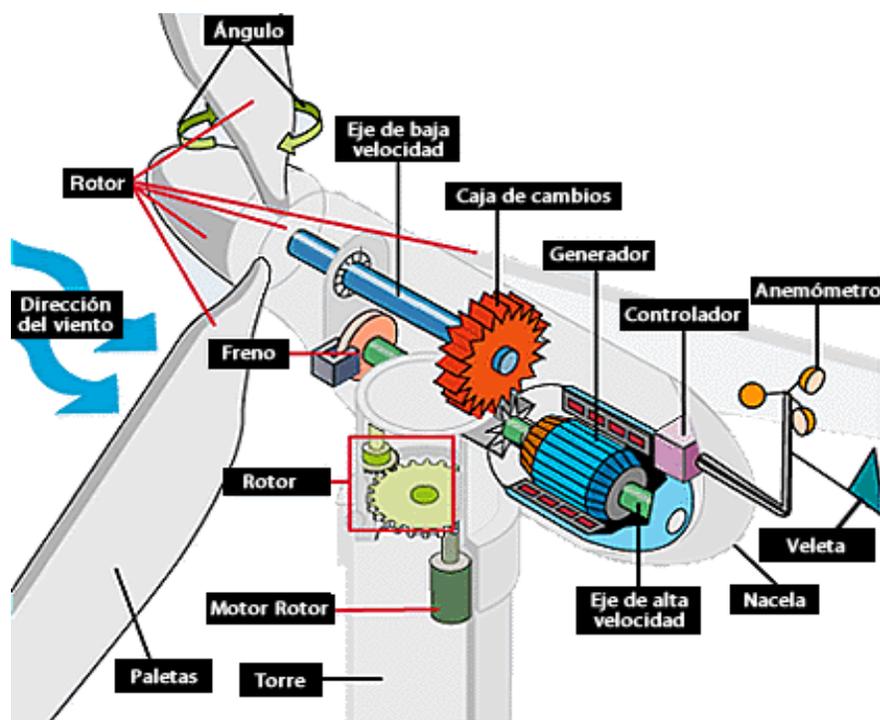
A partir de la fuerza del viento es posible obtener la energía conocida como eólica, dicha energía puede producirse a partir de la energía cinética generada por las corrientes de aire. Este tipo de fuente de energía es considerada como inagotable y según algunos científicos en un futuro podría obtenerse el doble de la energía que actualmente se produce en las plantas hidroeléctricas.

A pesar de que hoy en día es considerada una de las principales energías verdes, este tipo de fuente inagotable de energía tiene el principal inconveniente de depender directamente de las condiciones atmosféricas y de la topografía de cada lugar, por lo cual su generación está condicionada a regiones específicas o épocas del año predeterminadas; lo cual con el creciente cambio climático es un factor poco predecible en el futuro.

La energía eólica tiene sus orígenes desde tiempos remotos, dos ejemplos comunes de la antigüedad en los que se ha aprovechado la fuerza del viento son los barcos impulsados por velas o los conocidos molinos de viento.

La energía del viento está relacionada con el movimiento de las masas de aire que se desplazan de áreas de alta presión atmosférica hacia áreas adyacentes de baja presión, con velocidades proporcionales, a la diferencia de presión entre dos puntos se le conoce como gradiente de presión, el desplazamiento del aire de las zonas de alta presión a las de baja presión da lugar al viento, que es el aire en movimiento, es por ello que la presión influye directamente en la creación del viento. En cierto modo, este tipo de energía es una forma indirecta de energía solar, ya que la diferencia de presiones y temperaturas en la atmosfera provocadas por la absorción de la radiación solar son las responsables de poner al viento en movimiento.

Al hablar de energía eólica es necesario hablar de aerogeneradores, dichos rehiletes gigantes son básicamente un generador de corriente eléctrica que se encarga de producir electricidad a partir de la energía cinética del viento; el viento es el responsable de mover las aspas de los generadores, dichas aspas funcionan de manera similar a los alabes en las turbinas de las centrales hidroeléctricas. Anteriormente un aerogenerador promedio era de 600 a 750 KW; actualmente existen en el mercado turbinas con capacidades de 2 y 3 MW, así como algunas de hasta 6 MW. En el año 2000 el diámetro de estos era de 80 metros, hoy en día alcanzan los 120 metros. A continuación se representa un esquema con las principales partes de una turbina eólica:



Una turbina eólica funciona al contrario que un ventilador, en lugar de utilizar electricidad para producir viento, como un ventilador, las turbinas eólicas utilizan el viento para producir electricidad. La energía del viento da vueltas a dos o tres láminas a modo de propulsor alrededor de un rotor. El rotor está conectado con el eje principal, que hace girar un generador para crear electricidad.

Se montan en una torre para capturar la máxima energía. A unos 30 metros de altura o más, pueden aprovechar viento más rápido y menos turbulento. Las turbinas eólicas se pueden utilizar para producir electricidad para un solo hogar o edificio.

Este tipo de generación de energía es uno de los métodos menos costosos además de ser una de las energías más limpias dentro de la gran gama de las energías alternativas.

A pesar de que algunos consideran que esta opción es una de las más viables tanto en la actualidad como en un futuro aun existen opiniones encontradas en cuanto a la arquitectura del paisaje, ya que mientras algunos consideran a los campos eólicos como una modificación negativa al entorno natural, otros cuantos lo consideran un símbolo de avance tecnológico y muestra del desarrollo nacional. De cualquier manera los inconvenientes de esta opción energética no son relevantes para el fin ambiental, con excepción del ámbito animal, aunque los accidentes con algunas especies de aves son mínimos y estas especies han logrado adaptarse a la modificación del paisaje. En concreto es posible decir que esta alternativa representa una opción íntegramente sustentable para el futuro.

3.6.1.- ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

Algunas instituciones mexicanas así como los estudios del Laboratorio Nacional de Energía Renovable o el NREL por sus siglas en inglés, han calculado un potencial para esta fuente de energía superior a los 40,000 MW, siendo el Istmo de Tehuantepec y las penínsulas de Yucatán y Baja California las regiones con mayor potencial. Investigadores nacionales y extranjeros han afirmado que las condiciones eólicas del Istmo de Tehuantepec son las mejores a nivel mundial. Por otro lado, en Oaxaca existen zonas en las que la velocidad del viento a 50 metros de altura superan los 8.5 m/s, con un potencial de 6,250 MW, y otras con velocidades entre 7.7 y 8.5 m/s, con un potencial de 8,800 MW.

Existen otros estados de la república en los que se podría aprovechar esta fuente inagotable de energía; tal es el caso del estado de Baja California, en donde algunas zonas en las sierras de La Rumorosa y San Pedro Mártir representan un potencial de 274 MW. Mientras que en Yucatán y en la Riviera Maya se puede hablar de 352 y 157 MW respectivamente; dichos lugares tienen el potencial suficiente para sustituir a las plantas que operan con combustóleo, diesel y generadoras de turbo gas.

Para el año 2004 se tenían instalados 3 MW; de los cuales 2 MW estaban en la zona sur-sureste y 1 MW en la noreste; con lo cual era posible generar 6 GWh de electricidad.

En el 2005 la Comisión Federal de Electricidad inició la construcción en la Venta, Oaxaca, la primera planta eólica de gran escala en el País, con un potencial de 83 MW.

Se estima que para el 2011 entren en operación tres parques eólicos en el sur del Istmo de Tehuantepec en Oaxaca, los cuales generaran 304.2 MW de electricidad, se calcula que dicha energía es suficiente para satisfacer las necesidades

energéticas de 200 mil hogares. Este proyecto quedará en manos de la empresa española Acciona Energía, la cual ganó la licitación de la Comisión Federal de Electricidad, bajo la modalidad de Productor Independiente de Energía. La inversión será aproximadamente de 600 millones de dólares.

El pasado 9 de Marzo el presidente Felipe Calderón, inauguró en Baja California el Parque Eólico La Rumorosa, el cual, con sus cinco turbinas, producirá 10 MW de electricidad al año, los cuales servirán para el alumbrado público de la ciudad de Mexicali.

De acuerdo con datos de la CFE, los montos de la inversión en este tipo de sistemas de generación de energía sobrepasan los 1,400 dólares por KW, con un costo aproximado de generación de 4.4 centavos de dólar por KWh, aunque cálculos estimados predicen que para el año 2020 los costos sean menores a los 3 centavos de dólar por KWh.



El gobierno de México se ha fijado la meta de que el 25% de la producción de electricidad para 2012 provenga de fuentes renovables.

3.7.- ENERGÍA NUCLEAR

La energía nuclear es la energía que se libera espontánea o artificialmente en las reacciones nucleares. De tal modo que la energía proveniente de dichas reacciones puede utilizarse para generar otro tipo de energía como la eléctrica o la térmica. Cabe señalar que su transformación y aprovechamiento requiere de técnicas más complejas y exactas para que su manejo no represente ningún riesgo.

Dicha energía procede de reacciones de fisión o fusión de átomos en las que se liberan gigantescas cantidades de energía que se usan para producir electricidad; estas reacciones se dan en los núcleos de algunos isótopos de ciertos elementos químicos, siendo la más conocida la fisión del uranio-235 (^{235}U), con la que funcionan

los reactores nucleares, y la más habitual en la naturaleza, en el interior de las estrellas, la fusión del par deuterio-tritio (^2H - ^3H). Sin embargo, para producir este tipo de energía aprovechando reacciones nucleares pueden ser utilizados muchos otros isótopos de varios elementos químicos, como el torio-232, el plutonio-239, el estroncio-90 o el polonio-210.



En las centrales nucleares habituales el núcleo del reactor está colocado dentro de una vasija gigantesca de acero diseñada para que si ocurre un accidente no salga radiación al ambiente. Esta vasija junto con el generador de vapor están colocados en un edificio construido con grandes medidas de seguridad con paredes de concreto armado de uno a dos metros de espesor diseñadas para soportar terremotos, huracanes y hasta colisiones de aviones que chocaran contra él.

Los sistemas más comunes para la obtención de energía a partir de la energía nuclear son la fisión nuclear y la fusión nuclear. Es bien sabido que la energía nuclear tiene fines bélicos para muchos de los países cuyo principal objetivo es el crear armamento nuclear, en estos casos su transformación se da de forma descontrolada valiéndose de la principal característica de este tipo de fuente de energía, ya que la cantidad de energía que puede producirse por unidad de masa de material utilizado es considerablemente elevada en comparación con cualquier otro tipo de energía conocida actualmente. Sin embargo, cuando se transforma de manera controlada en los reactores nucleares es posible producir energía eléctrica, térmica o mecánica en cantidades sorprendentes.

La energía desprendida en dichos procesos nucleares suele aparecer en forma de partículas subatómicas en movimiento, las cuales, al frenarse en la materia que las rodea, producen energía térmica que puede transformarse en energía mecánica utilizando motores de combustión externa, como las turbinas de vapor. Dicha energía mecánica puede ser utilizada ya sea en el transporte, como por ejemplo en los buques nucleares; o para generar electricidad.

Fue en el año de 1956, en Inglaterra, cuando se puso en marcha, la primera planta nuclear generadora de electricidad para uso comercial. Para 1990 había 420 reactores nucleares comerciales en 25 países que producían el 17% de la electricidad del mundo.

Pero es en los años cincuenta y sesenta que esta forma de obtención de energía es acogida con entusiasmo, ya que como se mencionó anteriormente, su principal ventaja sobre otras energías la presenta como una opción económicamente viable para el futuro, dado el poco combustible que consumía; en ese entonces con un solo kilo de uranio se podía generar la misma cantidad de energía que se produciría con 1000 toneladas de carbón. Sin embargo, ya en la década de los 70 y sobre todo la de los 80 comenzaron a surgir preocupaciones por el peligro que representaba la radiación nuclear, sobre todo al hablar de los posibles accidentes nucleares que se mostraban como más que catastróficos, no sólo al momento del accidente sino con un gran daño colateral a futuro. A pesar de que el riesgo de un accidente grave en una central nuclear bien construida y manejada es muy bajo, algunos de los accidentes que se han suscitado en centrales que carecen de medidas de seguridad adecuadas han provocado el rechazo de una gran cantidad de personas. Además ha surgido otro problema de difícil solución: el del almacenamiento de los residuos nucleares de alta actividad.

Obviamente esta fuente de energía es por mucho menos contaminante que las fuentes de energía fósiles, ya que sus emisiones a la atmosfera son relativamente pocas. Sin embargo, existen factores que han puesto en tela de juicio los beneficios de este tipo de energía, tales como la radiación, a lo que muchos científicos argumentan que en una central nuclear que funciona correctamente la liberación de radiactividad es mínima y perfectamente tolerable ya que entra en los márgenes de radiación natural que habitualmente hay en la biosfera. Por ello es conveniente resaltar que a pesar del temor que tiene la población en cuanto a los accidentes nucleares, estos suelen ser nulos si las centrales nucleares son manejadas correcta y seguramente. La probabilidad de que ocurran estos accidentes es muy baja, pero cuando suceden sus consecuencias son muy graves. Una planta nuclear típica no puede explotar como si fuera una bomba atómica, pero cuando por un accidente se producen grandes temperaturas en el reactor, el metal que envuelve al uranio se funde y se escapan radiaciones. También puede escapar, por accidente, el agua del circuito primario, que está contenida en el reactor y es radiactiva, a la atmósfera.

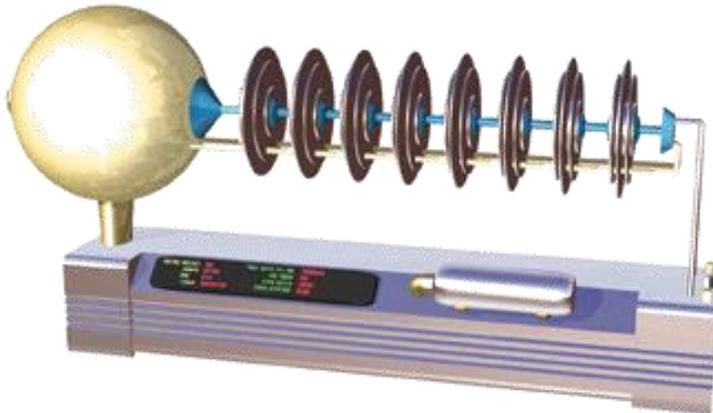
3.7.1.- FUSIÓN NUCLEAR

Cuando dos núcleos atómicos (por ejemplo de hidrógeno) se unen para formar uno mayor (por ejemplo helio) se produce una reacción nuclear de fusión. Este tipo de reacciones son las que se están produciendo en el sol y en el resto de las estrellas, emitiendo gigantescas cantidades de energía.

Muchas personas que apoyan la energía nuclear ven en este proceso la solución al problema de la energía, pues el combustible que requiere es el hidrógeno, que es

muy abundante. Además es un proceso que, en principio, produce muy escasa contaminación radiactiva.

La principal dificultad es que estas reacciones son muy difíciles de controlar porque se necesitan temperaturas de decenas de millones de grados centígrados para inducir la fusión y todavía, a pesar de que se está investigando con mucho interés, no hay reactores de fusión trabajando en ningún sitio.



La esperanza de obtener energía de la fusión de dos átomos a bajas temperaturas (como un proceso inverso al de la fisión nuclear) es una expectativa frecuente en el campo científico.

El juntar dos átomos de hidrógeno para formar uno de helio podría producir enormes cantidades de energía sin desechos tóxicos. Este proceso requeriría de enormes y complejas plantas que deberían ser capaces de transformar el hidrógeno de una tonelada de agua en la energía equivalente a 200 toneladas de carbón o de 230000 litros de gasolina.

3.7.2.- FISIÓN NUCLEAR

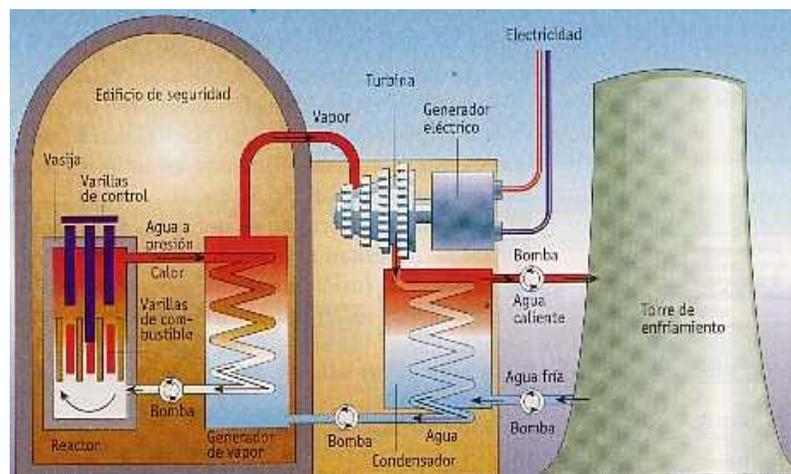
El sistema más usado para generar energía nuclear utiliza el uranio como combustible. En concreto se usa el isótopo 235 del uranio que es sometido a fisión nuclear en los reactores. En este proceso el núcleo del átomo de uranio es bombardeado por neutrones y se rompe originándose dos átomos de un tamaño aproximadamente de la mitad del de uranio y liberándose dos o tres neutrones que inciden sobre átomos de U-235 vecinos, que vuelven a romperse, originándose una reacción en cadena. La fisión controlada del U-235 libera una gran cantidad de

energía que se usa en la planta nuclear para convertir agua en vapor, que a su vez mueve una turbina que genera electricidad.

Sin embargo, cabe señalar que el Uranio es un recurso no renovable, por lo que representa sólo una alternativa de energía más no una solución única o permanente.

Se puede contar con esta tecnología sólo si la capacidad económica y técnica es suficiente para mantener en buenas condiciones las costosas instalaciones de las centrales nucleares. Se requieren cuantiosas inversiones para: extraer y "enriquecer" (preparar químicamente) el uranio; preparar personal altamente capacitado para la operación y; sobre todo, para desarrollar y disponer de las medidas de mayor seguridad para evitar fugas así como para disponer de los desperdicios radiactivos.

La reacción nuclear tiene lugar en el reactor, en él están las agrupaciones de varillas de combustible intercaladas con unas decenas de barras de control que están hechas de un material que absorbe los neutrones. Introduciendo estas barras de control más o menos se controla el ritmo de la fisión nuclear ajustándolo a las necesidades de generación de electricidad. En las centrales nucleares habituales hay un circuito primario de agua en el que esta se calienta por la fisión del uranio. Este circuito forma un sistema cerrado en el que el agua circula bajo presión, para que permanezca líquida a pesar de que la temperatura que alcanza es de unos 293°C, con el agua del circuito primario se calienta otro circuito de agua, llamado secundario, el agua de este circuito secundario se transforma en vapor a presión que es conducido a una turbina. El giro de la turbina mueve a un generador que es el que produce la corriente eléctrica; finalmente, el agua es enfriada en torres de enfriamiento, o por otros procedimientos. En la siguiente figura se puede apreciar el proceso de generación de electricidad a partir de la fisión nuclear.



Esquema del funcionamiento de una central nuclear

3.7.3.- ENERGÍA NUCLEAR EN MÉXICO

A principios de la década de los 50, diversos científicos mexicanos comienzan a promover el uso de la energía nuclear para diversos fines. Uno de los principales promotores fue el doctor Nabor Carrillo Flores, quien representó a México en la prueba atómica del atolón de Bikini en 1946, además de que fue nombrado asesor técnico de la delegación de México en la Comisión sobre Energía Atómica para uso pacífico de la ONU.

Para 1972, el gobierno federal empezó a considerar a la energía nuclear como una alternativa para la generación de electricidad. En ese año, comenzó la construcción de la Central Nuclear Laguna Verde, pero es hasta 1989 que se inauguró en la ciudad de Alto Lucero, a unos 80 kilómetros al noroeste de la capital de Veracruz. Es el momento en el que el uso de la energía nuclear para generar electricidad se estanca a nivel internacional cuando México inaugura Laguna Verde, justo cuando varios países se dan cuenta que utilizar esta energía no es precisamente un buen negocio.

Hasta el momento, el costo unitario de generación por utilizar tecnología nuclear es de 5,000 dólares por KW, incluyendo la construcción y administración, y representa poco más del doble comparada con lo que cuesta el uso de tecnologías eólicas que es de 2,360 dólares por kilowatt (Kw), o de las plantas carboeléctricas que es de 2,323 dólares, de acuerdo con la Estrategia Nacional de Energía.

La energía nuclear también es más cara que la hidroeléctrica que tiene un costo unitario de generación de entre 2,000 y 2,500 dólares; la geotérmica de 2,169 dólares y la de turbogas, de 650 dólares por Kw, añade el documento.

CONCLUSIONES

Hablar de energía alternativa engloba un sinfín de posibilidades y opciones para un mañana incierto que quizá no llegue, de seguir por el camino en el que vamos; la sociedad y la industria han logrado tomar partido acerca de la temática ambiental al mismo tiempo que defiende y sostiene sus posturas, lo más preocupante del caso no es precisamente de qué lado del debate se encuentren los principales responsables, sino que ni siquiera hayan podido establecer una posición al respecto y que su firme indiferencia coloque al planeta al borde de la extinción, gracias a su falta de interés en los cambios que estamos viviendo día con día.

Las energías alternativas presentadas en esta tesis muestran las ventajas y desventajas que cada una de ellas representan en comparación con las fuentes de energía fósiles; la mayoría de las opciones energéticas alternativas representan un costo económico en su mayoría más elevado que las energías más usadas actualmente, sin embargo, el punto relevante en cuestión es meramente ambiental, más allá de encontrar beneficios relevantes de las energías alternativas sobre las convencionales, hay que recordar el principal beneficio que se puede obtener de unas sobre otras, es la erradicación del gigantesco desastre ecológico que representa el uso de combustibles fósiles, cuando accidentes en su extracción y/o manejo dañan de manera irremediable un ecosistema, como suele ser lo que ocurre en los derrames petroleros en el océano, cuyas repercusiones afectan la vida marina de manera inmediata y en muchas ocasiones pueden llegar a terminar con toda las especies que convergen alrededor de las bases petroleras.

Cambiar las estrategias energéticas no sólo significa pensar en el futuro, significa actuar para un presente que ya nos exige cambios significativos si deseamos conservar nuestro entorno tal y como lo conocemos; las energías alternativas pueden ofrecernos una recompensa a mediana plazo, salvaguardando un equilibrio que es vital para nuestra subsistencia en este mundo; quizá pensar en opciones alternas de energía represente un gasto monetario que la mayoría de los gobiernos no estén dispuestos a solventar, sin embargo, el hecho de que los combustibles fósiles representen una ventaja económica no significa que ese dinero ahorrado pueda servir en un futuro para recuperar un ecosistema devastado, el precio por destruir el medio ambiente es mucho más elevado que lo que puede costar la inversión en nuevas formas de generación de energía. Por lo tanto, es obligación de un Gobierno responsable empezar a desarrollar políticas que salvaguarden los intereses comunes de las generaciones actuales, así como de las generaciones futuras, con el fin de que éstas estén en igualdad de condiciones en cuanto a recursos naturales y energéticos se refiere.

Si bien, hay que aceptar que existen métodos que suenan demasiado alentadores, también es necesario reconocer que cada nación debe adaptarse a la energía alternativa más conveniente para sus propias condiciones climáticas y geográficas, es obvio que un país en cuyo territorio no se cuentan con grandes extensiones de agua, el pensar en energía hidráulica quizá represente un riesgo para la comunidad; de igual manera, aunque en la mayoría de las regiones del planeta el sol llega de alguna forma, existen algunas que podrían sacar mucho más provecho de la energía solar que otras; es por ello que la gama de alternativas que se tienen, además de la posibilidad de importar energía, hacen más fácil hoy en día pensar en una solución que remplace, si no de manera total, sí en su mayoría a las energías convencionales.

Las fuentes de energía renovable se presentan como una opción limpia y amable con el ambiente, y aunque algunas de ellas emitan gases contaminantes durante su proceso o representen un sacrificio visual para el paisaje, los beneficios que éstas pueden tener sobrepasan, o por lo menos, igualan de manera optimista a las energías habituales, con la gran ventaja de no representar riesgos paralelos más allá de sus emisiones contaminantes; el petróleo es un combustible fósil cuya vida no es ilimitada, su refinamiento es uno de los principales causantes del calentamiento global y aunado a eso, este recurso es el actor principal de la mayor cantidad de desastres ecológicos causados por el hombre; el planeta no sólo tiene que lidiar con la contaminación generada durante el proceso que conllevan estos combustibles, también tiene que resignarse a la muerte injustificada de miles de especies gracias a los errores humanos y cuya pérdida podría evitarse con el simple hecho de no utilizar un recurso que representa tantos peligros. Por otro lado, el carbón, actualmente uno de los principales recursos para la generación de energía, trae consigo no sólo el daño ambiental al contribuir con el calentamiento global gracias a la enorme cantidad de emisiones que se generan en el proceso para obtener calor y electricidad a partir de éste, sino que también es necesario considerar que no es un recurso renovable y que su inminente fin es algo que el hombre no puede controlar, además claro, de las repercusiones que representa para el paisaje su mera explotación.

Si bien la solución primordial depende del Gobierno, la comunidad en general también está en posición de comenzar a cambiar la situación energética actual; una gran parte de la población tiene la posibilidad económica de optar por un sistema fotovoltaico integral para convertirse en un hogar que sea capaz de generar su propia electricidad y climatización, siendo así una vivienda autosuficiente en el ámbito energético; una casa puede abastecerse de energía eléctrica al igual que de calefacción y agua caliente, e incluso, de climatización en el verano con sólo integrar algunos colectores solares o celdas fotovoltaicas, e inclusive apoyándose de un poco de rediseño estructural en la misma vivienda. Hoy en día el costo de una instalación solar residencial va de los 25,000 hasta los 90,000 pesos. El cálculo estimado para una casa habitación convencional con un promedio de cuatro habitantes y un

consumo diario de energía eléctrica y agua caliente de aproximadamente 2 KW-h y 130 litros respectivamente, es de 32,000 pesos (Kit casa solar de \$26,571 más Calentador solar de \$5,436), más un costo anual de mantenimiento que va de los 150 a los 250 pesos, un costo bastante accesible para muchas personas, además de resaltar que una instalación de este tipo tendría consecuencias positivas meramente económicas si se toma en cuenta que a la larga se puede obtener un ahorro aproximado de 2500 pesos anuales por la baja en el consumo de electricidad y de gas LP, gas estacionario o gas natural, según sea el caso. Por lo cual, tomando en cuenta que es necesario conservar un sistema alternativo para la electricidad y el agua caliente para las épocas en que sea necesario, y en base a las condiciones climáticas de nuestro país, es posible recuperar dicha inversión en un lapso promedio de 16 años; de esta manera, si tenemos en cuenta que la vida útil de la instalación supera los 25 años, se puede decir que es posible tener electricidad y agua caliente de forma gratuita durante mucho tiempo.

Esta es una solución muy optimista si se es consciente de que la mayoría de la población en México carece de una economía estable; es entonces donde el Gobierno podría marcar los precedentes de una nueva forma de abastecimiento energético si lograrse crear un fondo económico para otorgar créditos a aquellas personas que desearan implementar una instalación solar en sus viviendas, pero que no son capaces de absorber de forma inmediata un costo de este tipo. Ésta es una solución a corto plazo y que podría representar las bases de una nueva forma de vida entre la población mexicana, y es sólo una de las muchas alternativas que las investigaciones científicas nos brindan hoy en día.

La opción energética que los científicos le ofrecen a la comunidad deja del lado los principales inconvenientes que traen consigo los combustibles fósiles; más allá de representar un gasto económico, representan una inversión para el futuro de todo el mundo, para un mañana lleno de vida y no para el enorme desierto en que se puede convertir el entorno de no cambiar el rumbo por el que vamos; si bien, la mayoría de las alternativas están en nuestras manos y no precisamente en manos del gobierno, las acciones pertinentes que tomen hoy los representantes de nuestras naciones, marcaran de manera definitiva el camino que seguirá la humanidad el tiempo que le quede de vida en este planeta.

No hay que dejar de tener en cuenta que el cambio comienza en cada uno de nosotros, el simple hecho de bajar nuestro consumo energético significaría una reducción de casi la mitad de emisiones contaminantes al ambiente, optar por aparatos electrodomésticos de bajo consumo, focos ahorradores e incluso, en medida de lo económicamente posible, el optar por paneles solares para nuestro propio abastecimiento de energía podrían ser las bases para un cambio global. Recordar que nuestro propio ejemplo puede representar el formar personas ambientalmente conscientes es una manera de contribuir con el mañana que les

espera a las futuras generaciones; apagar las luces cuando es de día y en los lugares que no se utilizan, desconectar aparatos aunque estén apagados y utilizar lo menos posible el automóvil son pequeñas acciones que podrían marcar la manera de pensar de los niños y jóvenes que nos observan, generando así una nueva generación que aprenda a respetar al planeta y adopte esta postura como una manera de vida.

Es momento de que todos empecemos a mirar el entorno en el que nos desenvolvemos y tomemos conciencia de nuestras acciones, no sólo los políticos tienen la responsabilidad en la toma de decisiones, hay que recordar que nosotros los elegimos y es nuestra responsabilidad escoger candidatos ecológicamente responsables y con una visión para el futuro, es tiempo de adoptar a nuestro mundo como un santuario y no el vertedero de nuestros desechos; el mundo nos sostiene y nos cobija con toda esa inmensidad que tiene para ofrecernos, lo menos que podemos hacer es no destruirlo, aprendamos a dar gracias a la naturaleza por todo lo que nos ofrece y aprovechamos de ella, hay que dejar de pensar que es obligación del planeta mantener en pie a una especie tan inconsciente como la nuestra; tomemos sólo lo que necesitamos y dejemos de ser egoístas recordando que el día de mañana alguien podrá necesitar lo que hoy nosotros estamos desperdiciando.

BIBLIOGRAFÍA

- MONTGOMERY R.H.
Energía Solar: Selección del Equipo, Instalación y Aprovechamiento.
Ed. Limusa. México 1992.
- WALTHER, Gian-Reto; Post, Eric; Convey, Peter.
"Ecological responses to recent climate change".
Science (2002).
- ROE, Gerard H.; Baker, Marcia B.
"Why Is Climate Sensitivity So Unpredictable?"
Science (2007).
- BROECKER, Wallace S.
"Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming?"
Science (1975).
- HUGHES, Lesley.
"Biological consequences of global warming: is the signal already apparent?"
Trends in Ecology and Evolution (2001).
- J. T. HOUGHTON et al (ed.).
Climate Change 2001: The Scientific Basis.
Cambridge: Cambridge University Press (2001).
- LE TREUT, Hervé.
"Clima: por qué los modelos no están equivocados".
Mundo Científico (1997).
- LEAN, Judith L.; Rind, David H.
"How natural and anthropogenic influences alter global and regional surface temperatures: 1889 to 2006".
Geophysical Research Letters (2008).

- KRABILL, W., Abdalati, W., Frederick, E., Manizade, S., Martin, C., Sonntag, J., Swift, R., Thomas, R., Wright, W. & Yungel, J.
«Greenland Ice Sheet: High-Elevation Balance and Peripheral Thinning».
 Science (2000).
- THOMAS J. Crowley.
Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years.
 Science (2000).
- THOMAS R. Karl and Kevin E. Trenberth.
Modern Global Climate Change.
 Science 2003.

MESOGRAFÍA

- http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/otros/biodiesel/biodiesel_3.php
- <http://www.biodisol.com/como-hacer-biodiesel-produccion-y-fabricacion-de-biodiesel-casero/el-proceso-de-transesterificacion-que-convierte-aceites-y-grasas-en-biodiesel/>
- <http://www.nortemis.com.ar/equistosomiasis.html>
- <http://www.biocarburante.com/placas-solares-de-capa-fina>
- <http://www.recgroup.com/es/Tecnologia/Competitividad-de-la-energia-solar/>
- <http://energiaybienestar.blogdiario.com/>
- http://www.url.edu.gt/PortalURL/Archivos/44/Archivos/CGA_GEOTERMIA.pdf
- <http://www.parasaber.com/medio-ambiente/meteorologia/la-ciencia-meteorologica/gradiente-de-presion/articulo/ciencia-meteorologica-atmosfera-viento-aire-isobaras-gradiente-presion/661/>
- <http://www.realclimate.org/index.php/archives/2009/05/moncktons-deliberate-manipulation/>

- <http://www.nacion.com>
- <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/270319.amenaza-calentamiento-global-seguridad-de-eu.html>
- <http://calentamientoglobalclima.org/2008/03/11/la-ue-elabora-un-informe-sobre-seguridad-y-calentamiento-global/>
- <http://www.newscientist.com/article/dn8398>
- http://www.preventionweb.net/files/5648_asia.pdf
- <http://www.WashTimes.com>
- <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/306/5702/1686>
- http://ptolemy.gmu.edu/~beall/data/chaos_papers/shukla-1998-science-v282.pdf
- http://www.bioenergyworld.com/americas/2006/IMG/pdf/stern_summary_wh_at_is_the_economics_of_climate_change.pdf
- <http://www.biodisol.com/medio-ambiente>
- <http://www.eluniversal.com.mx>
- <http://www.tierramerica.info>
- <http://www.haitzenhitza.com>
- <http://www.elpais.com>
- <http://www.actualidad.terra.es>
- <http://www.cfe.gob.mx/Paginas/Home3.aspx>
- <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/07Energ/130EnNuclear>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_nuclear
- <http://www.greenpeace.org/mexico/campaigns/energ-a-y-cambio-climatico/la-amenaza-nuclear/energ-a-nuclear-en-mexico>
- <http://www.altonivel.com.mx/energ%C3%ADa-e%C3%B3lica-en-m%C3%A9xico.html>
- <http://www.amdee.org/>
- http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar2008/educontinua/conciencia/biologia/acertijos_biologicos/acertijos00-01/meycsol3.htm
- http://www.geotermia.org.mx/geotermia/?page_id=112
- http://www.otromundoesposible.net/default.php?mod=magazine_detail&id=85
- <http://eebweb.arizona.edu/courses/Ecol206/Walther%20et%20al%20Nature%202002.pdf>
- <http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/10CAtm1/359ArtMod2.htm>
- <http://www.leif.org/research/LeanRindCauses.pdf>
- <http://energia-solar.com.mx/tienda/index.php>