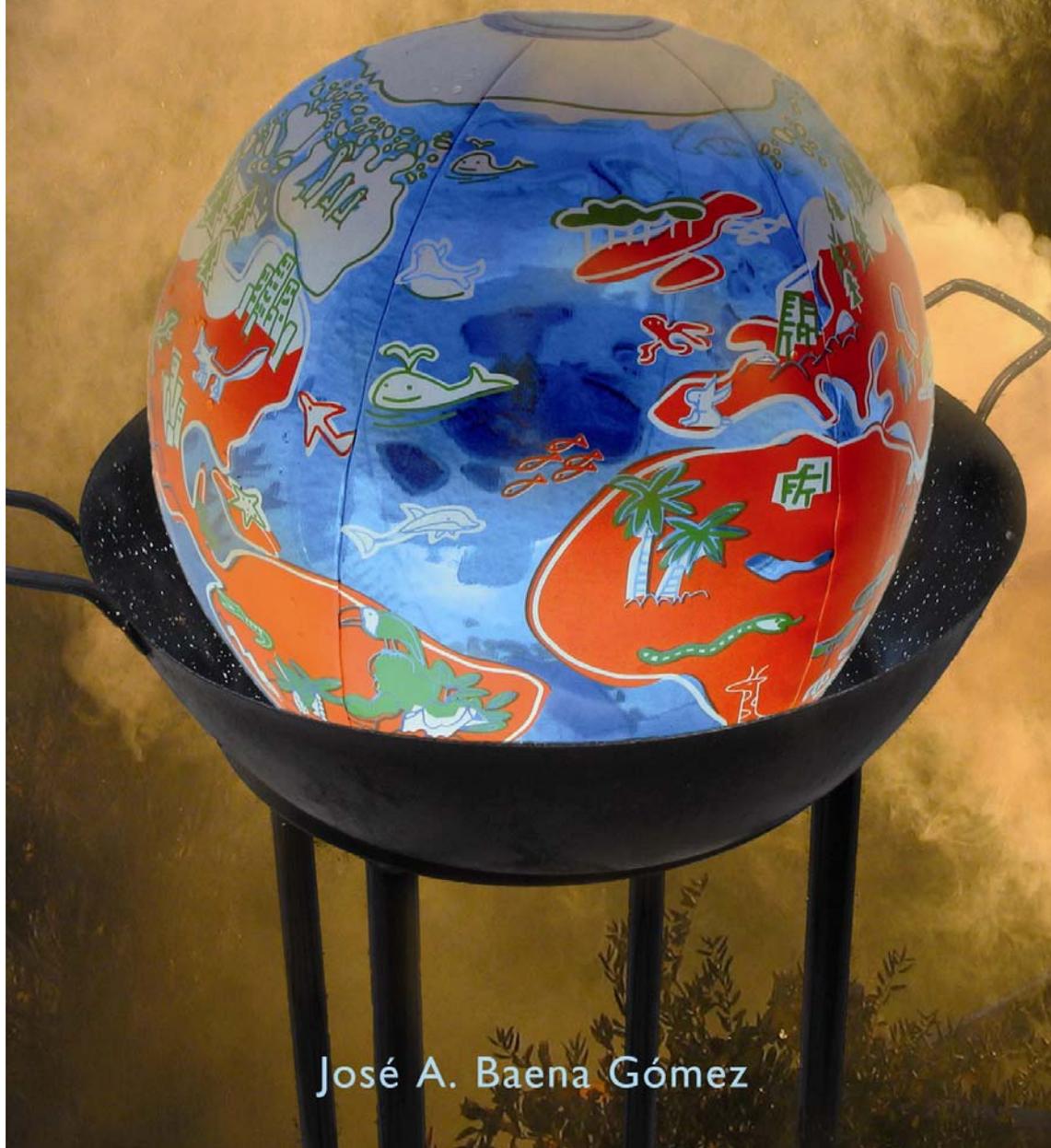


CAMBIO CLIMÁTICO

Alternativas energéticas



José A. Baena Gómez

COLECCIÓN LECCIONES INAUGURALES

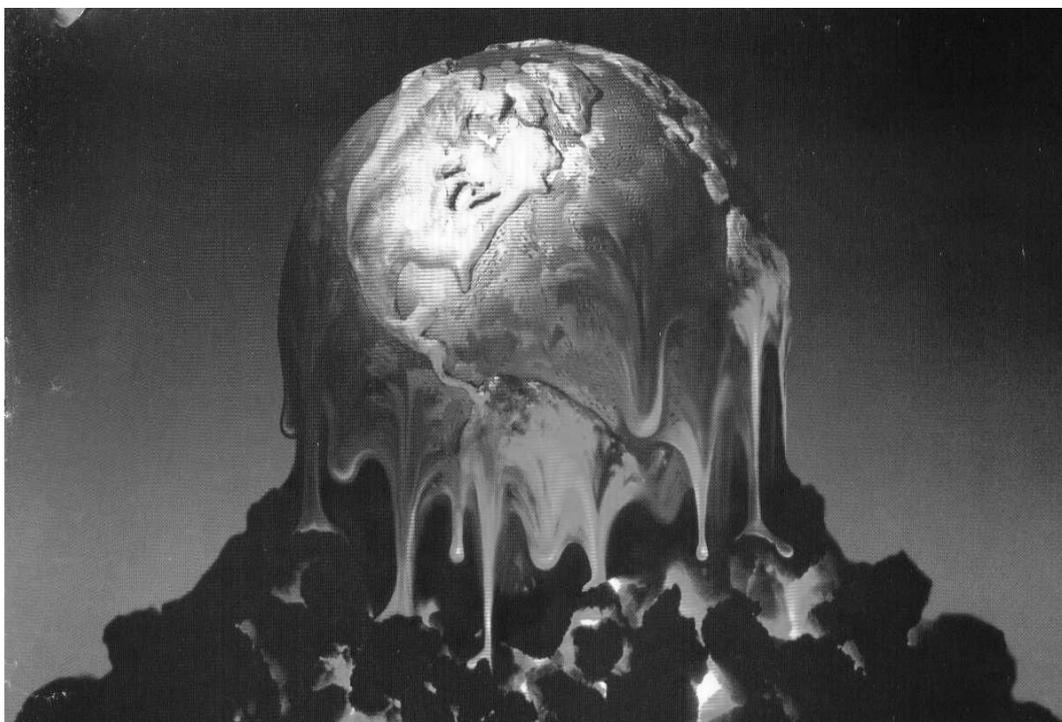
CAMBIO CLIMÁTICO ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS

JOSÉ A. BAENA GÓMEZ



I.E.S. PADRE MANJÓN
GRANADA 2007

Cambio climático. Alternativas energéticas



La **estabilidad de los climas** tiene una validez limitada en el tiempo, como lo demuestran gran cantidad de indicios, por ejemplo:

- 1) Existencia de pinturas rupestres con escenas propias de clima de sabana y que se han encontrado en el Sahara actual.
- 2) Fósiles de una vegetación de climas glaciares en zonas actualmente cálidas, etc.

Sin embargo no fue hasta los años 1840-50 cuando se establecieron argumentos claros y precisos de la existencia de las glaciaciones a las que ha estado sometida la Tierra en diversos momentos de su historia geológica.

Causas de los cambios climáticos:

A.- Causas naturales:

- A.1 Oscilaciones climáticas debidas a los ciclos astronómicos.*
- A.2 Crisis climáticas debidas a fenómenos catastróficos: erupciones volcánicas.*
- A.3 Influencia de los continentes y los océanos por los movimientos de las placas litosféricas.*

A.4 Cambios de intensidad del efecto invernadero

B.- Causas debidas a la actividad humana.

A.- Causas naturales:

A.1 Oscilaciones climáticas debidas a los ciclos astronómicos

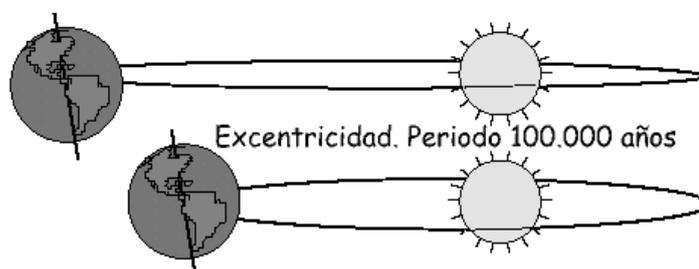
♦ **Variaciones en la emisión de la radiación solar.** La radiación emitida por el Sol presenta variaciones cíclicas de dos tipos:

- ▲ Existe un ciclo cada 11 años en el que el Sol pasa de no tener ninguna característica manifiesta en su fisonomía externa a presentarse con unas manchas oscuras (las “manchas solares”).
- ▲ Hay un ciclo solar más largo, de 80 a 100 años y que por tanto engloba al ciclo anterior, en donde en las fases menos intensas la radiación que recibe la Tierra es menor que en otras fases de mayor intensidad.

♦ **Excentricidad de la órbita terrestre alrededor del Sol.**

La órbita terrestre alrededor del Sol cambia de ser casi esférica a tener una forma más elíptica, con un período aproximado de 90.000 a 100.000 años.

En los casos de máxima excentricidad, la Tierra está en determinadas posiciones más cerca del Sol (Perihelio) y en otras más alejado (Afelio).



Sin embargo, no parece tener una gran repercusión sobre la cantidad total de energía recibida en la Tierra, ya que sólo varía en los casos extremos del orden del 0,1%.

♦ **Inclinación del eje de la Tierra.**

Varía con un ciclo de unos 40.000 años, oscilando entre un valor máximo de $24,4^\circ$ y un valor mínimo de $21,8^\circ$ (en la actualidad la inclinación es de $23,4^\circ$).



Esto tiene repercusión sobre la radiación solar recibida en las diferentes estaciones: se tendrán inviernos fríos y veranos calurosos cuando la inclinación es máxima, y contrastes más suavizados cuando la inclinación es mínima.

♦ *Movimiento de precesión.*

Lentísimo balanceo de nuestro planeta durante el movimiento de traslación.

El eje de los polos terrestres va describiendo un cono de 47° de abertura cuyo vértice está en el centro de la Tierra.

Hace unos 13.000 años, cuando la Tierra estaba más próxima al Sol (perihelio), era verano en el hemisferio norte, y no invierno como ahora.

Una vuelta completa de este movimiento de precesión tiene una duración de 26.000 años.

El efecto combinado de los tres ciclos produce cambios en la distribución del calor entre las distintas latitudes y las distintas estaciones del año.

Basándose en datos astronómicos y geológicos, *Milankovich*, en 1970 estableció una teoría astronómica sobre las glaciaciones.

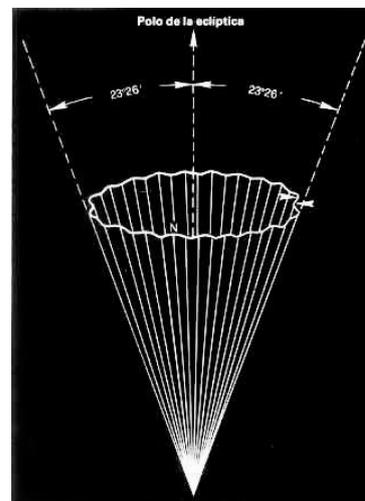
El *Cuaternario* comenzó hace unos 1,6 millones de años. Este período de tiempo se divide en dos épocas, el *Pleistoceno* y el *Holoceno* (desde hace unos 8.000 de años hasta la actualidad). Durante el Pleistoceno hubo varios períodos glaciares. Entre estos episodios hubo un corto período interglaciar, más o menos cálido. En el Cuaternario hubo cuatro periodos glaciares, estando actualmente en un período interglaciar que empezó hace unos 8.000 años, con el comienzo de lo que llamamos Holoceno.

A.2 Crisis climáticas debidas a fenómenos catastróficos: erupciones volcánicas.

Las erupciones volcánicas expulsan a la atmósfera terrestre enormes cantidades de partículas y gases.

Las partículas sólidas de tamaño pequeñísimo (aerosoles) pueden atravesar la troposfera y alcanzar la estratosfera.

Estas pueden permanecer mucho tiempo en la estratosfera (entre 1 y 12 años).



Su efecto sobre el clima es **bloquear** parte de la radiación solar, de tal manera que esta radiación no puede acceder a niveles más bajos, ya en la troposfera, provocando un enfriamiento de la superficie terrestre.

Sobre la importancia de estos fenómenos, la opinión de algunos científicos es que no es demasiado grande en los grandes cambios climáticos, ya que la presencia en la atmósfera de estas partículas volcánicas es demasiado corta como para producir anomalías térmicas persistentes.

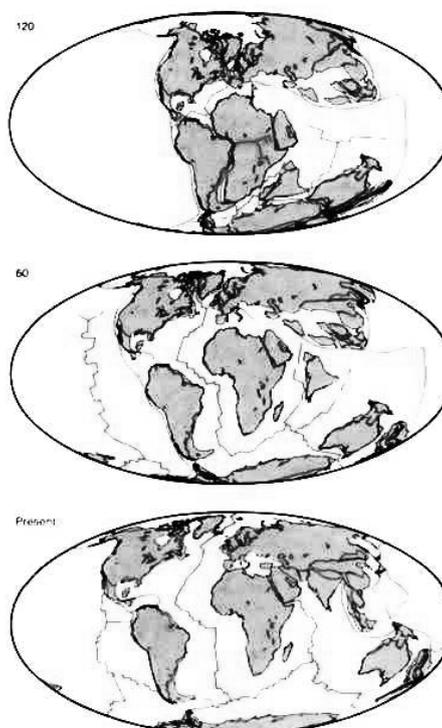
Otros autores sin embargo sí le conceden una gran importancia a este fenómeno.

A.3 Influencia de los continentes y los océanos por los movimientos de las placas litosféricas

La teoría de la tectónica de placas nos dice que las placas se mueven unas en relación a otras, de tal manera que la configuración de continentes y océanos varía a lo largo del tiempo geológico.

Al separarse zonas continentales y dejar por medio una cuenca oceánica (por Ej., el Atlántico), se producen **corrientes oceánicas** que influirán en el clima de las diferentes costas por las que pasan.

En la conjunción de masas continentales habrá una mayor aridez del clima, ya que al ser extensas zonas continentales y no haber masas oceánicas de por medio, el aire será menos húmedo y se formarán menos masas nubosas, sobre todo si el aire sopla desde el interior de este gran continente.



A.4 Cambios de intensidad del efecto invernadero

Cambios producidos en la vegetación terrestre y en los organismos acuáticos fotosintéticos, así como cambios en las circulaciones oceánicas, modificarán la composición de la atmósfera en algunos gases como el CO_2 , cuya intervención es básica en el **efecto invernadero**.

Una disminución de este gas, provoca un menor efecto invernadero, y por tanto un enfriamiento de la superficie de la Tierra y del aire troposférico.

Un aumento del CO_2 , provoca un mayor calentamiento de la superficie de la tierra y un clima más cálido.

B.- Causas debidas a la actividad humana.

Las actividades humanas que más influyen en la atmósfera inferior (troposfera) y por tanto influyen sobre el clima son: la *quema de combustibles fósiles* y la *deforestación*:

- *La combustión de los carburantes fósiles* en centrales térmicas, automóviles, calefacciones de gasoil, etc., expulsa partículas y gases que alteran la composición de la atmósfera.



La atmósfera está acumulando más de 2 ppm (partes por millón) de CO₂ al año.

Los niveles actuales de CO₂ son los más altos de los últimos 650.000 años.

Según la opinión de los expertos, las emisiones de CO₂ a la atmósfera, se han incrementado del orden de un 30% desde el comienzo de la Revolución Industrial. Si no se interviene radicalmente se sobrepasarán las 500 ppm hacia 2050.

Es posible que los casquetes polares empiecen a deshelarse muy deprisa con 440 ppm de CO₂, y dado que la atmósfera ya contiene 380 ppm, cabe pensar que la catástrofe ambiental puede resultar inevitable de aquí a 20 años si las cosas no cambian.

Veamos un ejemplo:

Glaciar Sunset (Alaska). Agosto 1939 y sesenta y cinco años más tarde.

Los océanos y las plantas ayudan a disminuir los efectos de esta aportación, extrayendo del aire una parte de este CO₂, pero las concentraciones de CO₂ siguen aumentando, con su efecto sobre el calentamiento global de la tierra.



De hecho, la mayoría de los expertos están de acuerdo en que la temperatura de la tierra ha subido al menos 0,6° C en los últimos 120 años, por culpa, en gran parte, de la quema de combustibles fósiles.

▪ *La deforestación* afecta al clima mundial de dos maneras: alterando la composición de la atmósfera e influyendo en el ciclo hidrológico y en las condiciones locales del suelo.



- La conversión de bosques en campos de labor elimina árboles que absorberían CO₂ de la atmósfera, con lo cual se incrementa el efecto invernadero.

- La destrucción de la selva hace que disminuya la evapotranspiración, la humedad atmosférica, la cantidad de lluvias locales y el nivel de las aguas subterráneas, aumentando por el contrario la escorrentía superficial y la erosión.

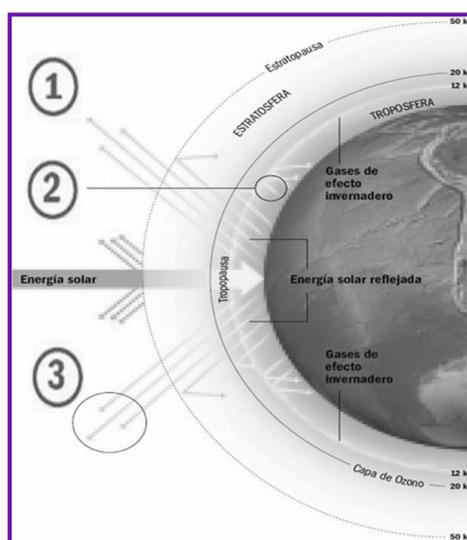
El efecto invernadero

La radiación que proviene del Sol es, predominantemente, de onda corta.

Esta es absorbida y emitida de nuevo desde el suelo y los océanos hacia la atmósfera en forma de radiación infrarroja de onda larga (casi toda en la banda de 4-50 micrómetros).

El vapor de agua, el dióxido de carbono (CO₂) y otros como el metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y ozono troposférico (O₃) son opacos a la radiación infrarroja, y sin embargo son transparentes a otro tipo de radiaciones.

Esta radiación infrarroja absorbida y convertida en calor es reemitida, una parte hacia el espacio y otra, la mayoría, hacia la



superficie (*contrarradiación*) provocando el llamado *efecto invernadero* por el que la temperatura media de la superficie es de unos 15° C.

De no ser así la temperatura sería de -18° C.

Contribución al calentamiento de los gases emitidos fundamentalmente por acción humana:

| GAS | FUENTE EMISORA | TIEMPO DE VIDA | CONTRIBUCION AL CALENTAMIENTO (%) |
|---------------------------------------|---|----------------|-----------------------------------|
| Dióxido de carbono (CO ₂) | Combustibles fósiles, <u>deforestación</u> , destrucción de suelos | 500 años | 54 |
| Metano (CH ₄) | Ganado, biomasa, arrozales, escapes de gasolina, minería | 7 - 10 años | 12 |
| Oxido Nitroso (N ₂ O) | Combustibles fósiles, cultivos, deforestación | 140 - 190 años | 6 |
| Clorofluorocarbonos (CFC 11,12) | Refrigeración, <u>aire acondicionado</u> , aerosoles, espumas plásticas | 65 - 110 años | 21 |
| Ozono y otros | Fotoquímicos, automóviles, etc. | horas - días | 8 |

Por lógica muchos científicos piensan que a mayor concentración de gases con efecto invernadero se producirá mayor aumento en la temperatura en la Tierra.

Estudios más recientes sugieren que el calentamiento se produciría más rápidamente sobre tierra firme que sobre los mares.

Al principio los océanos más fríos tenderán a absorber una gran parte del calor adicional retrasando el calentamiento de la atmósfera.

En la actualidad el IPCC (Grupo de Expertos Intergubernamental sobre Cambio Climático) predice un calentamiento de 1.0 - 3.5° C para el año 2100.

Este calentamiento es desigual lo que genera grandes diferencias de temperatura entre los polos y el ecuador, lo que provoca un complicado sistema de corrientes circulatorias (atmosféricas y oceánicas) con el fin de reequilibrar estas desigualdades térmicas.

Esto resulta en una cascada de efectos medioambientales, entre los cuales tenemos:

♦ ***Fusión del hielo polar y expansión oceánica.***

Esto tiene como resultado inundaciones de áreas costeras, pantanos, zonas húmedas y deltas de ríos. Algunas islas pequeñas pueden incluso desaparecer completamente debido a las inundaciones.

♦ ***Alteración de la corriente del golfo en el Océano Atlántico.***

Existe la posibilidad de que se origine una Nueva Edad del Hielo.

♦ ***Aumento del número y severidad de tormentas tropicales y ciclones***

♦ ***Inundación y erosión de cultivos agrícolas.***

♦ ***Cambios en ecosistemas y degradación de la biodiversidad***

♦ ***Evaporación de suministros de agua, causando escasez de agua potable***

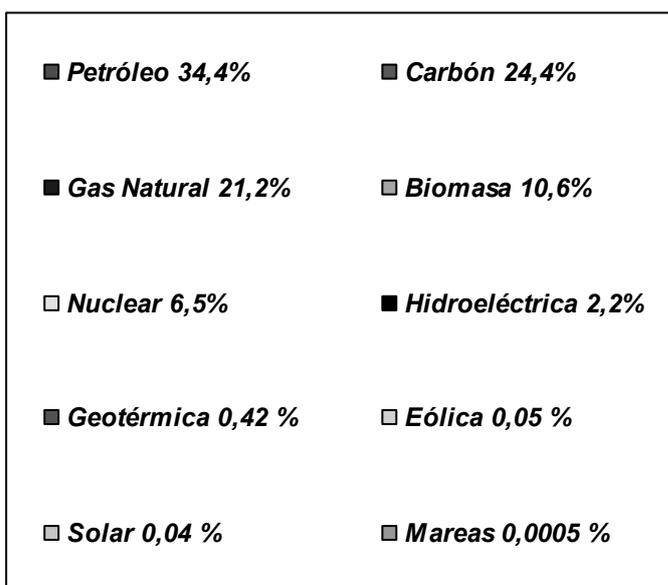
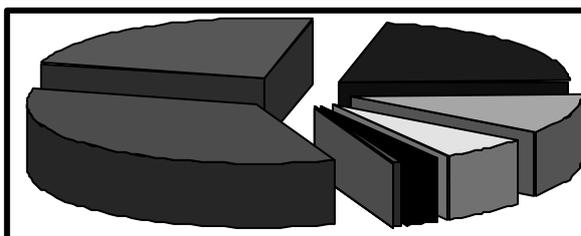
♦ ***Penetración de agua salada en las aguas subterráneas***

♦ ***Clima mas extremo, causando veranos más calientes y más secos e inviernos más fríos***

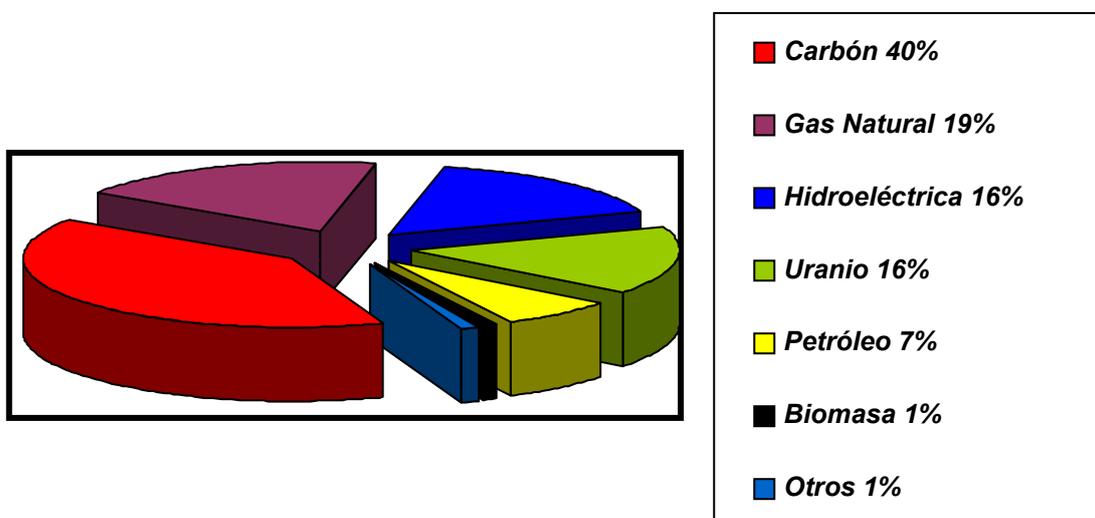
♦ ***Enfermedades más contagiosas debido al ambiente es más propicio para patógenos y algunos insectos peligrosos, como el mosquito de la malaria***

Ante esto lo primero que nos debemos plantear es el origen de la energía que consumimos:

Energías Primarias: % de Participación en la Oferta a Nivel Mundial (2003)



Energías: % en la Generación Eléctrica Mundial (2003)



NECESIDADES ENERGÉTICAS

Se prevé que el consumo anual se duplicará, al menos, en los próximos 50 años pasando de los 13 Terakilowatt hora (Tkwh, millones de millones de miles de watt hora) del año 2000 hasta 23-42 TkWh en el 2050.

- La India con su programa “2012 Energía para todos” necesita duplicar su capacidad actual de 121 GW a 250 GW (GW, miles de millones de watt).
- La UE necesita 300 GW más para el 2030.

La demanda energética mundial no se puede ni se debe reducir, aumentaría la pobreza de la población sin acceso a la energía comercial.

Sólo con que el 10% de quienes viven hoy sin energía (170 millones de personas) llegasen a disponer de 3 kW por persona (tercera parte del consumo en países desarrollados) se requeriría una capacidad adicional de 500 GW.

Más del 35% de las generaciones actuales no tienen cubiertas sus necesidades básicas de energía y desarrollo. Para una parte extensa de la humanidad no existe desarrollo, su situación es “INSOSTENIBLE”.

Actualmente unos 25.000 niños menores de 5 años mueren cada día (más de 9 millones al año) por enfermedades derivadas de la falta de energía, de agua y de otros bienes.

No basta sólo con preocuparse por las generaciones futuras.

¿Qué pasa con un tercio de las actuales, que no tienen satisfechas sus necesidades básicas?

NUEVO MODELO ENERGÉTICO

Ante esta situación los países desarrollados adoptan tres posturas, no aceptadas explícitamente:

- 1) No existe necesidad urgente de desarrollo de técnicas avanzadas de producción energética y los combustibles fósiles seguirán siendo la base de suministro en los próximos decenios.
- 2) Aunque se adelante el desarrollo, las nuevas generaciones de reactores de fisión, la fusión nuclear y las energías renovables resultarían muy caras.
- 3) Estas técnicas avanzadas se implantarán sólo paulatinamente.

Estas posturas contrastan con la situación energética de los países pobres y en vías de desarrollo, cuya situación energética es “catastrófica e insostenible”.

Se teme a corto plazo un uso masivo de combustibles fósiles, ya está sucediendo, con un impacto catastrófico para el medio ambiente, además provocaría una subida de precios que les estrangularía económicamente.

El imparable crecimiento económico de China e India provocará que los países industrializados les pidan que reduzcan sus emisiones de CO₂, estos pueden respondernos que sus ciudadanos merecen las mismas oportunidades de desarrollo que los de Múnich o Detroit, por citar dos ciudades industrializadas de países avanzados.

Las previsiones a 50 años no interesan a los políticos, su futuro son las siguientes elecciones. Quizá para entonces una nueva y milagrosa técnica resuelva nuestros problemas climáticos y energéticos.

Evidentemente hay la misma probabilidad de que esto no ocurra.

Además hay muchos escépticos que siembran dudas sobre la bibliografía científica en que se basa el consenso sobre el calentamiento global.

No se puede negar que existen dudas e incertidumbres sobre el alcance y rapidez del calentamiento global, pero *la pasividad podría hacer más daño que el temido perjuicio económico que acarrearía una protección excesiva.*

Si esperamos que desaparezca un casquete polar será demasiado tarde.

¿Qué hacer?

Ante la situación descrita, una reducción mundial del consumo no sería una alternativa realista y posible.

Tampoco lo sería el mantenimiento del status quo sometido a las premisas energéticas de los países desarrollados, conduciría a un estrangulamiento de los países en vías de desarrollo y pobreza con un alto riesgo de guerras.

El objetivo es doble:

♦ ***Congelar las emisiones de CO₂, en el nivel actual antes del 2050, previendo su reducción en los 50 años siguientes***

♦ ***Incrementar la producción de energía***

Para lograr estos objetivos la única alternativa realista que tenemos es el desarrollo rápido de técnicas avanzadas de producción de energía.

A estos efectos voy a considerar dos apartados:

1) PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD. 2) TRANSPORTE

1) PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD

El abastecimiento energético solo puede ser una combinación de fuentes energéticas diversas, que produzcan una baja emisión de CO₂.

Potenciales fuentes “masivas” de energía

♦ ***Carbón y Gas con captura y almacenamiento de CO₂***

♦ ***Energía nuclear***

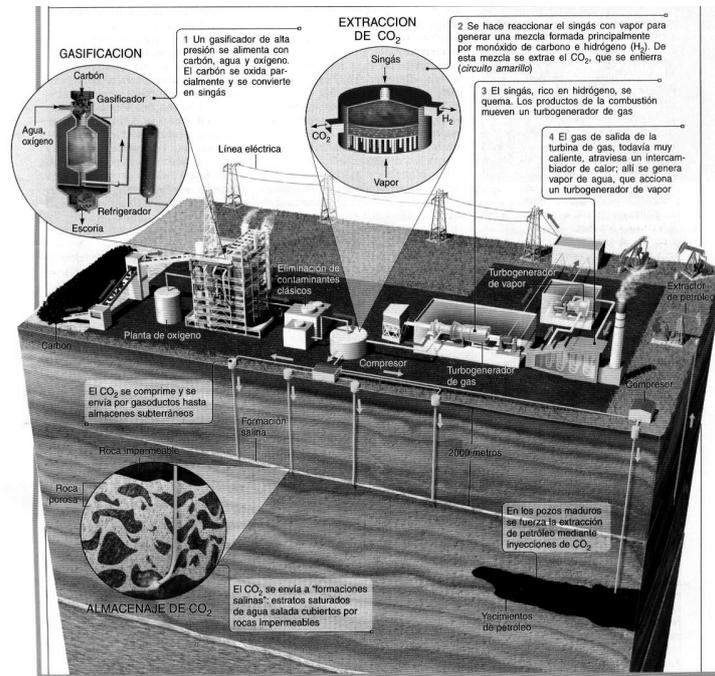
♦ ***Renovables: eólica, solar, etc.***

♦ ***Carbón y Gas con captura y almacenamiento de CO₂***

Consiste en capturar el CO₂, en las centrales energéticas, e inyectarlo en el subsuelo en formaciones salinas porosas.

Esta técnica se lleva realizando decenios en la industria petrolífera, para optimizar la producción en algunos pozos, y está desarrollada tecnológicamente.

Presenta el problema del sellado de los pozos, para prevenir los escapes, el CO₂ es altamente tóxico.



◆ **Energía nuclear**

Distinguimos dos tipos: Fusión y fisión nuclear.

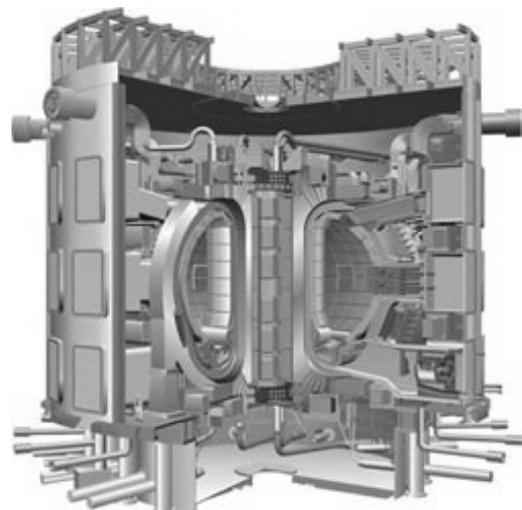
Fusión nuclear:

Consiste en unir núcleos de átomos sencillos. Deuterio y tritio. Con una importantísima liberación de energía.

Actualmente se está construyendo el ITER (International Tokamak Experimental Reactor).

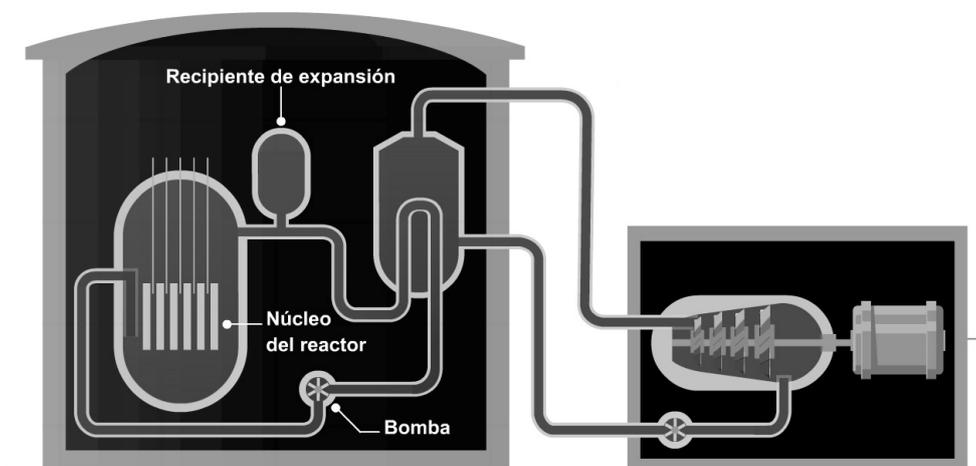
Es un proyecto tecnológicamente complejo cuya construcción se estima necesitará *diez años* y al menos *veinte años* de explotación posterior.

Evidentemente no es una alternativa ni a corto ni a medio plazo.



Fisión nuclear:

Consiste romper átomos complejos, Uranio, con una menor pero importante liberación de energía.



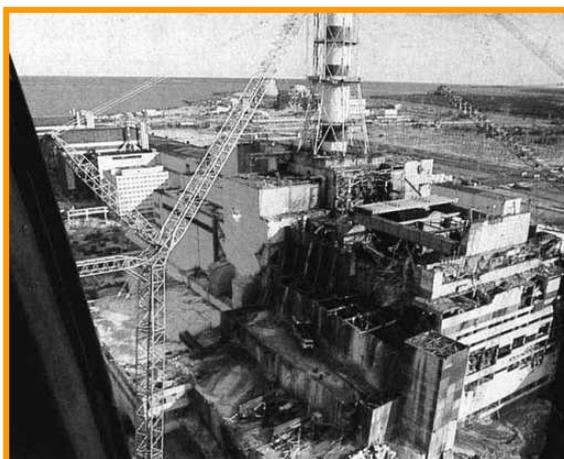
Las centrales nucleares aportan ya alrededor del 17% del total de la electricidad en el mundo. Prácticamente no producen emisiones de dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂) ni óxido de nitrógeno (NO₂).

Al menos cinco países, entre los que se cuentan Francia, Suecia y Bélgica, obtienen más del 50% de sus suministros totales de electricidad de la energía nuclear.

Los problemas que plantea son dos: residuos nucleares y accidentes.

Se están desarrollando *procedimientos definitivos* para el tratamiento de los residuos de baja y media actividad, procedentes de centrales nucleares, como la vitrificación y los de alta actividad como la transmutación y el almacenamiento geológico profundo.

El coste de tratamiento es del orden de 0,4 céntimos de euro/kwh, para los del carbón llega a ser de 1,9 céntimos de euro/kwh.



A lo largo de la historia de la energía nuclear ha habido un accidente muy grave (Chernobyl, 1986), y tres accidentes con riesgo para el exterior de la instalación.

Aún así existe un elevado consenso de que la industria nuclear es, dentro de los procesos industriales y energéticos, la que presenta mayores cuotas de seguridad, en su funcionamiento diario, para la población y el medio.

♦ *Renovables: eólica, solar, etc.*

Las más prometedoras son la energía eólica y la energía solar.

Eólica: Con una subvención de 1,9 centavos de dólar por Kw/h, los aerogeneradores pueden competir en precio con las centrales térmicas de carbón.



Solar: Son prometedoras las investigaciones recientes sobre el desarrollo de células solares.



Aún así están muy lejos de ser una alternativa por si solas, partimos de niveles muy bajos de implantación.

Capacidad Eléctrica Mundial con Renovables (2004) en GW

| | |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| Grandes Hidroeléctricas....720 | Fotovoltaico (aisl).....2.2 |
| Pequeñas Hidroeléctricas...61 | Fotovoltaico (red).....1.8 |
| Aerogeneradores.....48 | Solar térmico.....0.4 |
| Biomasa.....39 | Mareas.....0.3 |
| Geotérmica.....8.9 | |

Muy lejos de los 23-42 Tkw/h que necesitaremos en el 2050.

LO QUE CUESTA LA ENERGÍA

Estimaciones para el 2020

- Plantas de carbón pulverizado y gasificación integrada en ciclo combinado con secuestro de CO₂: 5 céntimos de euro/Kwh
- Nuclear: 3,5 céntimos de euro/kwh
- Hidráulica, eólica y biomasa entre 3,6 y 4,4 céntimos de euro/kwh

2) TRANSPORTE

En este sector vamos a considerar tres alternativas

- ◆ **Biocombustibles**
- ◆ **Pilas de Hidrógeno**
- ◆ **Coches híbridos**

◆ **Biocombustibles**

Combustibles obtenidos a partir de vegetales, como el bioetanol y el biodiesel. Presentan varios inconvenientes importantes, entre ellos:

- El coste de producción de los biocombustibles dobla, aproximadamente, al del de la gasolina o gasóleo.

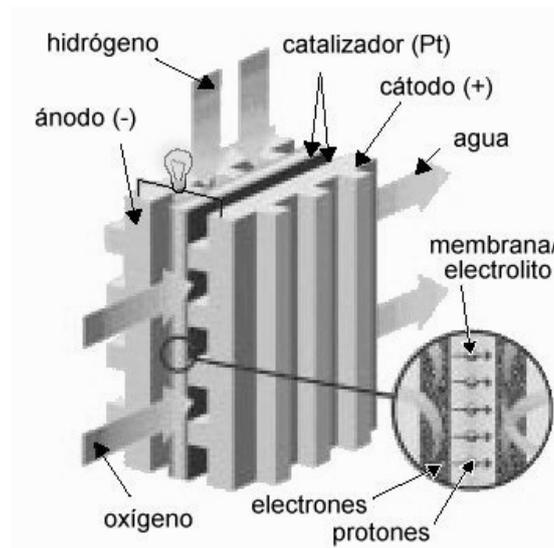
- Se necesitan grandes espacios de cultivo, dado que del total de la plantación sólo se consigue un 7% de combustible. En España, habría que cultivar un

tercio de todo el territorio para abastecer sólo la demanda interna de combustible.

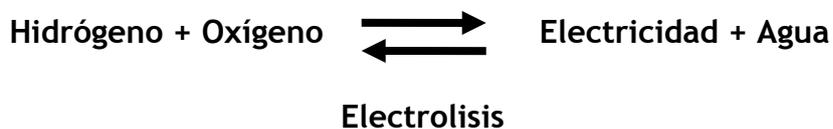
- Potenciación de monocultivos intensivos, con el consiguiente uso de pesticidas y herbicidas.
- En los bioalcoholes, la destilación provoca, respecto a la gasolina o al gasóleo, una mayor emisión en CO₂.
- Su rendimiento es un 33% inferior a la gasolina.

♦ *Pilas de Hidrógeno*

Puede definirse como un dispositivo electroquímico que transforma directamente y, lo que es más importante, de forma continuada, la energía química almacenada por un combustible en energía eléctrica.



Pila de combustible



Ventajas:

- *Alta eficiencia energética*
- *Bajo nivel de contaminación medioambiental*
- *Funcionamiento silencioso*

- *Fiabilidad*

Inconvenientes:

- *Tecnología emergente*

- *Alto coste*

El hidrógeno no es una fuente primaria de energía es un vector energético, como puede ser la electricidad.

Necesitaríamos obtenerlo a partir, fundamentalmente, de agua usando otras fuentes de energía no contaminantes, como la solar. Después transportarlo y almacenarlo.

Para esto se requiere una tecnología muy desarrollada y un cambio muy profundo de los sistemas de almacenaje.

No parece que sean una alternativa a corto y medio plazo.

◆ ***Coches híbridos***

Estos coches conjugan motores de combustión interna con motores eléctricos para maximizar la eficiencia del combustible.

Muy interesantes son los "recargables", estos disponen de baterías de mayor tamaño, que se pueden recargar desde la red eléctrica general.

Operan de forma exclusivamente eléctrica durante recorridos cortos; en los viajes largos, el motor de combustión se pone en marcha cuando las baterías ya no disponen de energía suficiente.



Esta combinación reduce drásticamente el consumo de gasolina: mientras que una berlina típica actual consume unos 8 litros cada 100 kilómetros.

Híbridos como el Toyota Prius rondan en torno a los 5, y los recargables logran consumos del orden de 1,5 a 3 litros en esa distancia.

Un inconveniente importantísimo es el tiempo de recarga de las baterías estimado en horas.

Una tecnología punta, desarrollada en el Laboratorio de Sistemas Electrónicos y Electromagnéticos del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), muy prometedora puede permitir cargar dispositivos electrónicos en minutos, no

tener que cambiar nunca más una batería y disminuir el coste de los coches híbridos.

Esta tecnología tiene el potencial de ofrecer un dispositivo de almacenamiento de energía diez veces más potente incluso que las últimas baterías de los coches híbridos, pudiendo sobrevivir al propio coche.

Si de la noche a la mañana la totalidad del parque automovilístico de los EE.UU. se reemplazara por recargables, el consumo de petróleo se reduciría en un 70 por ciento o más.

Estimaciones del Laboratorio de Energía y Medio Ambiente del Instituto de Tecnología de Massachussets indican cuánto tardarían esas técnicas de nuevo cuño en hacerse notar.

| | FASE DE IMPLANTACIÓN | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|--|----------------------------------|
| TÉCNICA | Vehículo comercialmente competitivo | Penetración en la producción de vehículos nuevos | Tiempo total para la repercusión |
| Motor gasolina turboalimentado | 5 años | 10 años | 20 años |
| Diesel de baja emisión | 5 años | 15 años | 30 años |
| Híbrido de gasolina | 5 años | 20 años | 35 años |

Se admite que se necesitarían al menos unos 16 billones de euros y unos cambios estructurales profundos en las políticas energéticas mundiales, que deberían atenerse a “criterios éticos”.

La producción “ética” de energía se debe regir por principios económicos y de protección del medio ambiente y por una distribución más equilibrada de los recursos.