



CAMBIO CLIMÁTICO

HACIA UN NUEVO
MODELO ENERGÉTICO

Colegio Oficial de Físicos

Autores

Dirección técnica:

Gonzalo Echagüe Méndez de Vigo
Ldo. en CC. Físicas

Coordinación y revisión:

Alicia Torrego Giralda
Lda. en CC. Físicas

Elaboración:

Comisión de Medio Ambiente del Colegio Oficial de Físicos

Con la colaboración de:

Susana Arines Rodríguez
Lda. en CC. Físicas

Elena Caron Madroño
Lda. en CC. Biológicas

Alberto Miguel Arruti
Ldo. en CC. Físicas y Doctor en Periodismo

Alberto Fraguas Herrero
Ldo. en CC. Biológicas
Presidente de APROMA

Índice

Presentación

1

El fenómeno del cambio climático

INTRODUCCIÓN

- Definiciones
- El efecto invernadero

EL PROBLEMA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

- La causa: gases de efecto invernadero
- Sistemas de evaluación del Cambio Climático
- Los efectos

2

Estrategias de respuesta

EVENTOS INTERNACIONALES

- Antecedentes
- El Convenio Marco sobre Cambio Climático
- Conferencias de las Partes
- El Protocolo de Kioto

ESTRATEGIAS DE ACTUACIONES INTERNACIONALES

MEDIDAS DE LA UNIÓN EUROPEA

- Objetivos
- Medidas

LA SITUACIÓN EN ESPAÑA

- Objetivos
- Contexto internacional
- Consejo Nacional del Clima
- Inventarios y previsiones de emisiones de gases de efecto invernadero
- Políticas y medidas de limitación de emisiones de gases de efecto invernadero

3

Energía y cambio climático

INTRODUCCIÓN

- Definiciones útiles
- Desarrollo económico y consumo energético
- Energía y Medio Ambiente

PRODUCCIÓN Y CONSUMO ENERGÉTICO EN ESPAÑA

- Marco de referencia
- Producción
- Generación eléctrica
- Consumo

ENERGÍAS RENOVABLES

- Energía solar térmica
- Energía solar fotovoltaica
- Biomasa
- Energía eólica
- Energía minihidráulica
- Energía geotérmica
- Energía del mar
- Fomento de las energías renovables

AHORRO ENERGÉTICO

- Auditorías energéticas
- Recomendaciones

4

Anexos

Anexo I

- Resumen general destinado a los responsables de las políticas.
Evaluación científica del Primer Informe del IPCC

Anexo II

- Convenio Marco sobre Cambio Climático.
Obligaciones o compromisos de las Partes

Glosario

Acrónimos, abreviaturas, unidades y símbolos químicos

Bibliografía

Enlaces de interés

Presentación

Hoy en día, el cambio climático es una materia con una gran repercusión social. Estudios sociológicos muestran que se trata de un problema que preocupa al ciudadano en general. De hecho el “cambio climático” está presente en conversaciones cotidianas y en los medios de comunicación, no sólo en las secciones habituales de temas científicos o de medio ambiente, sino en las tertulias, en los programas de opinión general y últimamente, cada vez más, en los ámbitos de la economía.

Y es que, somos conscientes de que el clima nos afecta a todos y de que nuestro modo de vida está estrechamente relacionado con él.

Sin embargo, también se observa que pese a la profusión de información relativa al cambio climático, no existe en general en nuestra sociedad, ni a nivel de los ciudadanos, ni, lo que es más preocupante, a nivel de determinadas administraciones, una idea clara de lo que significa este problema y de que su solución, aunque se discuta al más alto nivel de la política internacional, depende de todos.

El Colegio de Físicos, desde que en 1992 asumiera el reto de organizar bienalmente el Congreso Nacional del Medio Ambiente junto con otras instituciones profesionales, ha destacado por su dedicación a la divulgación de temas caracterizados por una doble vertiente, su carácter científico y su alto interés social, haciendo suya la filosofía de la Comisión Europea de que facilitar el acceso a la información ambiental es básico para potenciar la participación pública en las políticas medio-ambientales.

El objetivo de esta publicación es describir el grado actual de conocimiento del problema del cambio climático, el desarrollo de estrategias globales de lucha frente este problema y la implantación de políticas y medidas concretas como resultado de estas estrategias.

Esperamos que este esfuerzo sirva como base para la reflexión acerca, no sólo de la necesidad de tomar medidas para la lucha contra el cambio climático, sino de la urgencia en la implantación de estas medidas. No basta con llegar a importantes consensos internacionales y establecer ambiciosas estrategias de actuación. Hay que llevarlos a la práctica cuanto antes.

Para ello es indispensable la colaboración de todos los sectores, de todos los agentes sociales, cada uno desde su posición. Debemos darnos cuenta de que el cambio climático es un problema que nos afecta (y afectará) a todos, y que su solución también es responsabilidad en parte nuestra.

El subtítulo de esta publicación (“hacia un nuevo modelo energético”) es consecuencia de esta creencia. La lucha frente al cambio climático supone un reto no sólo para los actuales esquemas de producción energética, sino fundamentalmente para el modelo de consumo energético de los países desarrollados.

La necesidad de la llamada “revolución de la eficiencia” se va abriendo paso en el modelo de desarrollo de nuestra sociedad, no sólo a nivel energético. El hecho de que los recursos sean limitados convierte en una empresa sin futuro la utilización intensiva de los mismos en que se basa nuestro sistema. En la base del desarrollo sostenible se sitúa por lo tanto el uso eficiente de los recursos.

La creciente importancia del cambio climático ha tenido un fiel reflejo en el Congreso Nacional del Medio Ambiente, que con sus cuatro ediciones celebradas hasta la fecha, se ha convertido en una referencia imprescindible para el análisis de los problemas ambientales de nuestro país.

Ya el I Congreso Nacional del Medio Ambiente, celebrado en 1992, tras la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro, se hizo eco de los argumentos del entonces recién presentado Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

A partir de entonces, en todas las ediciones del Congreso Nacional del Medio Ambiente distintos grupos de trabajo han abordado el tema del cambio climático desde diversas perspectivas.

Es de destacar el hecho de que en 1996, el grupo de trabajo sobre cambio climático del III Congreso Nacional del Medio Ambiente en el que participaron técnicos de las instituciones más involucradas en este tema, se convirtió en el principal foro de discusión sobre cambio climático en nuestro país.

Estas actividades, que tendrán su continuidad en el V Congreso Nacional del Medio Ambiente que se celebrará en Madrid en noviembre del 2.000, son fiel reflejo del interés creciente de la sociedad ante un problema que nos afecta a todos.

1

El fenómeno del cambio climático

INTRODUCCIÓN

DEFINICIONES

Se entiende por **clima** la síntesis de las condiciones meteorológicas de una zona geográfica durante un período de tiempo dado, o dicho de otra manera, es una representación del tiempo atmosférico medio.

Es decir, el clima es una aproximación a los estados termohidrodinámicos de la atmósfera y sus variaciones para un período determinado, en base a ciertos valores estadísticos (medias, variancias, distribución de la frecuencias y probabilidades de ocurrencia de valores extremos...) de una serie de parámetros representativos (temperatura, presión, precipitación, viento, etc...).

Por tanto un **estado climático** es independiente de cualquier **estado meteorológico** instantáneo, por ejemplo, cuando hablamos del clima mediterráneo estamos expresando unas características particulares (temperaturas moderadas, veranos secos, etc...) que son independientes del tiempo meteorológico que pueda darse un día determinado en un lugar de la región mediterránea.

Las condiciones meteorológicas varían continuamente, los anticiclones se suceden a las borrascas, las temperaturas suben o bajan, se producen precipitaciones... No obstante, a escala de tiempo de la vida humana, el

clima en un lugar determinado, permanece prácticamente constante.

Sin embargo, el clima de la Tierra no es constante. En realidad ha venido variando continuamente desde la formación de nuestro planeta hace 4.500 millones de años.

A lo largo de su historia, el clima de la Tierra ha pasado por sucesivas épocas de glaciaciones y períodos interglaciares, con un período de unos 100.000 años aproximadamente. En estos ciclos, la temperatura media del planeta ha variado en un rango de unos 5°C a 7°C. En la actualidad nos encontramos en una fase interglaciar relativamente cálida.

Los cambios experimentados por el clima a lo largo del tiempo, como resultado de procesos naturales se denominan **variabilidad del clima**.

La principal causa natural de estos cambios son las modificaciones en el balance entre la energía solar absorbida y emitida por la Tierra (**forzamiento radiativo**), factor responsable de la temperatura media del planeta.

Estas perturbaciones (cuadro 1.1) se pueden deber a una variación en la energía solar que llega al planeta, o bien a las propias modificaciones e interacciones entre los elementos que constituyen el denominado **sistema climático**, que son:

- *la atmósfera*: capa gaseosa que envuelve la Tierra
- *la hidrosfera*: agua en estado líquido en la superficie terrestre
- *la litosfera*: corteza exterior sólida
- *la criosfera*: agua en estado sólido que cubre parte del planeta
- *la biosfera*: conjunto de los seres vivos

Las variaciones en el clima afectan a estos sistemas provocando una serie de cambios en los mismos, que a su vez, influyen en el clima. Esto se conoce como procesos de retroalimentación, que pueden ser positivos (amplificando la perturbación inicial) o negativos (atenuando o anulando dicha perturbación).

Por ejemplo, al calentarse La Tierra parte de los hielos polares se funden. Estos son más brillantes que los océanos, por tanto al fundirse se oscurece ligeramente la Tierra y aumenta la absorción de luz solar, con lo cual se incrementa la temperatura.

Un ejemplo de retroalimentación negativa sería que al aumentar la cantidad de CO₂ en la atmósfera las plantas a través del proceso de la fotosíntesis lo absorben y crecen más, por tanto consumen más cantidad de CO₂ lo que hace disminuir la cantidad de CO₂ en la atmósfera.

Otras veces las perturbaciones causan efectos contrapuestos, por ejemplo al aumentar la cantidad de CO₂ en el aire se calienta la tierra, y con ella los océanos por lo que se evapora más agua. Por un lado el vapor de agua es un "gas de invernadero" que retiene calor y que contribuye a que se caliente más la Tierra, pero por otro, se generan más nubes, que reflejan parte de la radiación procedente del Sol, lo que actúa en sentido contrario.

Cuadro 1.1

Factores naturales de cambio climático

<p>Variación en la producción de energía del Sol</p>	<p>Las variaciones en la radiación solar tienen un reflejo inmediato en la temperatura media terrestre.</p> <p>Los ciclos de actividad solar asociados al n° de manchas solares, con máximos relativos cada 11 años, son un ejemplo de ello.</p>
<p>Variaciones en la órbita de la Tierra</p>	<p>Su influencia en la distribución estacional y latitudinal de la radiación solar puede ser la causa fundamental de los ciclos glaciares.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variación de la excentricidad de la órbita elíptica de la Tierra (período del orden de 100.000 años). • Variación del ángulo del eje de rotación con la perpendicular a la eclíptica (~41.000 años). • Rotación de este eje a la perpendicular al plano de la eclíptica, precesión de los equinoccios (~22.000 años).
<p>Variabilidad interna del sistema climático</p>	<p>Las variaciones en los subsistemas que forman el sistema climático, así como sus interacciones, producen modificaciones en el clima, y éstas a su vez, influyen en los subsistemas (procesos de realimentación).</p>

Dentro de las variaciones internas del sistema climático cabe citar por su importancia el forzamiento radiativo debido a los denominados gases de efecto invernadero y a los aerosoles.

Los gases de efecto invernadero, como se describe con detalle en el siguiente apartado, absorben parte de la energía procedente del Sol contribuyendo a aumentar la temperatura de la Tierra.

Por su lado, los aerosoles (partículas en suspensión en la atmósfera) procedentes en gran medida de las erupciones volcánicas, reflejan parte de la radiación solar provocando una disminución de la temperatura del planeta.

En los últimos años se ha constatado que las emisiones de determinadas sustancias, producidas por actividades humanas, están haciendo aumentar sustancialmente las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, potenciando el efecto invernadero.

También la emisión de aerosoles a la atmósfera debido a determinadas actividades humanas es significativa, lo cual puede contribuir al enfria-

miento del planeta, paliando en parte el efecto anterior. Conviene señalar en este punto que el tiempo de permanencia de los aerosoles en la atmósfera es muy inferior al de determinados gases de efecto invernadero, por lo cual domina el primer efecto.

Como conclusión se extrae que la actividad humana está influyendo en el clima, a través de diversos mecanismos (Cuadro 1.2).

El Convenio Marco sobre el Cambio Climático define como **cambio climático** "aquellas variaciones del clima que se puedan achacar directa o indirectamente a las actividades humanas que modifican la composición de la atmósfera terrestre y se suman a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables".

Cuadro 1.2

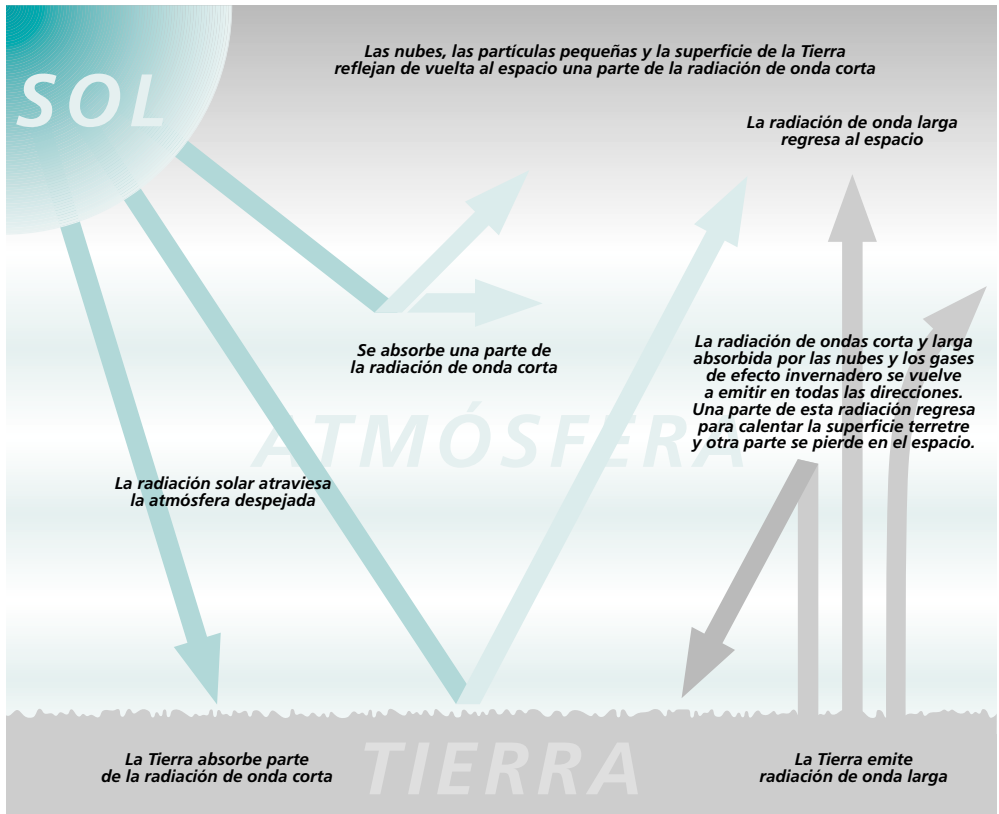
Factores antropogénicos de cambio climático

<p>Aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera</p>	<p><i>Con la consiguiente intensificación del efecto invernadero.</i></p>
<p>Desertización / deforestación</p>	<p><i>La pérdida de cubierta vegetal produce modificaciones en la cantidad de energía reflejada por la Tierra (albedo) además de influir sobre el equilibrio del CO₂ presente en la atmósfera, el contenido de humedad del suelo, la escorrentía, etc...</i></p>
<p>Emisión de aerosoles</p>	<p><i>Principalmente el azufre, aumenta la reflectividad de las nubes provocando una disminución de las temperaturas.</i></p>
<p>Reducción de la capa de ozono estratosférico</p>	<p><i>Debida a la emisión de CFC's a la atmósfera.</i></p> <p><i>El ozono estratosférico tiene un papel fundamental en la absorción de la radiación ultravioleta procedente del Sol. Su disminución tendrá consecuencias en el clima.</i></p>

EL EFECTO INVERNADERO

A la Tierra llega una cantidad de radiación solar, de la cual parte es reflejada al espacio (aproximadamente 1/3) y el resto es absorbida por los componentes del sistema climático: atmósfera, hidrosfera, criosfera, litosfera y biosfera.

Cuadro 1.3
Esquema del Sistema climático



Parte de las radiaciones absorbidas y emitidas por la Tierra quedan retenidas de forma similar a como sucedería en un invernadero, cuyo funcionamiento se basa en que el cristal que recubre las plantas deja pasar la radiación del Sol, y en cambio retiene la radiación emitida por el suelo y las plantas, creando un ambiente más cálido en el interior que en el exterior.

Así pues, como se muestra en el cuadro 1.3 la atmósfera es prácticamente transparente para la radiación procedente del Sol (principalmente en la parte visible de onda corta del espectro), pero no ocurre lo mismo para la radiación de onda larga que proviene del planeta. Esta última es absorbida por determinados gases presentes en la atmósfera.

Estos gases son conocidos como **gases de efecto invernadero**, y desempeñan un importante papel en el calentamiento de la atmósfera, ya que gracias a su existencia, la temperatura de la Tierra tiene un valor medio global de unos 15°C, esencial para la vida, en lugar de los -18°C que tendría si estos gases no estuviesen presentes en la atmósfera.

La energía procedente del Sol que penetra en la atmósfera, es absorbida y posteriormente emitida por los gases de efecto invernadero. De igual manera sucede con la superficie de la Tierra, pues ésta absorbe la energía calorífica que le llega del Sol remitiéndola posteriormente. La consecuencia de ambos fenómenos es su contribución al calentamiento global de la atmósfera inferior.

La influencia en el calentamiento de la atmósfera debido a la concentración en ésta de los gases de efecto invernadero queda patente en la tabla 1.1, donde comparando la situación existente en los dos planetas más próximos a la Tierra, comprobamos que Venus, cuya atmósfera tiene una mayor concentración de CO₂ (uno de los principales gases de efecto invernadero) experimenta un mayor calentamiento.

Tabla 1.1

Comparativa de las temperaturas en Venus, la Tierra y Marte.

	<i>Temperatura superficial sin efecto invernadero</i>	<i>Temperatura superficial observada</i>	<i>Calentamiento debido al efecto invernadero</i>
Venus	-46°C	477°C	523°C
Tierra	-18°C	15°C	33°C
Marte	-57°C	-47°C	10°C

EL PROBLEMA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Las concentraciones en la atmósfera de los gases de efecto invernadero han variado a lo largo de la historia de nuestro planeta por causas naturales, como lo demuestran los análisis del aire atrapado en testigos de hielo del Antártico. Sin embargo, durante los mil años anteriores a la Revolución Industrial su concentración fue relativamente constante.

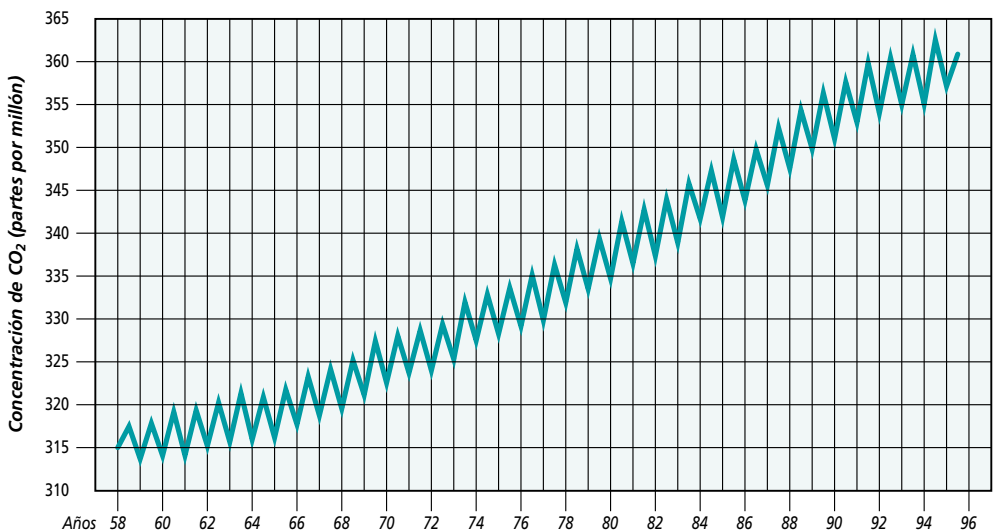
A partir de mediados del siglo XVIII, tras la Revolución Industrial, las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera han ido aumentando sin control debido fundamentalmente a la utilización de combustibles fósiles.

En la reacción química de combustión de estos compuestos además de energía en forma de calor y otros productos, se produce CO_2 que se emite a la atmósfera.

Desde las primeras calderas de carbón utilizadas en la industria y los transportes, a las actuales centrales térmicas para la producción de electricidad, los automóviles, los aviones, las calderas de calefacción..., la utilización de combustibles fósiles (carbón, derivados del petróleo y gas natural) ha venido incrementándose continuamente ligada al progreso de nuestra sociedad.

Cuadro 1.4

Evolución de la concentración media mensual de CO_2 en la atmósfera. Observatorio de Mauna Loa, Hawai.



A mediados de los años 50 se iniciaron una serie de mediciones de la concentración de CO_2 en la atmósfera para lo que se eligieron ubicaciones alejadas de las fuentes de emisión, entre ellas el volcán Mauna Loa en la isla de Hawai. La curva de las concentraciones allí medidas durante las últi-

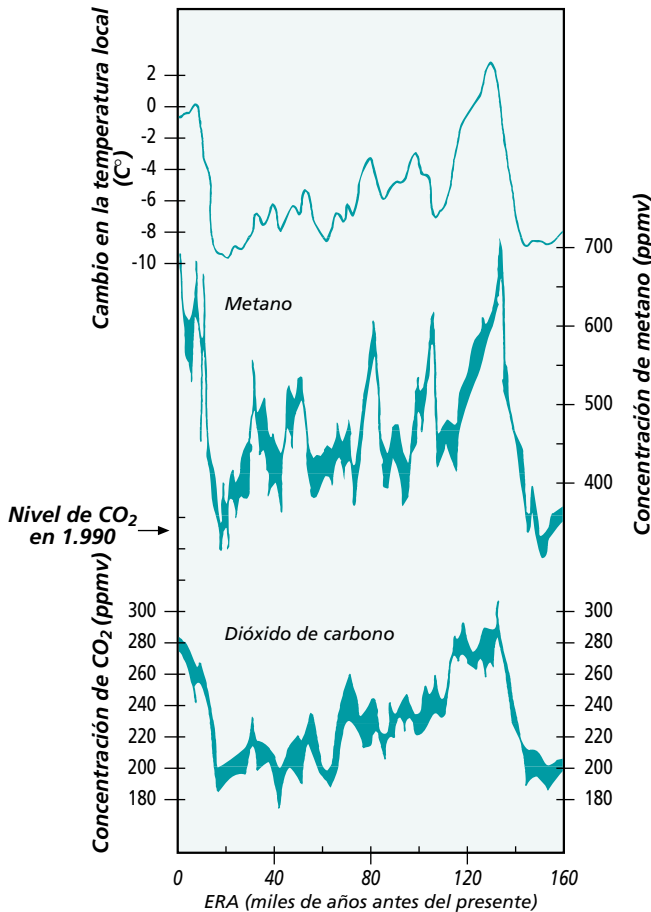
mas décadas, muestran sin lugar a dudas un aumento constante en la concentración de CO₂ en la atmósfera, pasando de 315 ppmv en 1958 a 360 ppmv en 1985 (cuadro 1.4). Los picos en esta gráfica reflejan la variación de CO₂ estacional debido a la absorción de las plantas de hoja caduca.

A finales de la década de los 80, en la estación soviética Vostok se realizaron experimentos de sondeo profundo en los hielos antárticos a partir de los cuales se pudo conocer la variación experimentada en la concentración de CO₂ en la atmósfera durante los últimos 160.000 años y su estrecha relación con la variación en la temperatura media del planeta (cuadro 1.5).

A partir de estas "burbujas de aire fósiles" se calculó que la concentración de CO₂ al comienzo de la era industrial era del orden de 290 ppmv y que anteriormente había variado entre 190 ppmv y 280 ppmv. Nunca anteriormente se habían registrado concentraciones superiores a los 300 ppmv, como ocurre en la actualidad.

Cuadro 1.5

Análisis de aire atrapado en testigos de hielo.



Fuente: IPCC

En el transcurso de los últimos cien años se ha registrado un calentamiento de la atmósfera de entre 0,3°C a 0,6°C y se ha constatado un retroceso de los glaciares de montaña y un aumento de 1 a 2 mm/año del nivel del mar.

Poco a poco, los distintos datos parecía que corroboraban la teoría mantenida por algunos científicos de que las actividades humanas podían estar cambiando el clima de la Tierra, provocando de esta manera una intensificación del efecto invernadero que implica el aumento de la temperatura global del planeta, con sus consecuencias inmediatas (como el aumento del nivel del mar, el desplazamiento de los ecosistemas) e indirectas.

Ante esto, en 1988 se estableció el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Meteorológica Mundial, con el objetivo de que los científicos evaluaran la información científica disponible sobre el problema y establecieran sus conclusiones para la revisión por parte de los gobiernos. En 1990 el IPCC presentó su Primer Informe de Evaluación.

En este informe se afirma que efectivamente, las emisiones producidas por las actividades humanas aumentan las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera intensificando el efecto invernadero y se prevén las consecuencias que se derivarían si no se limitasen estas emisiones.

A pesar de las incertidumbres inherentes en las previsiones de un sistema tan complejo como el clima, las gravísimas consecuencias que se derivan de un cambio brusco en el mismo aconsejaron la adopción de una política preventiva para frenar el cambio climático.

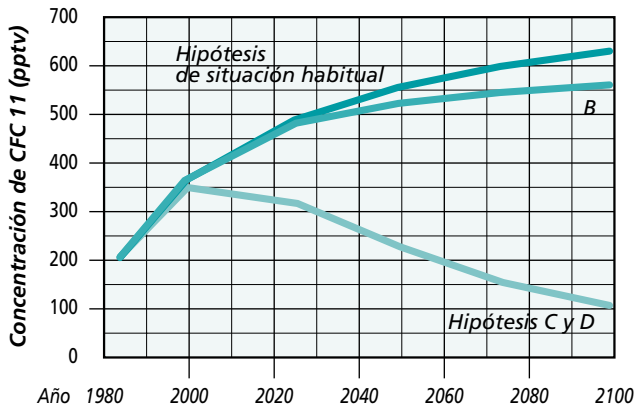
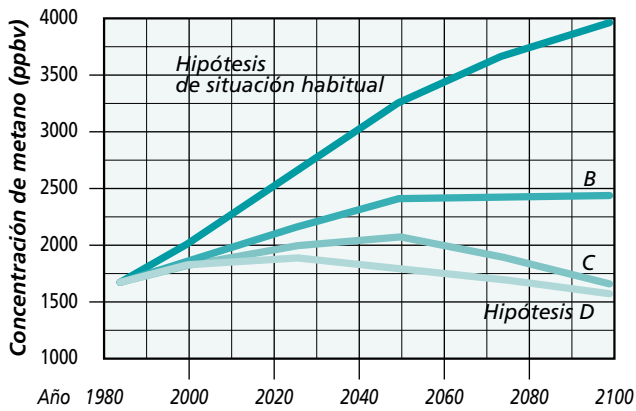
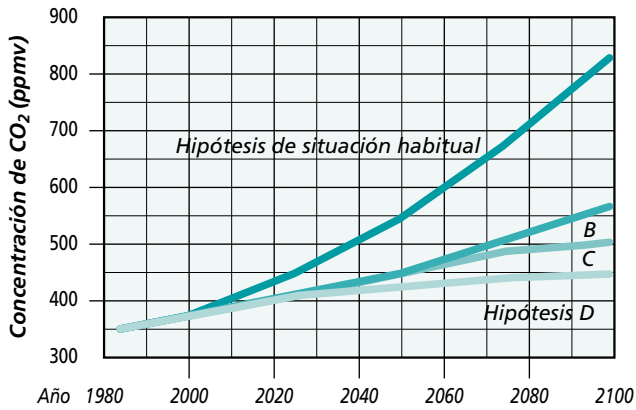
Esta actitud es bastante significativa, ya que se trata de un problema muy complejo, cuya relación causa-efecto se determina a nivel general, pero no de una forma directa (no se puede, por ejemplo, establecer una relación directa entre las emisiones de CO₂ causadas por los coches y unas inundaciones) lo cual dificulta mucho el establecimiento de responsabilidades.

Este hecho unido a la idea (errónea, por otra parte) de que se trata de un problema futuro, cuyas consecuencias tardarán en aparecer varias generaciones, supone a priori un obstáculo a la hora de establecer políticas que contribuyan a frenar el cambio climático.

A pesar de la dificultad que supone la confrontación con los intereses creados y el establecimiento de políticas que hoy pueden ser consideradas impopulares, aunque sean necesarias para mañana, después de considerar la magnitud de las consecuencias que supondría continuar con un crecimiento ilimitado de las emisiones de gases de efecto invernadero, se ha conseguido un consenso internacional y que poco a poco (quizá demasiado despacio) se vayan estableciendo líneas de actuación tendentes a la limitación de estas emisiones.

Cuadro 1.6

Concentraciones atmosféricas de CO₂, CH₄ y CFC's según las hipótesis formuladas por el IPCC. (Primer informe del IPCC)



Fuente: IPCC

Con objeto de evaluar la situación, el IPCC estableció una serie de hipótesis de emisiones de gases de efecto invernadero y estudió la evolución prevista de la concentración de estos gases en la atmósfera:

- *escenario A*: continuación de las emisiones mundiales a nivel de las de 1990
- *escenario B*: reducción de las emisiones a la mitad en 1990
- *escenario C*: reducción de un 2% anual de las emisiones a partir de 1990
- *escenario D*: aumento anual del 2% entre 1990 y el 2010 y reducción del 2% anual a partir del año 2010.

En el cuadro 1.6 se representa la evolución prevista en las concentraciones de CO₂, CH₄ y CFC's según las hipótesis anteriores.

Como puede observarse, de continuar las emisiones al ritmo actual, las concentraciones de estos gases en la atmósfera seguirán aumentando, y cuanto mayores sean estas concentraciones, mayor será el esfuerzo a realizar para conseguir la estabilización de las mismas en algún momento.

Resulta absolutamente necesario y urgente la implantación de medidas y políticas eficaces en el control de las emisiones de gases de efecto invernadero, ya que de no intervenir sobre las mismas, los cambios previstos en el clima para el próximo siglo harán que las temperaturas medias mundiales sean superiores a las registradas en los últimos 150.000 años. La velocidad de variación de las temperaturas mundiales sería superior a la sucedida naturalmente en la Tierra en los últimos 10.000 años y el nivel del mar aumentará entre 3 y 6 veces más rápidamente que en los últimos 100 años.

LA CAUSA: GASES DE EFECTO INVERNADERO

Se denominan genéricamente gases de efecto invernadero a aquellas sustancias presentes en la atmósfera, que absorben parte de la radiación solar originando un calentamiento de la atmósfera.

Algunos de estos gases forman parte de la composición natural de la atmósfera, pero su concentración está aumentando debido a las emisiones antropogénicas y a la deforestación (disminución de los sumideros).

A continuación se presenta una descripción general de estos compuestos, cómo operan y su importancia en el contexto del cambio climático como potenciales contribuidores al cambio del clima.

- **Vapor de agua**

Debido a que su concentración viene determinada internamente por el sistema climático y no se ve afectado por fuentes o sumideros de origen antropogénico, no se incluye en los inventarios de gases de efecto invernadero.

Sin embargo, el vapor de agua contribuye fuertemente al efecto invernadero. Se estima que el forzamiento radiativo debido al vapor de agua produce un calentamiento de unos 20°C.

El calentamiento de las capas bajas de la atmósfera aumenta la evaporación, lo que a su vez contribuye a incrementar la temperatura (retroalimentación positiva).

- **Dióxido de Carbono (CO₂)**

Se trata del compuesto que más contribuye al efecto invernadero después del vapor de agua, por ser el más abundante en la composición de la atmósfera.

Se calcula que su presencia en la atmósfera supone un calentamiento terrestre del orden de 15°C.

Sus principales fuentes naturales son los océanos, volcanes, incendios, así como la respiración de los seres vivos o la descomposición de materia orgánica.

Como fuentes antropogénicas encontramos la utilización de combustibles fósiles (producción de energía, transporte...), los procesos industriales y la deforestación.

La fotosíntesis de las plantas actúa como su principal sumidero junto con los océanos (que a su vez constituyen la principal fuente de origen natural).

Las fuentes de CO₂ son conocidas cuantitativamente y la permanencia del gas en la atmósfera se evalúa en más de 100 años.

- **Metano (CH₄)**

A pesar de ser el tercer gas de invernadero más importante, sólo se conocen sus fuentes semicuantitativamente.

En la naturaleza las fuentes más importantes son los incendios, los océanos y la fermentación anaeróbica que se produce en pantanos, en la digestión de los rumiantes...

De origen antropogénico podemos citar los incendios, la agricultura (por ejemplo en los cultivos de arroz) y la ganadería, así como las emisiones fugitivas de combustibles o los escapes de biogás en los vertederos de residuos.

Su principal sumidero es el radical oxhidrilo, presente en la atmósfera; se oxida y da lugar a CO₂ y vapor de agua, dos gases de efecto invernadero importantes.

Su permanencia en la atmósfera es de unos 11 años.

- **Óxido nítrico (N₂O)**

Únicamente se conocen las fuentes de este compuesto a nivel cualitativo, tanto las naturales (emisiones de suelos y océanos, desnitrificación de suelos, tormentas y volcanes) como las antropogénicas (utilización de combustibles fósiles, fertilizantes nitrogenados, procesos industriales, deforestación...)

El N₂O es fuente primaria de otros óxidos de nitrógeno, y da origen a nieblas de contaminación fotoquímica.

Los sumideros más conocidos son la fotólisis en la estratosfera y otros que todavía no están perfectamente estudiados.

El óxido nítrico permanece mucho tiempo en la atmósfera (alrededor de 130 años).

- **Ozono (O_3) troposférico**

Es un contaminante secundario, que se forma en presencia de la luz del Sol a partir de las emisiones de NO_x , CO, COVs, etc... teniendo una creciente importancia en las ciudades debido a las emisiones de los automóviles.

El ozono absorbe la radiación infrarroja y ultravioleta. De este modo, el ozono presente en las capas altas de la atmósfera (conocido como ozono estratosférico) es beneficioso para la vida, ya que nos protege de los rayos u.v., pero este mismo ozono cuando se encuentra en las capas bajas de la atmósfera (ozono troposférico) absorbe la radiación infrarroja procedente de la tierra dando lugar al efecto invernadero.

La falta de observaciones adecuadas impide cuantificar el efecto sobre el clima de las variaciones de O_3 troposférico, pero se están realizando estudios al respecto.

- **Clorofluorcarbonos (CFC's)**

Se trata de compuestos de origen exclusivamente antropogénico, con una permanencia en la atmósfera muy larga debido a su estabilidad química. Aunque la concentración de estos compuestos en la atmósfera es baja, poseen un gran poder como gases de efecto invernadero y además causan la destrucción del ozono estratosférico.

Los CFC's se utilizan en sistemas de refrigeración y aire acondicionado, propulsores de aerosoles, extintores de espuma... y sus fuentes son conocidas cuantitativamente.

No se conocen sumideros. Se destruyen en la estratosfera mediante complejas reacciones fotoquímicas.

- **Hidrofluor-carburos (HFC's)**

Se trata de compuestos artificiales creados como sustitutos de los anteriores para evitar el daño a la capa de ozono. Sin embargo, su comportamiento como gases de efecto invernadero es similar a los CFC's.

- **Perfluoro-carburos (PFC's)**

Se utilizan en procesos industriales como la producción de aluminio y la fabricación de semiconductores. Su permanencia en la atmósfera es extremadamente alta.

- **Hexafluoruro de azufre (SF_6)**

Se utiliza como aislante de circuitos eléctricos, gas trazador, para la fabricación de magnesio... Su elevado potencial de calentamiento atmosférico y largísima permanencia en la atmósfera, lo convierten en un compuesto a tener en cuenta pese a su escasa producción.

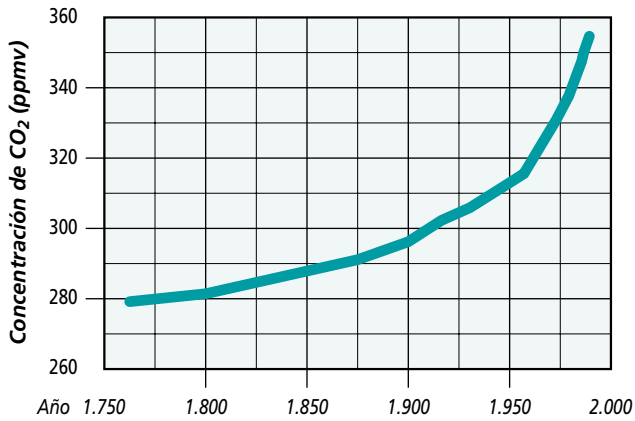
En las gráficas del cuadro 1.7, en las dos páginas siguientes, se representa el aumento en la concentración en la atmósfera de algunos de los gases de efecto invernadero desde la revolución industrial como consecuencia de las actividades humanas.

La intensificación del efecto invernadero producida por el aumento de la concentración de estos gases en la atmósfera lleva asociados una serie de cambios en el clima que resulta sumamente complejo calcular, debido al gran número de procesos implicados (la formación de nubes, las corrientes marinas, etc...).

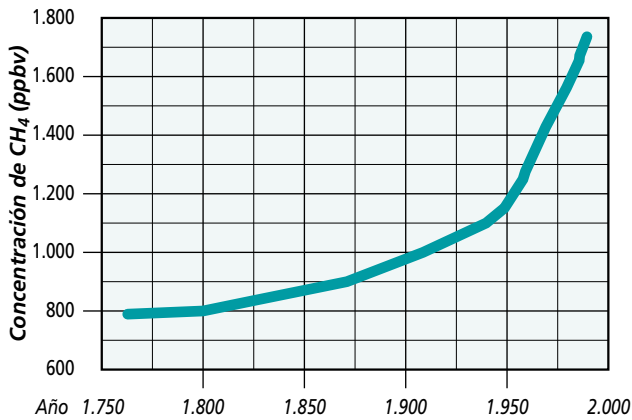
Cuadro 1.7

Gráficas de la evolución de las concentraciones de los gases de efecto invernadero desde 1750

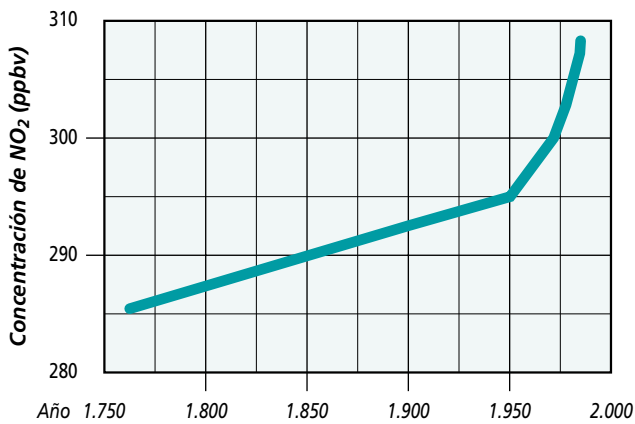
Dióxido de carbono

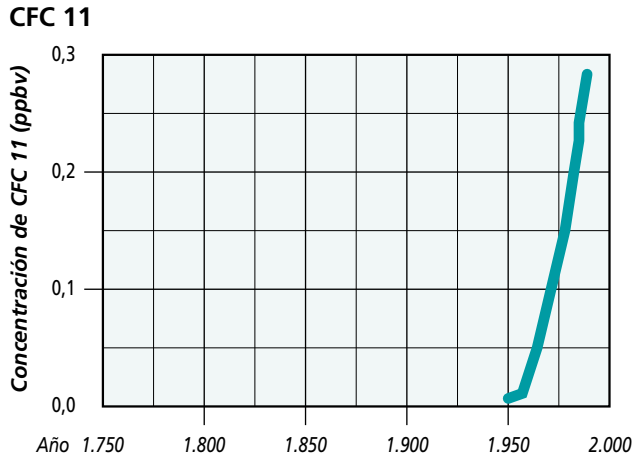


Metano



Óxido nítrico





Fuente: IPCC

Sin embargo sí es posible calcular con bastante exactitud, el forzamiento radiativo debido a los distintos gases de efecto invernadero, por lo que se utiliza esta magnitud para comparar los efectos de estos gases.

A la hora de evaluar la contribución de los distintos gases al efecto invernadero no sólo es importante su capacidad para intensificar este efecto, sino su tiempo de permanencia en la atmósfera. Para ello se define un índice llamado **Potencial de Calentamiento Global (GWP)**.

El Potencial de Calentamiento Global define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce una liberación instantánea hoy de 1kg de un gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO₂. Así, se tiene en cuenta los efectos radiativos de cada gas, así como sus diferentes tiempos de permanencia en la atmósfera.

En la tabla 1.2 se muestran los GWP asociados a los gases de efecto invernadero más importantes y su contribución relativa para un periodo de tiempo dado.

Tabla 1.2
Potenciales de calentamiento global

	GWP (horizonte a 100 años)	Emisiones 1900 (Tg)	Contribución relativa para un periodo de 100 años
CO ₂	1	26.000+	61%
CH ₄	21	300	15%
N ₂ O	290	6	4%
CFC	Varios	0,9	11%
HCFC-22	1.500	0,1	0,5%
Varios	Varios		8,5%

Fuente: IPCC

SISTEMAS DE EVALUACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La evaluación del cambio climático y de sus impactos es una muy complicada labor, para la cual es necesaria la utilización de complejos modelos de simulación y superordenadores.

Por ello resulta esencial la evaluación científica del problema, así como de los efectos esperados, que proporciona el IPCC, organismo que coordina los estudios desarrollados con las mayores garantías.

El problema principal en la evaluación del cambio climático radica en la propia complejidad del sistema climático y la falta de conocimientos exactos sobre los mecanismos que regulan la atmósfera, los océanos, la criosfera... y las interacciones entre ellos.

Además del efecto "directo" del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la temperatura global de la Tierra, hay que tener en cuenta las retroalimentaciones tanto de índole positiva, como negativa. Por ejemplo, los efectos de las nubes, la nieve y el hielo, la biosfera...

Estos sistemas son afectados por los cambios en la temperatura, pero a su vez, sus modificaciones a gran escala tienen influencia directa sobre la temperatura del planeta. Mención aparte por su importancia en este sentido merece el papel del océano, cuyo intercambio de energía con la atmósfera y entre sus capas superiores y profundas, así como el transporte en su interior, controla el ritmo del cambio climático mundial y estructura los cambios regionales.

A partir del conocimiento de estos sistemas y sus interacciones se construyen modelos matemáticos que proporcionan a partir de los datos iniciales, la predicción futura de la evolución del clima. El instrumento más desarrollado en la predicción del clima es el modelo de circulación general (GCM).

Los modelos climáticos debido a la complejidad de los sistemas que rigen el clima, incorporan a su vez modelos atmosféricos (que reproducen el comportamiento de la atmósfera basándose en principios físicos) y modelos oceánicos (que representan el comportamiento del océano).

Debido a las limitaciones informáticas, los modelos proporcionan una simulación realista en general a gran escala, pero registran errores importantes a escalas regionales (hasta 2.000 km).

En este campo se están realizando grandes avances siendo un factor determinante a la hora de estudiar el cambio climático, ya que los modelos constituyen el único medio disponible para la consideración del amplio rango de procesos físicos interactivos que caracterizan el sistema climático.

En otros campos como la meteorología o la economía, es ya habitual la utilización de estas herramientas para realizar predicciones futuras con

un cierto margen de confianza, y tomar decisiones basadas en sus resultados, como por ejemplo la alerta a la población ante el riesgo de un temporal o decisiones políticas en función de las tendencias económicas previstas.

LOS EFECTOS

La velocidad de respuesta del sistema climático a la variación en la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera es lenta, debido fundamentalmente a la inercia térmica ejercida por el océano. Esto quiere decir que los gases de efecto invernadero que ya están en la atmósfera causarán una serie de efectos sobre el clima.

Cuanto más tiempo continúen las emisiones, mayor será el esfuerzo que habrá que realizar para hacer disminuir en un futuro la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera hasta un nivel adecuado y más se tardará en alcanzar esta estabilización de la atmósfera. Mientras tanto, los cambios se seguirán produciendo.

Algunos científicos opinan que es posible que existan determinados niveles de concentración críticos, que si se superan darán lugar a que el clima de la Tierra sufra una modificación mucho más drástica, pasando de un estado de equilibrio a otro nuevo. De ser así, cuanto antes se empiece a reducir las emisiones para conseguir una estabilización de la atmósfera, mayores garantías existirán de no superar tales niveles críticos.

Por otra parte, tan importante como la magnitud de los propios cambios en el clima, es la velocidad con que se produzcan, que será vital para prever, o no, la adaptación de los ecosistemas a los mismos.

Los cambios en el clima afectarán a la salud humana, los ecosistemas terrestres y acuáticos y también los sistemas socioeconómicos. Sectores básicos en el desarrollo de la humanidad, como la agricultura, silvicultura, pesca y recursos hídricos son especialmente sensibles al cambio climático.

A la hora de valorar la capacidad de adaptación de los sistemas al cambio climático se definen tres parámetros:

- Sensibilidad: grado de respuesta de un sistema a un determinado cambio en el clima.
- Adaptabilidad: grado en que un sistema se anticipará o adaptará a un cambio en el clima.
- Vulnerabilidad: estima hasta qué punto un cambio en el clima puede dañar un sistema, y depende no sólo de la sensibilidad del sistema al cambio, sino también de su capacidad de adaptación.

En función de estos parámetros se puede afirmar que aquellos ecosistemas que ya sufren una presión importante por la actividad humana son

especialmente vulnerables al cambio climático a causa de sus escasas posibilidades de adaptación natural.

En cuanto a los países, tendrán más dificultades para adaptarse a los cambios en el clima las poblaciones que habitan territorios áridos, zonas costeras o pequeñas islas, sobre todo en aquellos casos en que la densidad demográfica sea especialmente alta (esto afecta particularmente a los países en vías de desarrollo).

El IPCC realiza una serie de previsiones acerca de los impactos previstos de carácter global, al descender a nivel regional estas previsiones se hacen más inciertas, y a nivel local no es posible definir cuál será el comportamiento exacto de los sistemas. Para ello hace un análisis de la sensibilidad de los sistemas, que se resume a continuación:

- **Ecosistemas terrestres y acuáticos.**

La composición y distribución geográfica de muchos ecosistemas (bosques, pastizales, desiertos, etc...) variará al responder las especies a los cambios en el clima, lo cual puede tener una especial incidencia entre otras cosas en la producción de alimentos, medicinas, etc...

- *Bosques.* Se prevén importantes cambios en los tipos de vegetación en aproximadamente 1/3 de la superficie mundial de bosques, como consecuencia de los cambios de temperatura y disponibilidad de agua.

- *Desiertos.* Destaca la previsión de que la desertificación de zonas semiáridas se intensifique.

- *Ecosistemas montañosos.* Se prevé que la distribución en altitud de la vegetación se desplace a mayor altura.

- *Ecosistemas costeros.* Son particularmente vulnerables, especialmente a la subida del nivel del mar, y pueden tener graves repercusiones sobre el abastecimiento de agua dulce, la pesca, etc...

- **Hidrogeología y recursos hídricos.**

En los modelos se prevé que entre un tercio y la mitad de la masa de glaciares montañosos desaparezca en los próximos 100 años.

El cambio climático supondrá una intensificación del ciclo hidrológico global, con importantes repercusiones en los recursos hídricos regionales. Los cambios en la cantidad total de precipitación y en su frecuencia e intensidad influyen directamente en la magnitud y el momento de la escorrentía, así como en la intensidad de las crecidas y las sequías, pero los efectos regionales concretos son de momento, inciertos.

La cantidad y la calidad de los abastecimientos de agua plantean ya graves problemas en numerosas regiones, incluidas algunas zonas costeras bajas, deltas e islas pequeñas, resultando los países de estas regiones particularmente vulnerables.

- **Infraestructura humana.**

Con el cambio climático aumentará la vulnerabilidad de algunas poblaciones costeras a las inundaciones y las pérdidas de tierras debido a la erosión. Se estima que unos 46 millones de personas están expuestas cada año a inundaciones a causa de mareas de tempestad. Si no se adoptan medidas de adaptación, y no se tiene en cuenta el crecimiento previsto de la población, con una elevación del mar de 50 cm esta cifra crecería a unos 92 millones y con una elevación de 1 m, a unos 118 millones de personas.

Según las previsiones, el nivel del mar seguirá creciendo en los próximos siglos después del 2100. Las pérdidas de tierra estimadas varían desde el 0,05% en Uruguay, el 1% en Egipto, el 6% en Países Bajos y el 17,5% en Bangladesh, hasta el 80% en el Atolón de Majuro, en las Islas Marshall.

Algunas naciones insulares pequeñas y los países con mayores densidades demográfica serán más vulnerables, y su población puede verse forzada a una migración interna o internacional.

2

Estrategias de respuesta

EVENTOS INTERNACIONALES

ANTECEDENTES

Desde la celebración en 1979 de la **Primera Conferencia Mundial sobre el Clima** (en la que se consideró por primera vez el cambio climático como un problema grave) hasta hoy, se han sucedido las reuniones internacionales de carácter científico y político sobre cuestiones relacionadas con el cambio climático, así como las negociaciones al más alto nivel sobre las estrategias a establecer en relación con este problema. Todo ello es sin duda una muestra de la importancia que el cambio climático está suponiendo para nuestra sociedad.

Con objeto de evaluar el problema científicamente, identificar las respuestas adecuadas e informar a los gobiernos, se crea en 1988 el **Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)** bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Meteorológica Mundial.

Desde entonces, el IPCC ha presentado dos **Informes de Evaluación**, estableciendo desde el primero de ellos (1990) que “las emisiones producidas por las actividades humanas aumentan sustancialmente las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero. Estos aumentos potencian el efecto invernadero...” Además advertían que de continuar con el ritmo de emisiones de estos gases se producirían una serie de

efectos como el aumento de la temperatura media global y elevación del nivel del mar.

En el Anexo I se incluye el Resumen General destinado a los responsables de las políticas del Informe "Cambio Climático. Evaluación Científica del IPCC" de 1990.

EL CONVENIO MARCO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

Gracias a la labor del IPCC, la Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima (Ginebra, 1990) condujo a las Naciones Unidas a adoptar la Resolución 45/212, de 21 de diciembre de 1990, sobre la Protección del Clima Global para las Generaciones Actuales y Futuras. Esta resolución estableció un Comité de Negociación Intergubernamental con el mandato de preparar un Convenio Marco sobre Cambio Climático que sería presentado a la firma en Río de Janeiro durante la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992. Más de 150 países firmaron en la llamada 'Cumbre de la Tierra' el Convenio Marco sobre Cambio Climático, que entró en vigor el 21 de marzo de 1994. En la actualidad han suscrito el Convenio 166 países.

El objetivo último de este Convenio es *"lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible"*¹.

En la definición de este objetivo es importante destacar dos aspectos:

Por un lado, no se determinan los niveles de concentración de gases de efecto invernadero que se consideran interferencia antropógena peligrosa en el sistema climático, reconociéndose así que en aquel momento no existía certeza científica sobre qué se debía entender por niveles no peligrosos.

Por otro lado, se sugiere el hecho de que el cambio del clima es algo ya inevitable por lo cual no sólo deben abordarse acciones preventivas (para frenar el cambio climático), sino también de adaptación a las nuevas condiciones climáticas (por ejemplo en infraestructuras para proteger de la subida del nivel del mar a los territorios más afectados).

El Convenio sobre Cambio Climático se basa en tres principios básicos:

- **Principio de precaución:** dada la amenaza de daños severos e irreversibles, la falta de certeza absoluta en el conocimiento científico del problema no debe ser utilizada como excusa para posponer las acciones que permitan mitigar los efectos del cambio climático.

¹ La importancia de este objetivo es tal que el IPCC incluyó en su Segundo Informe de Evaluación (1995) un apartado específico dedicado a su análisis. («Síntesis del Segundo Informe de Evaluación del IPCC sobre la información científica y técnica pertinente para interpretar el artículo 2 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático»).

- **Principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas”**, que establece la necesidad de acuerdos globales en la lucha contra el cambio climático, pero que reconoce que los países desarrollados deben soportar los compromisos que conlleve esta estrategia.

- **Necesidad de garantizar el desarrollo de los países pobres**, promoviendo el concepto de desarrollo sostenible.

En líneas generales, las principales aportaciones del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático son las siguientes:

- Se reconoce la existencia del problema.
- Se establece la necesidad de estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero a un nivel que evite una interferencia peligrosa de las actividades humanas en el sistema climático.
- Se advierte de la necesidad de conseguir este objetivo antes de que sea “demasiado tarde” (con tiempo suficiente para poder adaptarse a los cambios del clima que resulten inevitables).
- Se reconoce la responsabilidad de los países desarrollados en el problema, y por tanto se pide a estos países el mayor esfuerzo en la estabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Se asume la necesidad de potenciar la investigación científica sobre el cambio climático, así como el desarrollo y transferencia de tecnología a los países en desarrollo.
- Se apuesta por el desarrollo sostenible y la educación de los ciudadanos en materia de cambio climático.

El órgano supremo del Convenio es la **“Conferencia de las Partes”** que se reúne anualmente para desarrollar el contenido del Convenio y examinar los compromisos cuantitativos de limitación de las emisiones de los países desarrollados hasta que se alcance el objetivo último del Convenio. Hasta el momento se han celebrado cinco Conferencias de las Partes, que se comentan a continuación.

Las principales lagunas en este Convenio fueron por un lado que aunque se asumió en general como compromiso político que los países de la OCDE debían limitar sus emisiones para el año 2000 a los niveles existentes en 1990, las duras negociaciones entre los distintos intereses dejaron ambiguo el texto referente a este compromiso. Por otro lado, no se incluía en el Convenio ninguna referencia a compromisos posteriores al año 2000.

En el Anexo II se presentan los compromisos de las partes dentro del Convenio Marco sobre Cambio Climático, así como los listados de los países participantes.

CONFERENCIA DE LAS PARTES

La **primera Conferencia de las Partes (COP1)**² tuvo lugar en Berlín entre

² Se indica el acrónimo del nombre de la reunión entre paréntesis. Esta abreviatura es de especial interés a la hora de identificar la información disponible sobre estas reuniones en internet, ya que es ampliamente utilizado, especialmente en las páginas de los organismos oficiales. (Ver bibliografía).

marzo y abril de 1995 y su principal resultado fue la adopción del llamado '**Mandato de Berlín**', que venía a solucionar la falta de objetivos concretos de limitación de emisiones del Convenio, poniendo en marcha el proceso de negociación de un 'Protocolo u otro instrumento legal' que contuviera obligaciones concretas de limitación y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para después del año 2000, citándose los años 2005, 2010 y 2020. Este nuevo instrumento jurídico desembocó en el Protocolo de Kioto adoptado en diciembre de 1997.

En diciembre de 1995 se publicó el **Segundo Informe de Evaluación del IPCC**, en el que se afirma que *"el balance de las pruebas sugiere una influencia humana perceptible en el clima mundial"*, lo que supone un importante avance en la consideración del problema por encima de las incertidumbres científicas que aún subsisten.

En este Segundo Informe destacan la evaluación de las alternativas de estabilización de la concentración de gases a distintos niveles (y sus implicaciones en términos de la emisión global de tales gases), así como el análisis de las tecnologías disponibles y de las posibles políticas de mitigación.

A pesar de la extensa información que proporciona al respecto, el IPCC no entra a definir qué es nivel peligroso, debido a la importancia de las consideraciones políticas que subyacen en esta definición.

La **Segunda Conferencia de las Partes (COP2)** se celebró en Ginebra en julio de 1996 y su principal objetivo consistió en conseguir un apoyo político al Segundo Informe del IPCC, dada su importancia para las negociaciones posteriores que iban a sucederse dentro del Convenio. Esto revestía una especial importancia debido a la campaña de desprestigio llevada a cabo por los representantes de los intereses multinacionales de las industrias del carbón y el petróleo.

En diciembre de 1997 se celebró en Kioto la **Tercera Conferencia de las Partes (COP3)**, en la que se adoptó el Protocolo de desarrollo del Convenio, que se venía negociando desde el Mandato de Berlín, conocido como Protocolo de Kioto, que se analiza a continuación.

La **Cuarta Conferencia de las Partes (COP4)**, celebrada en Buenos Aires en 1996 y la **Quinta Conferencia de las Partes (COP5)** que tuvo lugar en Bonn en noviembre de 1999, estuvieron dedicadas al desarrollo de las cuestiones que se plantean en el Protocolo de Kioto, así como a avanzar en el contenido del Convenio, especialmente en las materias del interés de los países en desarrollo.

EL PROTOCOLO DE KIOTO

La principal aportación de este Protocolo es el establecimiento de límites obligatorios a las emisiones durante el período del 2008 al 2012 y la ampliación de la lista de los gases de efecto invernadero para incluir a perfluorocarburos (PFCs), hidrofluorocarburos (HFCs) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Los límites definidos se expresan como reducciones con respecto a un año de referencia (1990, salvo para los nuevos gases, para los que se permite utilizar alternativamente 1995 como año base).

Además, se establece que antes del año 2005 se comenzará a considerar los nuevos compromisos de limitación de emisiones para después del 2012, en el que finaliza el período regulado por el Protocolo de Kioto.

Los compromisos de limitación de emisiones del Protocolo de Kioto son:

Cuadro 2.1

Compromiso de limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero para el período 2008-12 (Protocolo de Kioto).

<i>Limitación respecto del año base (1990)</i>	<i>País (o conjunto de países)</i>
-8%	Unión Europea
-8%	Liechtenstein Mónaco República Checa Rumanía Bulgaria Eslovaquia Eslovenia Estonia Letonia Lituania
-7%	Estados Unidos
-6%	Japón Canadá Hungría Polonia
-5%	Croacia
0%	Rusia Ucrania Nueva Zelanda
1%	Noruega
8%	Australia
10%	Islandia

El Protocolo entrará en vigor cuando lo hayan ratificado no menos de 55 partes, que incluyan partes del Anexo I del Convenio (anexo II) que representen al menos el 55% de las emisiones de dióxido de carbono del total de estos países en el año 1990.

Además de los objetivos citados, el Protocolo introduce, con objeto de facilitar a los países desarrollados la reducción de las emisiones, los llamados mecanismos de flexibilidad, entre los que se incluyen:

- El comercio de derechos de emisión. Mediante este mecanismo las partes podrán comprar o vender parte de su 'cantidad asignada' (cantidad máxima de emisión permitida en el período de compromiso) a otra parte,

de forma que su nivel permitido de emisión se reduzca o aumente en dicha cantidad. Precisamente, las dos últimas Conferencias de las Partes han dedicado un gran esfuerzo a la construcción del marco regulador de éste comercio de emisiones, que todavía no se ha definido completamente.

- Mecanismo para un desarrollo limpio. Este mecanismo establece un sistema de obtener financiación adicional para los proyectos destinados al desarrollo sostenible, de forma que los países desarrollados puedan restar de sus emisiones la reducción obtenida en los proyectos que financien.

Cuadro 2.2

Resumen de los principales eventos internacionales para la lucha contra el cambio climático³

Fecha / lugar	Evento	Principales resultados
1979	Primera Conferencia Mundial sobre el Clima	Reconocimiento de la gravedad del cambio climático. Petición a los gobiernos de actuaciones para prever y evitar el cambio climático.
1988	Constitución del Panel intergubernamental sobre Cambio Climático	
1990 Ginebra	Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima	Decisión de establecer un instrumento jurídico internacional para abordar el problema. Resolución de la ONU sobre la Protección del Clima Global para las Generaciones actuales y futuras.
1990	Primer Informe de evaluación del IPCC	
1992 Río de Janeiro	Firma del Convenio Marco sobre Cambio Climático	155 países firman el Convenio que entró en vigor el 21 de Marzo de 1994.
1995 Berlín	Primera Conferencia de las Partes	"Mandato de Berlín": decisión de negociar un Protocolo que estableciese obligaciones de limitación y reducción de emisiones de GEI para después del 2000 (2005,2010 y 2020).
Dic. 1995	Segundo Informe de evaluación del IPCC.	
1996 Ginebra	Segunda Conferencia de las Partes	Declaración Ministerial de respaldo al Segundo Informe de Evaluación del IPCC.
1997 Kioto	Tercera Conferencia de las Partes	Adopción del Protocolo de Kioto.
1998 Buenos Aires	Cuarta Conferencia de las Partes	Desarrollo de elementos del Protocolo de Kioto.
1999 Bonn	Quinta Conferencia de las Partes	Desarrollo de elementos del Protocolo de Kioto.

³ Además de éstos, en 1990 se estableció el protocolo de Montreal, sobre la reducción de sustancias que afectan a la capa de ozono. Aunque no se trata de un instrumento dirigido estrictamente a la lucha contra el cambio climático, las decisiones tomadas para la disminución gradual de la producción y el consumo de CFC's, halones, tetracloruro de carbono y metilcloruro, repercuten en las estrategias de respuesta ante el cambio climático.

ESTRATEGIAS DE ACTUACIONES INTERNACIONALES

Una vez establecidos los objetivos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para aminorar el calentamiento mundial, en función del conocimiento científico, es necesario analizar los posibles mecanismos a nuestro alcance para lograr este objetivo.

El cambio climático es un problema global que exige respuestas a escala local. En el contexto internacional, se admite que los países desarrollados tienen una doble responsabilidad: por un lado, *limitar sus emisiones* de gases de efecto invernadero y por otro, *establecer mecanismos de cooperación* con los países en vías de desarrollo, que por su parte, deberán tomar medidas para la adaptación de sus economías a un desarrollo sostenible.

Las estrategias que se deben desarrollar deben estar enfocadas por un lado a *reducir las emisiones* de gases de efecto invernadero a la atmósfera, y por otro, a *impedir la destrucción de los sumideros* y a mejorar su eficacia.

Esto implica actuar sobre elementos esenciales en la economía mundial, como la producción y el consumo de la energía, la utilización de la tierra o incluso la tasa de crecimiento de la población mundial. Por otra parte, es necesario afrontar los efectos del cambio climático preparando *medidas de adaptación* a los mismos.

En general, y con un objetivo a largo plazo, se plantean programas de investigación que permitan ampliar nuestros conocimientos sobre el cambio climático, así como la creación y desarrollo de nuevas tecnologías que contribuyan a limitar sus efectos y adaptarnos a los que resulten inevitables. Para ello es indispensable desarrollar los sistemas de observación y vigilancia del clima y los océanos a nivel mundial.

Pero, a un nivel más concreto y con un horizonte más corto, las herramientas con las que se cuenta y cuya aplicación es necesaria en prácticamente todos los sectores de nuestra actividad son las siguientes:

- ***el ahorro y la eficiencia energética***, que permiten disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, utilizando menos energía para obtener el mismo resultado en procesos industriales, transporte, edificios...
- ***la utilización de fuentes de energía más limpias***, que proporcionan la energía necesaria para garantizar el desarrollo económico emitiendo menos gases de efecto invernadero a la atmósfera,
- ***una mejor gestión forestal***, permitiendo así el aumento de la superficie forestal,
- ***mejora de la agricultura y la ganadería***, que permita sin afectar a la seguridad de los alimentos disminuir las emisiones procedentes de estos sectores, gestionando mejor los desechos del ganado, modificando la utilización y composición de los fertilizantes, etc...

- **mejor gestión de los vertederos controlados y de las aguas residuales,**
- **eliminación paulatina de los CFC's,** según el Protocolo de Montreal.

Todo esto conlleva una revisión de la planificación energética, la política industrial, la gestión de los recursos, así como un cambio de comportamiento en relación por ejemplo con los transportes o la infraestructura de la vivienda.

El planteamiento de estrategias en común entre todos los países, teniendo en cuenta las diferencias entre los países industrializados y los países en vías de desarrollo es importante, pero no podemos quedarnos ahí, estas estrategias deben dar paso a la puesta en marcha de políticas y medidas que deben forzosamente abordarse a nivel estatal y local.

MEDIDAS DE LA UNIÓN EUROPEA

OBJETIVOS

Desde el principio de las negociaciones la Unión Europea participó como conjunto de los estados que la conforman, adoptando una posición común y unos objetivos únicos para la Unión.

Este objetivo colectivo se reparte posteriormente en cuotas nacionales, para lo cual se estableció una intensa negociación que, de forma similar a lo que ocurre a nivel internacional entre países desarrollados y países en desarrollo, desembocara dentro de la Unión en un mayor compromiso de aquellos países que más han contribuido a las emisiones de gases de efecto invernadero y en uno menor para aquellos cuya industrialización no ha alcanzado el mismo grado de desarrollo.

Siguiendo con la evolución de los acuerdos internacionales, la Unión Europea en un principio se marcó como objetivo la estabilización de sus emisiones conjuntas al nivel de 1990. Este objetivo, que no se va a alcanzar, nunca llegó a ser repartido en cuotas nacionales.

A consecuencia de la adopción del Protocolo de Kioto, la Unión Europea modificó su compromiso a un nuevo objetivo: **la limitación durante el período 2008-2010 de sus emisiones de gases de efecto invernadero hasta alcanzar una reducción de un 8% del nivel de sus emisiones en 1990.**

En junio de 1998 se alcanza el acuerdo definitivo de 'reparto de la carga', en compromisos nacionales para cada uno de los 15 Estados, que queda de la siguiente manera:

Cuadro 2.3

Compromiso de reducción de emisiones de CO₂ en el año 2010 respecto a 1990 (%)

<i>Alemania</i>	-21%
<i>Austria</i>	-13%
<i>Bélgica</i>	-7,5%
<i>Dinamarca</i>	-21%
<i>España</i>	+15%
<i>Finlandia</i>	0%
<i>Francia</i>	0%
<i>Grecia</i>	+25%
<i>Países Bajos</i>	-6%
<i>Irlanda</i>	+13%
<i>Italia</i>	-6,5%
<i>Luxemburgo</i>	-28%
<i>Portugal</i>	+27%
<i>Reino Unido</i>	-12,5%
<i>Suecia</i>	+4%
Total Unión Europea	-8%

MEDIDAS

La Unión Europea, a través del Consejo de Ministros de Medio Ambiente, ha insistido en la 'extrema importancia de un pronto y sustancial desarrollo' de políticas y medidas comunes y coordinadas en materia de cambio climático.

Como medidas comunes se ha instado a la Comisión a promover las siguientes:

- Reducir o suprimir las subvenciones a los combustibles fósiles.
- Diferenciar los niveles impositivos en productos, incentivando el ahorro y la eficiencia energética.
- Creación de un plan de acción sobre la eficiencia energética de aparatos y equipos electrodomésticos, mediante normativa de eficiencia, certificación, etiquetado y acuerdos ambientales a nivel comunitario.
- Desarrollar un programa europeo para nuevas tecnologías en el ámbito del Programa Marco de la Energía y las mejores técnicas disponibles previstas en la Directiva 96/61/CE relativa a la prevención y control integrado de la contaminación (Directiva Marco IPPC).
- Reducir las emisiones de CO₂ en vehículos, con iniciativas como el acuerdo entre la Comisión y Asociación Europea de Fabricantes de Automóviles, el etiquetado energético de los vehículos, los incentivos fiscales a la eficiencia y la limitación de velocidad de vehículos pesados.
- Avanzar en la consideración internacional de la imposición al combustible de aeronaves.
- Estudiar las implicaciones de las emisiones procedentes de los distintos sistemas de tratamiento de residuos, en relación con la estrategia comunitaria al respecto, en particular el desarrollo de la Directiva sobre vertederos.
- Avanzar en el plan de acción para prevenir y reducir las emisiones de CH₄
- Estudiar soluciones para las emisiones de N₂O, en particular las provenientes de catalizadores en vehículos.
- Habilitar mecanismos que permitan la contribución de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico del Quinto Programa Marco I+D a los objetivos de la estrategia sobre cambio climático, en particular sobre energías renovables.

En cuanto a la acción coordinada de los Estados miembros, el Consejo acuerda emprender las siguientes acciones:

- Tomar medidas para que la liberalización de los mercados energéticos fomente también objetivos ambientales.
- Desarrollar estrategias nacionales para un incremento sustancial del uso de fuentes renovables de energía.
- Fomentar el mercado de la cogeneración energética.
- Potenciar la vía de los acuerdos ambientales con los sectores de actividad.
- Favorecer políticas de transporte que influyan en la demanda teniendo en cuenta imperativos ambientales.
- Revisar las normas nacionales sobre la eficiencia energética en los edificios.

Estos propósitos deben plasmarse en los correspondientes instrumentos normativos para garantizar su aplicación en los Estados miembros.

Por lo que respecta a su posicionamiento en la negociación internacional sobre cambio climático la Unión Europea basa su línea de acción en los siguientes elementos principales:

- En cuanto a los llamados ‘mecanismos de flexibilidad de Kioto’, se pretende que la compra-venta de emisiones no se convierta en una excusa para dejar de actuar a nivel doméstico y que se garantice la igualdad de acceso por parte de todos y los objetivos generales del Convenio y del Protocolo.
- Por lo que respecta a la acción doméstica en los países desarrollados, se persiguen formas de facilitar la cooperación y coordinación en la implantación de políticas y medidas.
- Para asegurar la eficacia, se exige el desarrollo de procedimientos rigurosos para tratar los casos de incumplimiento del Protocolo.
- Para asegurar la transparencia, se pretende el desarrollo de directrices comunes sobre sistemas nacionales de inventarios de gases de efecto invernadero, información y revisión.

LA SITUACIÓN EN ESPAÑA

OBJETIVOS

Como ya se indica en el apartado correspondiente a la Unión Europea, España ha aceptado el compromiso de limitar el crecimiento de sus emisiones de CO₂ en un 15% respecto del nivel de 1990, tras el reparto realizado en el marco de la U.E., y siempre teniendo en cuenta que lo que se debe alcanzar es la reducción del 8% a nivel de la U.E., en lo que ha venido llamándose "burbuja comunitaria".

La razón por la que se permite este crecimiento en las emisiones de nuestro país es que aunque en comparación con el resto de los Estados miembros de la Unión Europea (tabla 2.1), España ocupa el quinto lugar en cuanto al nivel de emisiones de CO₂, si se considera el nivel de emisiones CO₂ per cápita, pasa a ocupar el penúltimo lugar, teniendo solamente Portugal un nivel inferior.

Esta postura ha sido ampliamente criticada por los movimientos ecologistas en nuestro país, al considerarla poco solidaria con los países en desarrollo.

Tabla 2.1

Emisiones de CO₂ en la Unión Europea año 1990

	Emisiones totales de CO ₂ Mt CO ₂	Emisiones de CO ₂ / cápita t CO ₂
Luxemburgo	9,72	25,44
Alemania Oriental	300,75	18,67
Alemania Occidental	662,03	10,47
Bélgica	103,55	10,39
Finlandia	51,42	10,32
Dinamarca	51,11	9,94
Reino Unido	560,17	9,76
Países Bajos	139,03	9,30
Irlanda	30,90	8,82
Austria	54,34	7,05
Grecia	69,25	6,86
Italia	380,05	6,59
Francia	357,25	6,30
Suecia	49,46	5,77
España	203,23	5,22
Portugal	41,03	4,16

Fuente: Agencia Europea del Medio Ambiente.

CONTEXTO INTERNACIONAL

España firmó el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático el 13 de junio de 1992, durante la celebración de la Cumbre de la Tierra y procedió a su ratificación el 21 de diciembre de 1993.

En cumplimiento de lo prescrito por el Convenio Marco (anexo II), España presentó en septiembre de 1994 el **“Informe de España a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático”**.

Este informe recogía el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero para el año base de 1990, según la metodología CORINE-AIRE y el resumen del mismo según el método IPCC / OCDE ⁴, así como la descripción de la situación existente y las líneas básicas de actuación para la elaboración de un Programa Nacional sobre el Clima, que incluían actuaciones en política energética, de transportes e infraestructuras, política residencial, agrícola y ganadera y forestal.

A raíz del cambio de gobierno sucedido en 1996, se produjo una reestructuración de la administración general del estado que condujo a la creación del Ministerio de Medio Ambiente (R.D. 758/96), que en octubre de 1997 realiza la **“Segunda Comunicación Nacional de España a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático”**.

En este informe se presentan los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero para el período 1990-93 y un avance del correspondiente a 1994. El nuevo inventario base de 1990 sustituye al anterior al haberse detectado ciertos errores.

Al igual que en el primer informe, se recogen las líneas a seguir en cuanto a las políticas en el sector energético, agrario, de infraestructuras y transporte, residencial, forestal y de tratamiento de los residuos. Más adelante se comentan estas líneas.

CONSEJO NACIONAL DEL CLIMA

En cuanto al órgano administrativo responsable de la definición, evaluación, desarrollo y seguimiento de las políticas sobre el clima y el cambio climático, se creó en 1992 (R.D. 568/1992) la **Comisión Nacional del Clima**, que tras la reestructuración de los Ministerios en 1996 pasó a depender del Ministerio de Medio Ambiente, aunque no comenzó a funcionar de nuevo hasta que en 1998 (R.D. 177/1998, de 16 de febrero) se crea el **Consejo Nacional del Clima**.

El objetivo fundamental del Consejo Nacional del Clima es la aprobación de una estrategia española frente al cambio climático en la que se integren planes y programas de ámbito nacional que permitan adoptar las medidas sectoriales necesarias para dar respuesta a la amenaza global y para cumplir los compromisos internacionales de España en esta materia.

El Consejo Nacional del Clima está presidido por el Ministro de Medio Ambiente y se estructura como aparece en el cuadro 2.4. En él están los Ministerios con competencias en alguna de las materias de la política nacional relacionada directa o indirecta con el cambio climático (cuadro 2.5).

⁴ A pesar de tener grandes conceptos comunes, las metodologías citadas, CORINE-AIRE e IPCC, tienen importantes diferencias en cuanto a determinados aspectos de cómputo de emisiones y formato de presentación de resultados.

Cuadro 2.4

Estructura del Consejo Nacional del Clima

PLENARIO

Presidente: Ministro de Medio Ambiente.

Secretaría Técnica

Coordinador: *Director General del Instituto Nacional de Meteorología.*

Grupo de Trabajo de Industria y Energía

Coordinador: *Director General de la Energía.*

Grupo de Trabajo de Transportes

Coordinador: *Subdirector General de Planeamiento de Infraestructuras.*

Grupo de Trabajo de Agricultura y Medio Ambiente

Coordinador: *Secretario General de Medio Ambiente.*

Grupo de Trabajo de Coordinación Interdepartamental

Coordinador: *Director General del Instituto Nacional de Meteorología.*

Grupo de Trabajo de Relaciones Institucionales

Coordinador: *Director General de Calidad y Evaluación Ambiental.*

Cuadro 2.5

Ministerio representados en la Comisión Nacional del Clima

PRESIDENCIA DEL CONGRESO

Ministerio de Asuntos Exteriores

Ministerio de Economía y Hacienda

Ministerio del Interior

Ministerio de Fomento

Ministerio de Educación y Ciencia

Ministerio de Industria y Energía

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Ministerio de la Presidencia

Ministerio de Administraciones Públicas

Ministerio de Sanidad y Consumo

Ministerio de Medio Ambiente

Tras la segunda reunión del Consejo, en la que se presentaron los resultados preliminares de los grupos en vista a la preparación de la estrategia de lucha contra el cambio climático, la Ministra de Medio Ambiente presentó el primer Borrador de la Estrategia de lucha contra el Cambio Climático al Congreso de los Diputados, el 25 de noviembre de 1998.

En la actualidad no se ha concretado esta Estrategia, que por otra parte resulta fundamental para establecer las políticas oportunas en los distintos sectores en relación con el cambio climático y dotarlas de los mecanismos financieros necesarios para su implantación.

En cuanto al punto de contacto oficial para obtener información sobre temas de cambio climático, tras la desaparición de la web institucional del Consejo Nacional del Clima (www.inm.es/cnc), la referencia como punto focal nacional de España en la Secretaría del Clima de las Naciones Unidas es la Dirección Gral. de Relaciones Culturales y Científicas.

INVENTARIOS Y PREVISIONES DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

En la actualidad, además de las dos Comunicaciones oficiales presentadas por España al Convenio Marco, se han enviado los datos oficiales de los inventarios de gases de efecto invernadero para el período 1990-95 (tabla 2.2), de donde se puede ver la evolución de las mismas respecto al año base de 1990 (tabla 2.3).

Tabla 2.2

Resumen del total nacional de emisiones de gases de efecto invernadero (kT en equivalentes CO₂)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
CO ₂	226.423	227.515	234.945	226.197	237.446	247.703
CH ₄	45.806	45.399	47.339	48.395	48.961	49.778
N ₂ O	29.203	28.719	28.369	27.006	27.112	28.049
HFCs	4.103					
PFCs	4.400					
SF ₆	200					
TOTAL	310.135	301.633	310.653	301.598	313.519	325.530

Fuente: Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático

Tabla 2.3

Evolución del total nal. de emisiones de gases de efecto invernadero respecto del año base 1990

	1991	1992	1993	1994	1995
CO ₂	0,48%	3,76%	-0,10%	-4,87%	9,40%
CH ₄	-0,89%	3,35%	5,65%	-6,89%	8,67%
N ₂ O	-1,66%	-2,86%	-7,52%	-7,16%	-3,95%
HFCs					
PFCs					
SF ₆					
TOTAL	-2,74%	-0,17%	-2,75%	1,09%	4,96%

Fuente: Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático

A partir de las cifras del inventario nacional, y en base a una serie de premisas (cuadro 2.6), el Ministerio de Medio Ambiente y la Secretaría de Estado de Energía y Recursos Minerales elaboraron la correspondiente previsión en las emisiones futuras de gases de efecto invernadero.

A este conjunto de hipótesis y predicciones se le dio el nombre de escenario BASE o pre-Kioto, ya que fue utilizado para las negociaciones de España en el establecimiento del Protocolo de Kioto y en el posterior reparto de carga de la U.E.

Cuadro 2.6

Premisas para la definición del escenario BASE

- Evolución tendencial de los mercados energéticos internacionales y europeos sin cambios sustanciales en las políticas actuales.
- Consideración de los desequilibrios existentes entre los objetivos de competitividad, medioambientales y de seguridad de abastecimiento.
- Entrada en vigor de la Unión Monetaria en la U.E., con armonización de políticas.
- Media anual del PIB en España del 2,6% en el período 1995-2020.
- Mejora del empleo equivalente a la del conjunto de la U.E.
- Inflación uniforme con la U.E., ligeramente al alza.
- Reducción paulatina de diferenciales de tipos de interés.
- Tendencias similares a las de los últimos años en política fiscal.
- Peso decreciente de la industria en la economía, con sensible bajada de los sectores básicos intensivos en energía.
- Crecimiento fuerte de la inversión hasta el año 2010.
- En política de precios, se contemplan incrementos anuales paralelos de crudo (1,98%) y gas (1,97%) y un crecimiento menor del precio del carbón (1,26%).
- Introducción de tecnologías industriales más competitivas y eficaces para mejorar la eficiencia energética.
- En lo relativo a la demanda final de energía, se consideran tendencias similares a las de los últimos años, con sustitución del carbón, aumento de productos petrolíferos en el transporte, fuerte crecimiento del gas y mayor peso de la electricidad en el balance de energía final.
- Adopción de la normativa medioambiental emergente tanto de la U.E., como de Convenios Internacionales.

Fuente: Grupo de trabajo sobre "Ciclo energético de los combustibles fósiles". IV Congreso Nacional del Medio Ambiente.

En la tabla 2.4 se muestra el porcentaje de incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del tiempo. Como se ve, la previsión con respecto al año base (1990) supone un incremento de un 20,9%.

Tabla 2.4

Emisiones de gases de efecto invernadero en equivalentes de CO₂

	1990		1991		1992
	Kt	%	Kt	%	%
CO ₂	226.423	73	282.440	75,3	24,7
CH ₄	45.806	14,8	50.386	13,4	10
N ₂ O	29.203	9,4	29.200	7,8	0
HFCs	4.103	1,3	10.257	2,7	150
PFCs	4.400	1,4	2.449	0,7	-44,3
SF ₆	200	0,1	300	0,1	50
TOTAL	310.135	100	375.032	100	20,9

Fuente: Grupo de trabajo sobre "Ciclo energético de los combustibles fósiles". IV Congreso Nacional del Medio Ambiente.

Para cumplir con el Protocolo de Kioto, a partir de las políticas y medidas que integren la futura Estrategia Nacional del Clima, España debe reducir este porcentaje al 15% según le corresponde a en el reparto realizado en la U.E. Sin embargo hay que tener en cuenta que el propio escenario lleva implícitas una serie de medidas de reducción de emisiones ⁵, por lo cual es necesario establecer medidas adicionales.

Por otro lado, indicar que mientras que para el CO₂ de origen energético se cuenta con estudios complejos que sustentan estas previsiones, para el CO₂ de origen no energético, el CH₄ y el N₂O no existen verdaderas previsiones por lo que se recurre a estimaciones en base a las tendencias.

POLÍTICAS Y MEDIDAS DE LIMITACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

En la Segunda Comunicación Nacional de España a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de octubre de 1997, se describen las principales políticas y medidas adoptadas en los diferentes sectores, para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. En resumen, las medidas presentadas son las siguientes:

- En el **sector energético** la principal medida considerada es el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética previsto en el Plan Energético Nacional (1991-2000), que supondría una reducción en las emisiones de CO₂ de aproximadamente 26.000 kt. Los principales objetivos de este Plan son:
 - Ahorro de más de 4.800 ktep
 - Sustitución por gas natural de casi 2.400 ktep

⁵ El resumen de estas medidas se recoge en el apartado siguiente.

- Sustitución de 500 ktep por energías renovables
- Producción por cogeneración de más de 1.260 MW.
- Autoproducción con renovables de 1.200 MW.

Al final de 1996, en vista del desarrollo del Plan, se esperaba alcanzar los objetivos previstos en el mismo en cuanto a la reducción de emisiones de CO₂.

- En el **sector de transportes** se citaban las medidas fiscales para favorecer el gasóleo de uso ferroviario como un ejemplo de las políticas de fomento de los medios públicos de transporte menos contaminantes.
- En el **sector residencial** se presentaba el proyecto de Ley de Ordenación de la Edificación, para potenciar el ahorro de energía, aislamiento térmico y ventilación, que se debía reflejar en el Plan de Vivienda 1996-1999 en el establecimiento de la certificación energética de los edificios, pero que finalmente no fue incluida.
- En cuanto al **tratamiento de residuos**, el Plan Nacional de Residuos incorpora diversas medidas para el control de las emisiones de metano (CH₄) en vertederos, con lo que se espera recuperar más de 100 kt anuales.
- En el **sector agrario**, se hace especial hincapié en la evaluación de emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) en el sector, así como a la mejora de las técnicas de cultivo y las campañas de divulgación para disminuir la quema de rastrojos.
- Por último, se considera el **sector forestal**, donde se presenta la estrategia forestal a largo plazo, que establece las previsiones de forestación y conservación de la cubierta forestal para el período 1996-2032.

Muchas de estas medidas nunca se han concretado por distintas causas, y algunas están próximas a finalizar su período de vigencia (como el Plan Energético Nacional).

Parte de estas medidas, y algunas otras diferentes, particularmente enfocadas a los sectores de la energía y la industria, han sido consideradas como hipótesis de trabajo para la realización del escenario BASE o pre-Kioto, presentado en el apartado anterior, de emisiones de gases de efecto invernadero. Entre ellas, destacan:

- **Producción energética.**

- Sustitución de 4 GW de plantas de carbón por 9 GW de plantas de ciclo combinado de gas natural.
- Incremento de la cogeneración.

- Incremento de las energías renovables (en el caso de la eólica, hasta alcanzar los 14.600 GWh).
- Alargamiento de la vida de la central nuclear de José Cabrera.

- **Industria y otros sectores.**

- Mejora de la eficiencia energética en la industria del 0,9% anual acumulativo.
- Mejora de la eficiencia energética de electrodomésticos y de sistemas de iluminación.
- Sustitución del carbón y petróleo por gas natural, pasando del 19% al 22% en la industria y del 7% al 22% en los sectores residencial y terciario.
- Sustitución de combustibles fósiles por electricidad (del 22% al 26%).

Como se veía anteriormente a partir del escenario BASE o pre-Kioto construido, se concluye que es necesario abordar medidas adicionales para alcanzar los objetivos marcados. Entre ellas, se consideran:

- Plan de Fomento de las Energías Renovables (medidas adicionales a las consideradas en la elaboración del escenario).
- Medidas de reducción de emisiones en los sectores de edificios y servicios.
- Mejoras tecnológicas sobre el parque de vehículos (ITV, renovación del parque, control de velocidad...).

En cualquier caso, para cumplir el compromiso contraído por España en cuanto a la limitación de emisiones de gases de efecto invernadero, es fundamental la elaboración definitiva de una Estrategia ante el Cambio Climático, que conlleve la definición de estas u otras medidas, acompañadas de su correspondiente partida presupuestaria que asegure su ejecución.

El posterior grado de implantación de estas políticas (para lo cual es básico contar con la colaboración de las administraciones autonómicas y locales) y su cumplimiento, serán los factores que determinen la evolución final de las emisiones de gases de efecto invernadero de nuestro país.

3

Energía y cambio climático

INTRODUCCIÓN

DEFINICIONES ÚTILES

En este capítulo aparecen una serie de conceptos que es interesante definir inicialmente:

- **tep**: tonelada equivalente de petróleo. Es la unidad utilizada por la Agencia Internacional de la Energía (AIE) para expresar sus balances energéticos en una unidad común a todas las fuentes. Equivale a 107 Kcal.
- **energía final**: energía que engloba las demandas de los usuarios finales.
- **energía primaria**: energía final más el consumo propio de los transformadores (centrales eléctricas, refinerías...), incluyendo las pérdidas asociadas a los procesos de generación, transporte y distribución.

DESARROLLO ECONÓMICO Y CONSUMO ENERGÉTICO

El desarrollo económico de un país está estrechamente ligado al incremento de su consumo energético, lo que hace prever que éste siga aumentando, no sólo en los países desarrollados, sino también en los que actualmente se encuentran en vías de desarrollo.

En la tabla 3.1 se observan las enormes desigualdades existentes en cuanto al consumo energético entre los países en función de su desarrollo. Mientras que en los países que integran la OCDE el consumo de energía primaria por habitante supera las 4,5 tep, en Asia o África apenas supera las 0,5 tep.

Dentro de la OCDE, la U.E. alcanza las 3,8 tep, mientras que España, se sitúa por debajo de la media con 2,58 tep. A nivel mundial, dado que la mayoría de la población habita en los países en desarrollo, el consumo de energía primaria por habitante se mantiene en 1,68 tep.⁶

Tabla 3.1

Consumo energético y emisiones de CO₂ a escala mundial

<i>Región</i>	<i>Consumo per cápita (tep / hab)</i>	<i>Emisiones CO₂ per cápita (tCO₂ / hab)</i>
<i>Mundo (a)</i>	<i>1,68</i>	<i>4,02</i>
<i>OCDE</i>	<i>4,60</i>	<i>11,09</i>
<i>Oriente Medio</i>	<i>2,04</i>	<i>5,69</i>
<i>Antigua URSS</i>	<i>3,19</i>	<i>8,03</i>
<i>Europa no OCDE (b)</i>	<i>2,01</i>	<i>5,33</i>
<i>China</i>	<i>0,90</i>	<i>2,59</i>
<i>Asia (c)</i>	<i>0,57</i>	<i>1,10</i>
<i>América Latina</i>	<i>1,09</i>	<i>2,16</i>
<i>África</i>	<i>0,62</i>	<i>0,96</i>

(a) No se incluye Albania, Corea y Vietnam.

(b) No se incluye Albania.

(c) No incluye China, Corea y Vietnam.

Fuente: AIE

Según las previsiones de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), el consumo energético mundial pasará en 25 años de unas 8.500 Mtep (1995) a casi 14.000 Mtep (2020) debido fundamentalmente al fuerte crecimiento del consumo en Asia y América Latina.

ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

Es indiscutible que la producción y el consumo de la energía tiene claras repercusiones sobre el medio ambiente, contribuyendo por un lado a acentuar problemas generales, como por ejemplo el agotamiento de los recursos naturales o la generación de residuos radiactivos, y por otro lado, produciendo afecciones a escala local, como pueden ser la contaminación de ríos, suelos, etc...

Mención aparte merece, por su importancia, la contaminación atmosférica. Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, los problemas más significativos en este campo son:

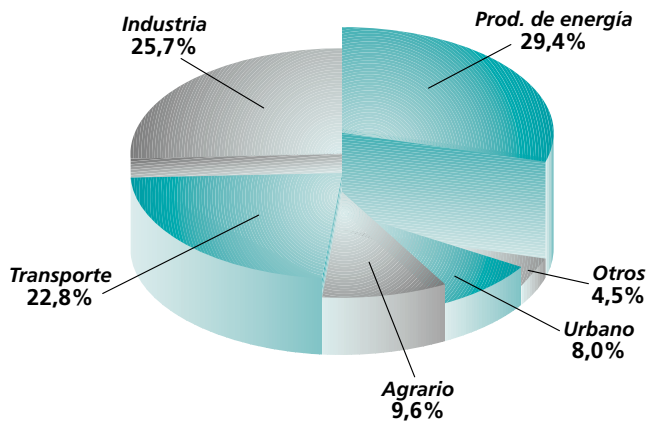
⁶ En 1994, los países de la OCDE, con el 25% de la población mundial, consumieron el 66% de la energía.

- el cambio climático
- la acidificación
- la calidad del aire urbano
- el ozono troposférico
- la reducción de la capa de ozono estratosférico

El continuo incremento del consumo energético tiene una responsabilidad importante en todos ellos.

En el problema del cambio climático, el sector energético es el principal responsable de las emisiones de gases de efecto invernadero, emitiendo grandes cantidades de CO₂, acompañadas de emisiones menores de CH₄ y N₂O procedentes de la extracción minera del carbón y del escape de gas natural.

Cuadro 3.1
Emisiones de CO₂ debidas a cada una de las actividades



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

Por esta razón, el sector energético es clave en la definición de las estrategias políticas orientadas a la consecución de las limitaciones acordadas en el Protocolo de Kioto.

Puesto que no es posible impedir que las emisiones de gases de efecto invernadero lleguen a la atmósfera una vez producidas (utilizando filtros por ejemplo), para limitarlas es indispensable evitar que se produzcan.

Dentro de las medidas que pueden implantarse, sin perjuicio del desarrollo económico del país, existen dos posibles líneas de actuación:

- Fomento del **ahorro y la eficiencia energética**, para obtener los mismos servicios (producción industrial, confort en la vivienda, movilidad, etc...) utilizando menos energía y por lo tanto, reduciendo las emisiones.

Según el IPCC ⁷, es viable reducir el consumo energético entre un 10% y un 30% con un beneficio económico asociado, aplicando técnicas de conservación y mejores prácticas de gestión durante los próximos 20 a 30 años. La eficiencia podría aumentar entre el 50% y el 60% en muchos países durante el mismo período si se utilizase la tecnología apropiada.

Por su parte, el informe de 1996 al Club de Roma titulado Factor 4, defiende la filosofía de que no sólo es posible, sino técnica y económicamente viable, multiplicar por cuatro (en algunos casos por un factor mayor) la productividad de los recursos. La "revolución de la eficiencia" se presenta en este informe como una opción rentable y aplicable en todos los sectores: procesos industriales, transporte, edificación, climatización, iluminación, electrodomésticos, aparatos de oficina, etc...

- Utilización de **fuentes de energía más "limpias"**, es decir aquellas que emiten menos CO₂.

En este sentido se debe aplicar la más avanzada tecnología para reducir en lo posible las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del uso de combustibles fósiles; entre estos, el gas natural produce menos CO₂ que el petróleo, y éste menos que el carbón.

También hay que considerar que la energía nuclear no produce emisiones de CO₂, aunque tiene otras problemáticas asociadas, especialmente las relacionadas con la seguridad y con el tratamiento y eliminación de los residuos radiactivos que produce.

Quizá el aspecto más importante en este apartado es el fomento de las *energías renovables*, que aportan otra serie de beneficios además de contribuir a reducir el problema del cambio climático.

⁷ Síntesis del Segundo Informe de Evaluación del IPCC sobre la información científica y técnica pertinente para interpretar el artículo 2 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Demanda y suministro de energía.

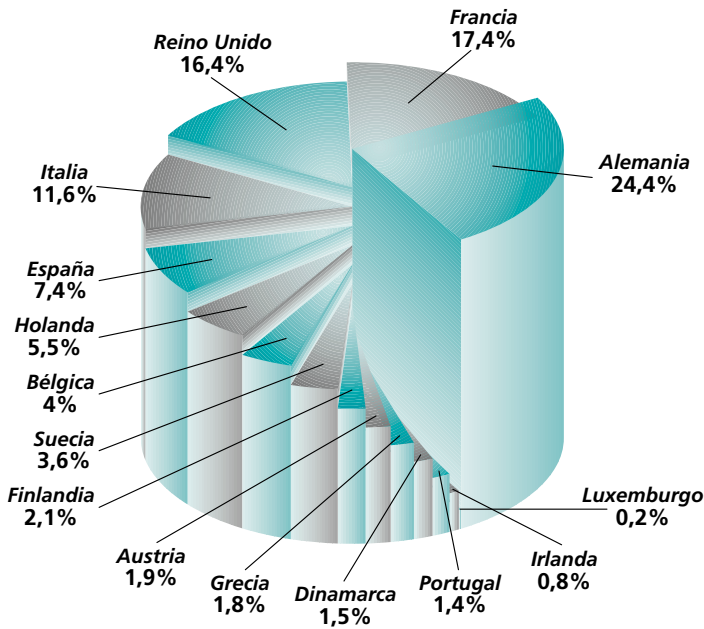
PRODUCCIÓN Y CONSUMO ENERGÉTICO EN ESPAÑA

MARCO DE REFERENCIA

El consumo de energía primaria en España supone un 7,4% del total de la U.E. (cuadro 3.2) y constituye la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero en nuestro país, con aproximadamente un 76% sobre el total nacional de las emisiones.⁸

Cuadro 3.2

Consumo de energía primaria en la Unión Europea. Año 1.997



Fuente: ODYSSEE

Con objeto de analizar las estrategias relacionadas con la limitación de emisiones de gases de efecto invernadero, conviene describir la situación existente en el sector energético de nuestro país.

El programa nacional para la limitación de las emisiones de CO₂ durante la década de los 90 ha estado basado en el *Plan Energético Nacional* (PEN) 1991-2000, y especialmente en uno de sus instrumentos: el *Plan de Ahorro y Eficiencia Energética* (PAEE).

El PAEE se estructura en cuatro programas de actuación: Ahorro, Sustitución, Cogeneración y Energías Renovables, con objetivos respectivamente de disminuir la demanda de energía final, sustituir el uso de petróleo y electricidad por gas natural, promover la cogeneración y desarrollar y fomentar las energías renovables. Como objetivos generales se

⁸ Segunda Comunicación Nacional de España a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

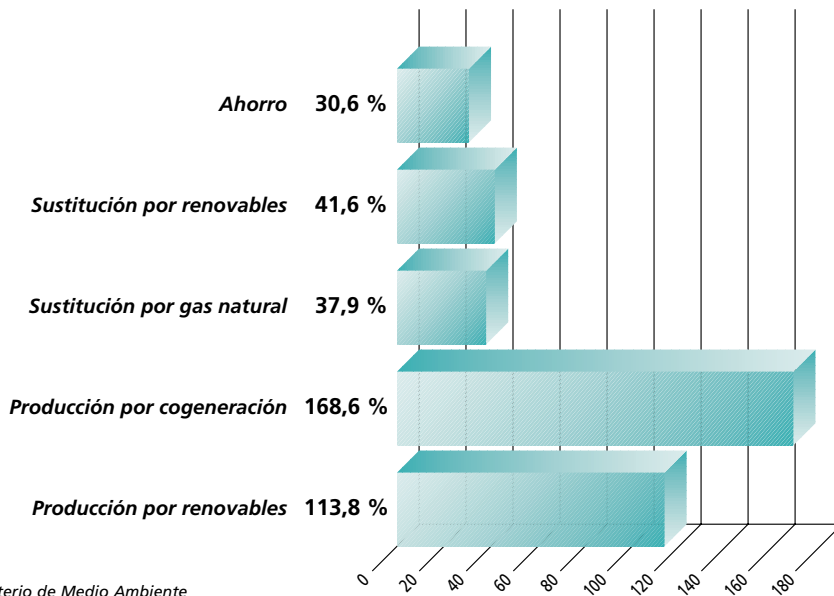
marcaban la reducción en un 7,6% de la demanda de energía final y la producción de 13.700 GWh de energía eléctrica. La reducción en las emisiones de CO₂ asociadas al programa se calculan en 26.089 kt/año.

Gracias a estas medidas, pero sobre todo a que el crecimiento económico durante los primeros años 90 fue muy inferior al que se esperaba, las emisiones de CO₂ procedentes de la generación eléctrica han experimentado un crecimiento menor al previsto para el período 1990-1999.

No obstante, es destacable que las expectativas del PAEE, en lo que respecta al Programa de Ahorro, no se han visto cumplidas más que en un 30% (cuadro 3.3).

Cuadro 3.3

Cumplimiento de los Programas del PAEE a finales de 1.996



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

En los últimos años, el panorama energético español ha cambiado radicalmente ya que, como consecuencia de su pertenencia a la Unión Europea, España ha tenido que abordar una serie de medidas liberalizadoras del mercado.

Dentro de la U.E., las Directivas 96/92/CE y 98/30/CE, establecen el marco de referencia para la política energética europea y regulan los diferentes modelos de apertura de los mercados eléctricos y del gas de los Estados miembros.

Así, en 1997 fue transpuesta la Directiva 96/92/CE a través de la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, que junto a los Reales Decretos que regulan determinados elementos relacionados con el sector (tarifas, costes del transporte, distribución y comercialización, etc...), constituyen la base del nuevo sistema eléctrico español.

Los elementos fundamentales del proceso de liberalización y competencia en los que se basa este sistema son los siguientes:

- libertad de construcción de nuevas centrales de generación de electricidad
- libre competencia entre las empresas generadoras de electricidad
- libertad progresiva de los consumidores para elegir el suministrador de electricidad, y pactar con él las condiciones y el precio del kWh
- libre comercialización de la electricidad
- libertad de acceso a las redes de transporte y distribución de electricidad
- libertad de compra-venta de electricidad a empresas / consumidores de la U.E.

Este nuevo régimen de producción de electricidad contempla la gestión de la demanda eléctrica, y establece la necesidad de elaborar un Plan de Fomento de las Energías Renovables.

Asimismo tiene en consideración la elaboración de planes de ahorro y eficiencia energética para optimizar rendimientos de procesos de transformación de energía y para sustituir el tipo de combustible en empresas o sectores de alto consumo energético, a tenor de los intereses a nivel nacional.

En cuanto a los autoprodutores, el R.D. 2366/1994 regula la producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energías renovables. En el marco del Protocolo Eléctrico Nacional se está estudiando la reglamentación correspondiente a estos productores.

Por otra parte, la Ley 34/1998 del Sector Hidrocarburos, que avanza en el sentido de la liberalización del sector, contempla la gestión de la demanda del gas y, también, la elaboración de unos planes de ahorro y de eficiencia energética.

Dentro de una estrategia de fomento de la eficacia energética el Ministerio de Industria y Energía ha elaborado una propuesta para su inclusión en los Planes de Desarrollo Regional, que sustituye a las ayudas a fondo perdido por nuevos instrumentos financieros (entre otros financiación por terceros, bonificación de intereses, sociedades de capital-riesgo, etc...).

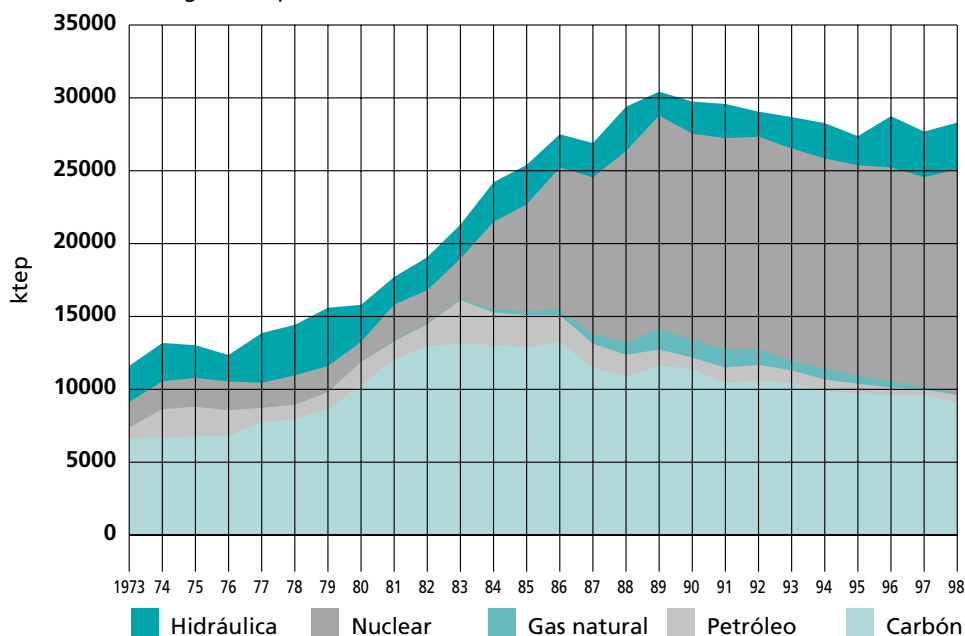
A pesar de todas estas actuaciones, es necesario avanzar más, teniendo en cuenta la magnitud del problema, en determinadas materias que podrían ser de sencilla aplicación, como las que favorecen el ahorro energético. Las Declaraciones y los Programas no suponen ninguna solución si no llevan aparejada una decidida acción pública que fomente su puesta en marcha.

PRODUCCIÓN

Como aparece reflejado en el cuadro 3.4, en los últimos 25 años la producción nacional de energía ha aumentado considerablemente.

Cuadro 3.4

Producción de energía en España



Fuente: MINER / Dirección General de la Energía

En España, la producción de energía se basa fundamentalmente en la energía hidráulica y la nuclear, así como en la explotación de los yacimientos de carbón. En el caso de los hidrocarburos, el agotamiento de los yacimientos nacionales de petróleo y gas natural hace que su contribución vaya desapareciendo y que sea necesario incrementar su importación.

- La energía *hidráulica* se utiliza para la *producción de electricidad*, suponiendo alrededor del un 20% del total nacional. Esta cifra depende directamente de la hidraulicidad del año, ya que la capacidad de los embalses ha experimentado escasas modificaciones en los últimos 10 años. Normalmente la disminución en la producción de energía hidroeléctrica se compensa con mayor producción de las centrales termoeléctricas clásicas, es decir, aquellas que queman combustibles fósiles.

- La producción de *energía nuclear*, que creció durante los años 80, se mantiene estable desde que en 1983 se aprobara la moratoria nuclear. A partir de entonces se ha procedido a aumentar la potencia de las instalaciones existentes y a alargar su vida útil, pero no se ha puesto ninguna nueva central en marcha. En la actualidad España cuenta con 9 centrales nucleares con una potencia total instalada de 7.580 MW ⁹, lo que supone aproximadamente un 15% del total nacional.

⁹ Memoria Estadística eléctrica. UNESA, 1.997

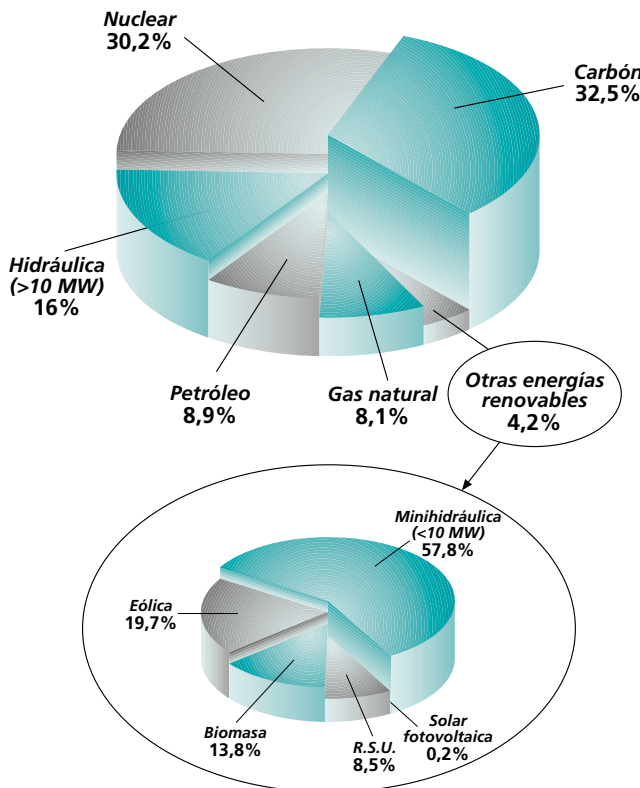
- La producción de *carbón* está disminuyendo a causa de la progresiva sustitución por carbón de importación y por otros combustibles (por ej. las calefacciones de carbón a gas natural). Esta sustitución se debe a razones de competitividad económica (para mantener unos precios adecuados la actividad minera del carbón en determinadas zonas de España recibía una subvención del Estado. Esta no va a poder mantenerse debido al marco regulador creado por la U.E.) y a razones de carácter ambiental (como consecuencia del alto contenido en azufre y bajo poder calorífico del carbón nacional).

Las centrales eléctricas y las industrias siderúrgica y cementera son los principales usuarios del carbón, mientras que otras utilidades en la industria y el sector residencial han disminuido considerablemente debido a la sustitución por otros combustibles.

GENERACIÓN ELÉCTRICA

No debe confundirse la producción de energía primaria con la producción eléctrica. De hecho, el sector eléctrico es un importante consumidor de energía primaria. En España la producción de electricidad se estructura según representa el cuadro 3.5, en el que se puede apreciar que aproximadamente el 50% procede de los combustibles fósiles.

Cuadro 3.5
Estructura de la Generación eléctrica en 1.998



Fuente: MINER / IDAE

CONSUMO

A pesar del incremento que veíamos en la producción nacional de energía, el nivel de autoabastecimiento apenas alcanza el 30%, teniendo que cubrirse el resto de la demanda con importaciones (fundamentalmente combustibles fósiles) (tabla 3.2).

Tabla 3.2
Grado de autoabastecimiento*

Energía	1.997	1.998
Carbón	54,7	51,4
Petróleo	0,6	0,9
Gas natural	1,4	0,8
Nuclear	100	100
Hidráulica	100	100
Energías renovables	100	100
.....		
TOTAL	29,4	28,3

*Relación entre producción y consumo total de energía (Ktep).
Metodología: A.I.E.

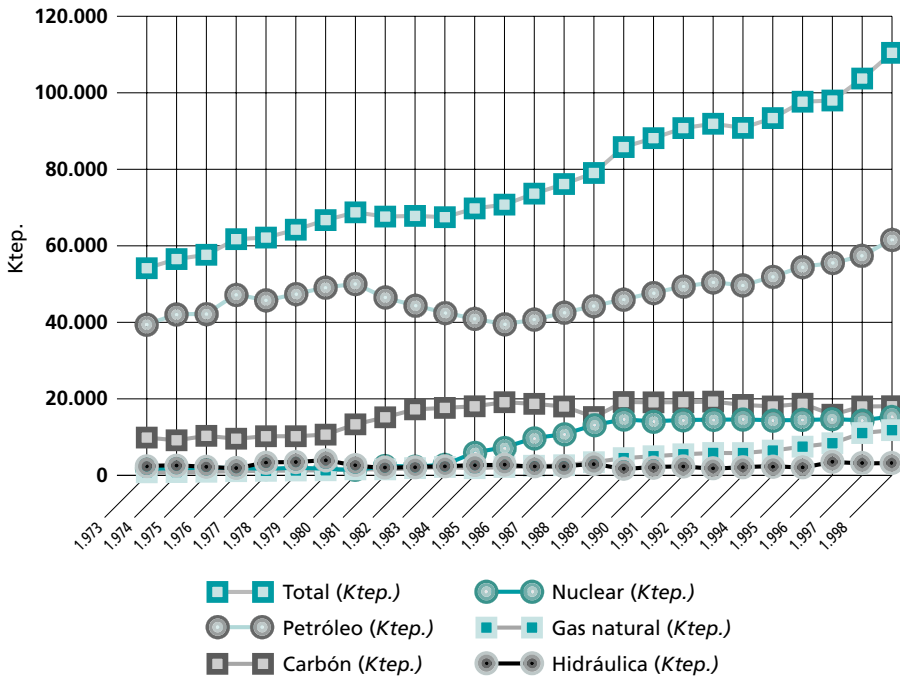
Fuente: MINER / Dirección General de la Energía

Como puede observarse en los cuadros 3.6 y 3.7, en España, el consumo de energía final durante el último trienio se estructura como sigue: el 69% de productos petrolíferos, un 18% de electricidad, el 9% de gas, y el resto de carbón y energías renovables de uso final.

En cuanto al comportamiento de la energía primaria durante este último trienio, alrededor del 56% corresponde al petróleo, el 19% al carbón, un 15% es de origen nuclear, el 7% se deriva del gas natural, mientras que el resto corresponde a las energías renovables, incluyendo la hidráulica.

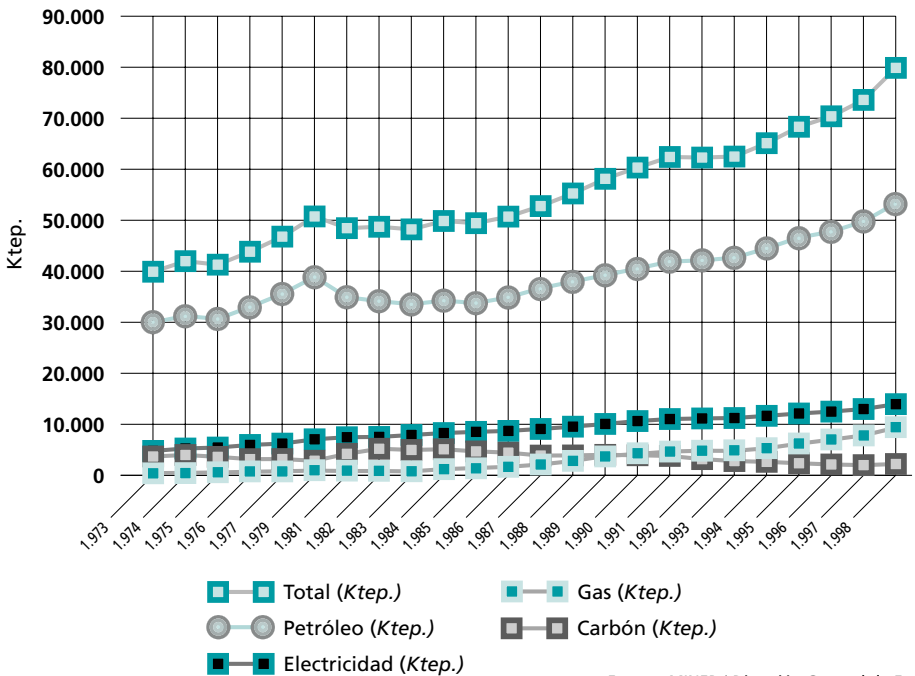
La diferencia entre ambas estadísticas se debe a que el consumo de energía final tiene en cuenta la electricidad, mientras que en el de energía primaria, en su lugar aparecerán las fuentes de producción eléctrica (carbón, petróleo, nuclear...).

Cuadro 3.6
Consumo de energía primaria



Fuente: MINER / Dirección General de Energía

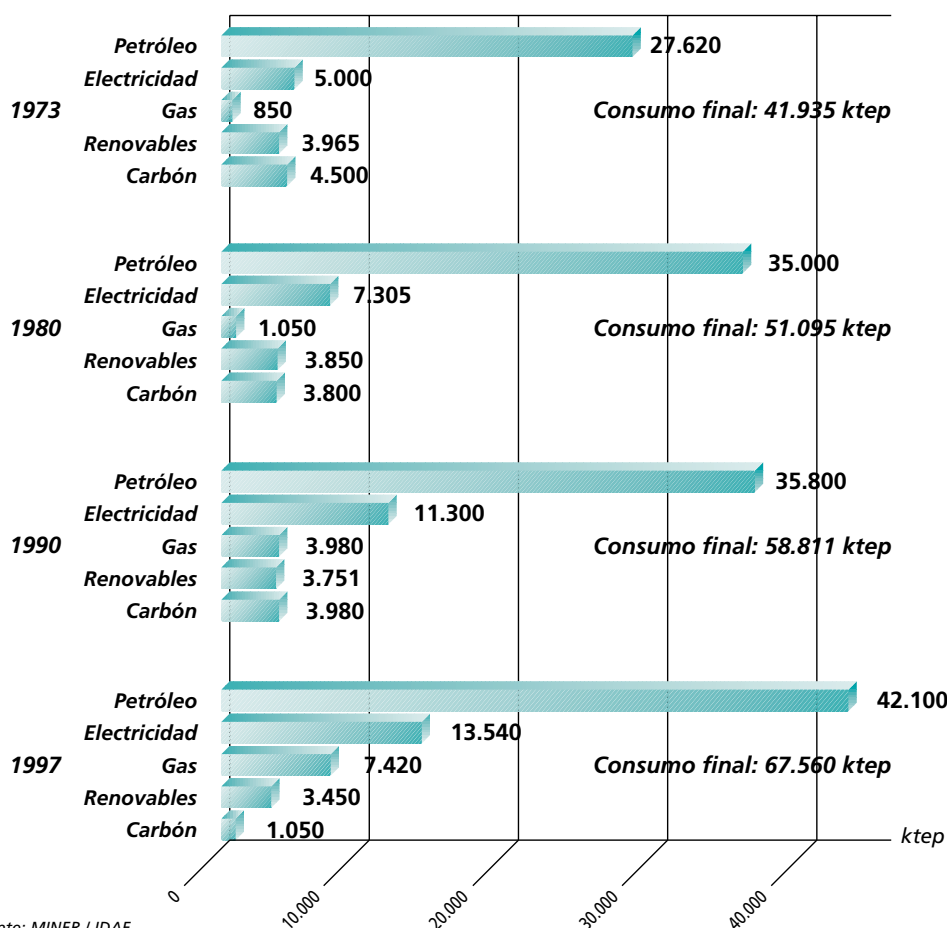
Cuadro 3.7
Consumo de energía final



Fuente: MINER / Dirección General de Energía

Cuadro 3.8

Consumo de energía final por fuentes



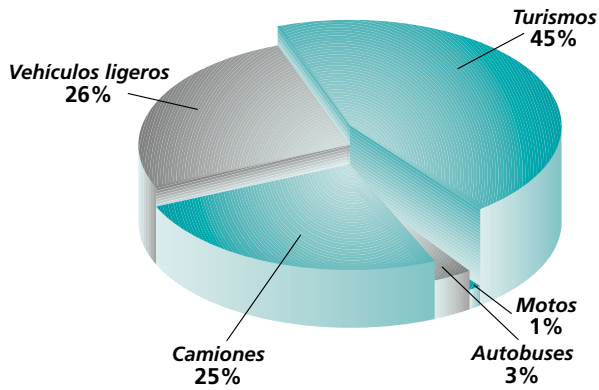
Fuente: MINER / IDAE

En cuanto al consumo de energía final, el uso del petróleo crece como consecuencia de su utilización en el sector de los transportes y de la importancia de este sector en el total. El transporte ha pasado del 30% del consumo de energía final a más del 40% desde 1980, mientras que el peso de la industria en el consumo ha disminuido de forma notable, debido al período de reconversión industrial que se ha experimentado en nuestro país.

Por sectores, los principales consumidores de energía final son la industria y el transporte. La demanda energética de la actividad industrial, que había disminuido, está tendiendo a la recuperación, mientras que el consumo debido al transporte continúa su crecimiento. En el sector residencial y de servicios se aprecia un ligero aumento, mayor en los años con condiciones climáticas más severas. En los cuatro cuadros siguientes (3.9A, 3.9B, 3.9C y 3.9D) se presenta la distribución del consumo energético para cada uno de los sectores.

Cuadro 3.9A

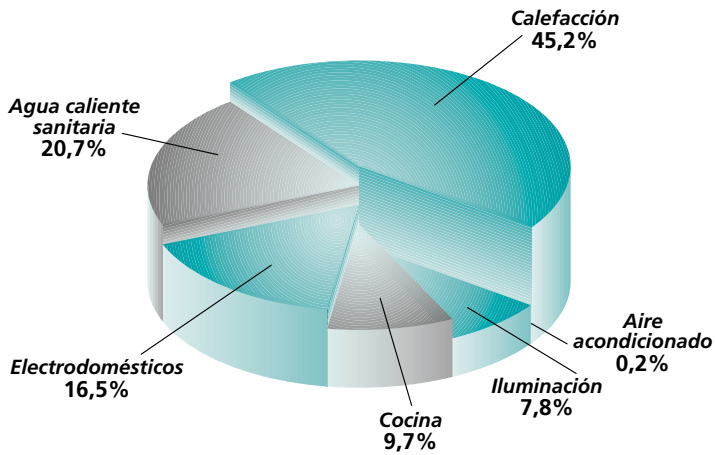
Distribución del consumo de energía en el transporte por carretera, 1997



Fuente: IDAE

Cuadro 3.9B

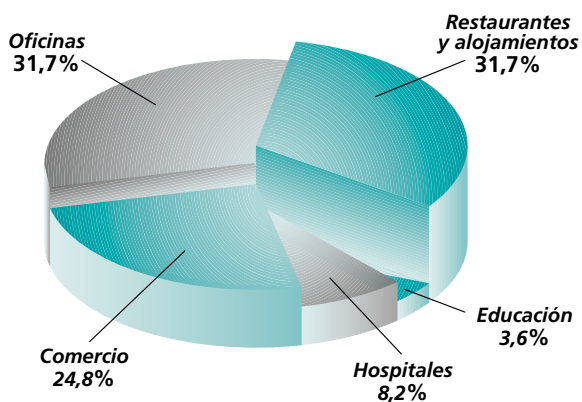
Distribución del consumo de energía en el sector residencial, 1997



Fuente: IDAE

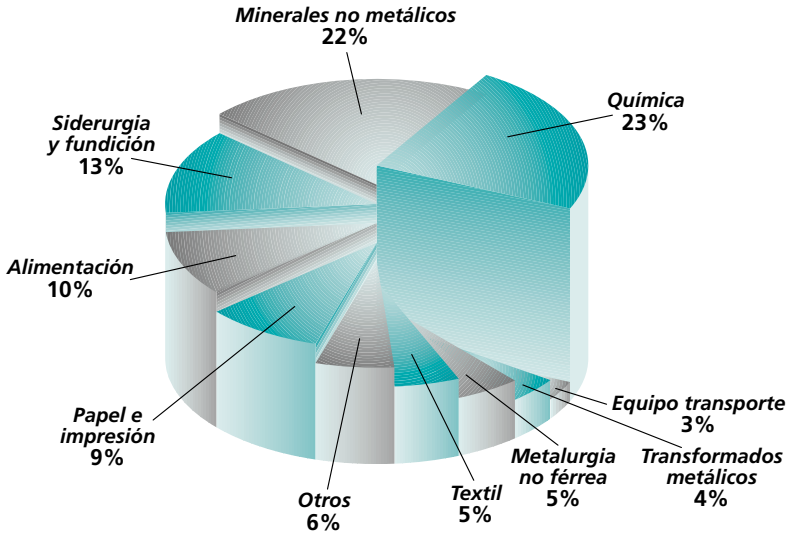
Cuadro 3.9C

Distribución del consumo de energía en el sector servicios, 1997



Fuente: IDAE

Cuadro 3.9D
Distribución del consumo de energía en el sector industrial, 1997



Fuente: IDAE

ENERGÍAS RENOVABLES

Dentro de la categoría de “energías renovables”, es decir de aquellas fuentes de energía que no se agotan, se consideran las siguientes:

- Solar térmica
- Solar fotovoltaica
- Biomasa
- Eólica
- Minihidráulica
- Geotérmica
- Energía del mar

A continuación se describen sus aspectos más relevantes. ¹⁰

ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Cuando se habla de energía solar térmica, se suele distinguir entre energía solar pasiva y energía solar activa, dependiendo de los elementos utilizados para el aprovechamiento de la radiación del sol.

- La *energía solar pasiva* consiste en el uso directo de la luz y el calor del sol, captándolos, almacenándolos y distribuyéndolos de forma natural, sin necesidad de elementos mecánicos.
- La *energía solar activa* consiste en hacer uso de la luz y el calor del sol mediante procedimientos técnicos simples y una serie de dispositivos, captándolos, almacenándolos y transmitiéndolos a otros usos derivados.

La *energía solar pasiva* se contempla por muchos países como una opción energética con gran potencial y competitividad. Hasta ahora se ha venido aplicando casi con exclusividad en la edificación, conformando un elemento básico de lo que se conoce como Arquitectura Bioclimática.

La Arquitectura Bioclimática es el aprovechamiento de todos los aspectos beneficiosos del clima a través de elementos construidos para ello. Entre estos elementos destacan los acristalamientos (captan la energía solar y retienen el calor por efecto invernadero), los elementos reflectores (protegen de la radiación en verano y aumentan la radiación en invierno) o los elementos de protección, como aislamientos o persianas.

Combinando estos elementos simples podemos obtener otros sistemas más complejos. Una buena combinación y diseño pueden dar lugar a situaciones muy confortables, sin olvidar el ahorro económico que supone el uso de la energía natural.

En España, la arquitectura bioclimática está poco desarrollada, aunque hay experiencias en las que se han obtenido muy buenos resultados. Esta falta de desarrollo se debe principalmente a la escasa divulgación y a la

¹⁰ Las cifras, salvo que se indique lo contrario, proceden del Grupo de trabajo sobre Eficiencia Energética y Energías Renovables. IV Congreso Nacional del Medio Ambiente.

existencia de soluciones más sencillas, aunque mucho menos eficientes desde el punto de vista energético, para los problemas de climatización.

En cuanto a la *energía solar activa*, existen aplicaciones para bajas y altas temperaturas.

La tecnología solar activa de *baja temperatura* basada en colectores de placa plana es la más desarrollada. Se destina a aplicaciones que requieren temperaturas inferiores a los 50-60°C. El sistema está constituido por un colector que capta la radiación, un subsistema de almacenamiento, un sistema de transporte de energía (tuberías, bombas, intercambiadores) y otro de utilización o consumición de la energía solar captada. Son instalaciones con forma de panel que deben estar inclinadas y orientadas de manera que el aprovechamiento de la energía sea máximo. El calor del sol se capta, se almacena y se distribuye a los distintos usos cuando sea necesario, a través de elementos mecánicos.

Estos colectores planos se usan sobre todo para calentamiento de agua (80-90% de los casos) y para calefacción. Hay otras aplicaciones excepcionales, como invernaderos, acondicionamiento de naves industriales...

España, debido a su situación geográfica, es un país con grandes posibilidades para el desarrollo de la energía solar térmica activa. Este sector no se ha desarrollado como cabría esperarse, posiblemente por el gasto económico inicial, o el desconocimiento de la tecnología y su rentabilidad.

Existen unos 10 fabricantes de colectores y un número mayor de instaladores que, en general, cuentan con gran experiencia. Además, la legislación existente contiene las condiciones que deben reunir los paneles para la obtención de energía solar térmica, y normas e instrucciones técnicas para la homologación de éstos.

Los costes en sistemas activos son variables dependiendo de la instalación, ya que cada una necesita un tipo de colector determinado. También la zona climática influye en el diseño del sistema con costes adicionales para las instalaciones con peligro de heladas... Evidentemente las Comunidades Autónomas con mayor concentración de instalaciones son las más beneficiadas en cuanto a radiación solar: Baleares, Canarias, Andalucía, Valencia y Cataluña.

En cualquier caso el coste inicial de la instalación es alto. Aunque se amortiza rápido, son necesarias, para solucionar parte del problema, ayudas y subvenciones de los Ayuntamientos o Comunidades Autónomas. Un ejemplo es el programa PROSOL, lanzado por la Junta de Andalucía, un programa de financiación que quiere promover el desarrollo y uso de la energía solar facilitando al potencial usuario la adquisición de una instalación de energía solar mediante el pago aplazado de la misma.

Es importante para que se lleven a cabo instalaciones de colectores la necesidad de referencias con respecto a instalaciones ya existentes. Encuestas realizadas¹¹ a consumidores de la energía solar indican que en

¹¹ IDAE: *Manuales de Energías Renovables / Energía Solar térmica.*

el 75-90% de los casos la opinión es buena o muy buena, mientras que el 3-10% de los consumidores no están satisfechos, por razones de bajo rendimiento, averías frecuentes o instalaciones no adaptadas a su aplicación.

La tecnología solar activa de *media y alta temperatura* está menos desarrollada. A partir de los 80°C el rendimiento de los colectores solares de placa plana es bajo, y por ello es necesario el uso de otro tipo de elementos de captación. Además, para temperaturas altas se precisa mayor cantidad de radiación solar, y por tanto una mayor concentración de ésta, y la utilización de nuevos elementos para conseguirlo. Estos elementos son costosos, y están todavía en periodo de investigación.

En cuanto a los *aspectos ambientales* de los sistemas pasivos y activos en calefacción y refrigeración solar destacan:

- Como aspecto positivo, la desaparición de todos los impactos relacionados con los combustibles fósiles, en especial la gran cantidad de CO₂ emitida en su combustión.

- Como aspecto negativo el impacto visual. En caso de energía solar pasiva, la introducción de nuevos elementos en el edificio no suele dar lugar a efectos negativos. Con respecto a la energía solar activa, los paneles solares pueden producir efectos visuales no deseados, que pueden reducirse o enmascarse adaptando estos elementos a su entorno.

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTÁICA

Es otra forma de captar la energía solar para su aprovechamiento, que consiste en la conversión directa de la radiación solar en electricidad mediante sistemas fotovoltaicos.

Un sistema fotovoltaico está formado por las células solares (que transforman la luz en electricidad), un acumulador, un regulador de carga (que impide que llegue más energía al acumulador cuando ha alcanzado su carga máxima) y un sistema de adaptación de corriente (que adapta a la demanda las características de la corriente generada).

Es importante la posición de las células o paneles fotovoltaicos, que deben estar inclinados y orientados de forma determinada, con el fin de aprovechar al máximo la radiación solar a lo largo del año. Estas células suelen ser de silicio, aunque se estudia el posible uso de otros materiales.

Una ventaja de estos sistemas es que no necesitan estar conectados a la red de distribución, ya que generan la electricidad en el mismo lugar de consumo. Por esta razón, los paneles solares fotovoltaicos se utilizan fundamentalmente en lugares de difícil acceso a la red eléctrica, como por ejemplo en repetidores de radio y TV, sistemas de bombeo, iluminación pública, faros, calculadoras, telefonía móvil y sobre todo para electrificación de zonas aisladas (zonas rurales, refugios de montaña...), aunque actualmente existen algunas instalaciones de producción eléctrica conectadas a la red.

En los últimos años el mercado fotovoltaico ha crecido mundialmente a gran velocidad. España es el segundo país productor de la C.E. de módulos fotovoltaicos. Existen 2 fabricantes de colectores y unas 20 empresas instaladoras que cuentan con muy buena preparación y experiencia.¹²

Los costes de las instalaciones, aunque son altos van disminuyendo, debido al avance de la tecnología y los materiales utilizados en los últimos años.

España también ocupa el segundo puesto en la C.E. en cuanto a potencia instalada. Los paneles se utilizan principalmente en electrificación de zonas rurales y alumbramiento de zonas aisladas (señalización, faros...), aunque también son utilizados en productos de consumo (calculadoras, relojes...) y sistemas de bombeo.

Estudios realizados por el IDAE indican que en el 70% de los casos, los usuarios opinan que la eficiencia de sus paneles es muy buena, y el 21% opina que es buena, mientras que el 5% opinan que la eficiencia es regular y el 4% mala, posiblemente debido a problemas de instalación y mantenimiento.

En cuanto a los *aspectos ambientales* relacionados con el uso de paneles solares fotovoltaicos, cabe destacar los siguientes:

- Se evitan todos los impactos asociados a los combustibles fósiles: a su extracción, transformación, combustión (emisiones de sustancias contaminantes, especialmente CO₂), y transporte.
- El impacto en el ecosistema natural depende del área cubierta por el sistema fotovoltaico, el periodo de construcción, el tipo de suelo y la biodiversidad existente. Sin embargo, una cuidada planificación y el restablecimiento del habitat pueden mitigar estos impactos.
- El impacto visual puede evitarse mediante la integración de paneles en cubiertas y fachadas de los edificios.
- En la fabricación de los componentes fotovoltaicos se utilizan algunos materiales potencialmente tóxicos y peligrosos, que hay que almacenar adecuadamente para evitar emisiones al suelo y aguas subterráneas.

BIOMASA

La biomasa es materia orgánica que puede aprovecharse energéticamente mediante su combustión.

Puede ser de origen natural (producida en los ecosistemas naturales, como es el caso de la leña), de origen residual (residuos forestales y agrícolas, residuos sólidos urbanos, residuos biodegradables), cultivos energéticos (cultivados especialmente para ser utilizados como biomasa) o excedentes agrícolas.

¹² IDAE: *Manuales de Energías Renovables / Energía Eólica*.

La producción inicial de biomasa se realiza por medio del proceso de la fotosíntesis, mediante el cual los vegetales son capaces de captar la energía solar y almacenarla en los enlaces de las moléculas orgánicas que forman su biomasa.

La aplicación más común de la biomasa es la combustión directa, aunque existen tecnologías en fase de desarrollo como pueden ser la gasificación, la pirólisis, la fermentación alcohólica o la digestión anaerobia, que transforman la biomasa inicial en otros combustibles con características más favorables para su uso.

La biomasa se usa principalmente como combustible en establecimientos industriales, o en el sector doméstico para calefacción, cocina y agua caliente. También puede ser utilizada como combustible para los medios de transporte y evitar de este modo el uso de combustibles fósiles. En este caso se utilizan los denominados biocombustibles, obtenidos después de haber aplicado varios tipos de procesos industriales a algunos cultivos energéticos y a los excedentes agrarios.

Es muy difícil establecer el coste de la biomasa. Por ejemplo, en el caso de combustibles procedentes de biomasa residual depende mucho del tipo de residuo y de las facilidades para su recogida, almacenamiento y transporte. En caso de industrias que generan su propio residuo orgánico, en general, les suele resultar rentable su utilización, pero en caso de los residuos de cosechas agrícolas o forestales, existe el problema de la inseguridad de la garantía del suministro y precio de un año para otro, por lo que es difícil que las industrias consumidoras se arriesguen a depender de este tipo de combustible a no ser que existan garantías contractuales solventes en cuanto a la seguridad del suministro. Aunque en la mayoría de los casos los residuos sean gratis, el coste de recolección y transporte junto con las incertidumbres apuntadas anteriormente, hacen muy difícil la viabilidad de este tipo de proyectos.

Del total de la energía que se consume en el mundo, la biomasa supone el 14,6%, pero el reparto es muy desigual entre los países industrializados y los países en vías de desarrollo. Así, mientras en el conjunto de países industrializados el consumo de biomasa para fines energéticos se estima en el 2,8% de su consumo total, para los países en vías de desarrollo la biomasa supone la fuente energética más importante, representando un 37,8% del consumo total de energía.

En España, el consumo de biomasa ha aumentado en los últimos años, pero el aprovechamiento anual corresponde a un tanto por cien muy pequeño de los recursos explotables de esta fuente de energía (menos del 10% en 1996).

El principal sector de utilización de la biomasa es el doméstico (agua caliente y calefacción), que consume el 55,35%, seguido del industrial con un 43,7%. Además, cada vez es más frecuente la utilización de biocombustibles para la producción de electricidad en sustitución de los combustibles fósiles tradicionales, como es el caso, por ejemplo, de los autobuses que funcionan en alguna de nuestras ciudades con aceite de girasol.

En cuanto a los tipos de combustible utilizados en nuestro país (según datos del IDAE) destacan en primer lugar las leñas y astillas (49,6%) seguidas por las leñas negras (15%), los serrines y virutas (11,9%), el orujo de aceituna (8,4%), las cortezas (6,9%) y el carbón vegetal (3,1%).

Algunos de los aspectos ambientales relacionados con la biomasa son los siguientes:

- Los cultivos energéticos producen una carga medioambiental cuando estos se plantean en terrenos no cultivados. La utilización de terrenos cultivados previamente reduce el impacto ambiental en relación a los cultivos convencionales (menor uso de herbicidas y fertilizantes, menor erosión del suelo, incremento de la diversidad de flora y fauna...), aunque existe un impacto visual producido por los graneros o silos de almacenamiento, y sobre todo por la chimenea de las plantas de combustión.

- Con el uso de biocombustibles en lugar de combustibles fósiles se evitan todos los impactos asociados a estos últimos.

- Un problema es la deforestación, ya que con la tala de los árboles para la obtención de leña evitamos que éstos sigan consumiendo CO₂, gas de efecto invernadero.

- Por otro lado, las emisiones debidas a la combustión de la biomasa tienen ventajas con respecto a otros combustibles. La emisión de partículas se puede evitar optimizando las condiciones del proceso (temperatura, exceso de oxígeno...), los humos casi no contienen compuestos de nitrógeno, azufre o cloro (los más problemáticos) y las cenizas son inertes.

ENERGÍA EÓLICA

Consiste en el aprovechamiento de la energía contenida en el viento mediante la utilización de máquinas eólicas (aerogeneradores), que transforman esta energía en electricidad.

La energía eólica representa hoy en día una de las fuentes energéticas más baratas. El espectacular desarrollo experimentado en la tecnología de aprovechamiento de esta energía hace que sea totalmente competitiva con otras fuentes tradicionales de producción energética.

Para aprovechar la energía contenida en el viento se pueden utilizar instalaciones conectadas a la red eléctrica de distribución general, o instalaciones aisladas. Las instalaciones conectadas a la red vierten a ésta la energía producida; es el caso de los aerogeneradores de gran potencia, y de parques eólicos (grupo de aerogeneradores de media potencia). Las instalaciones no conectadas a la red suelen ser aerogeneradores de pequeña potencia que proporcionan la electricidad en viviendas aisladas, agua caliente, sistemas de bombeo, repetidores de radio y TV...

España tiene un gran potencial eólico. El rápido desarrollo tecnológico experimentado en los últimos años en este campo ha situado a nuestro

país en cuarto lugar en la C.E. en cuanto a potencia instalada. Aunque también se lleva a cabo la importación de máquinas eólicas, en la actualidad existe un gran número de fabricantes e instaladores nacionales que, en general, cuentan con gran experiencia.

Las instalaciones dependen principalmente del coste económico, del terreno disponible y del potencial eólico existente en la zona. En España, las comunidades que cuentan con mayor número de instalaciones, son las que disponen de alto potencial. De esta forma Andalucía cuenta con el 32% de la potencia instalada en el país, seguida de Canarias y Navarra con un 23% del total; Aragón con un 16%, Cataluña con un 4% y finalmente Galicia, con un 2%. Se construyen sobre todo parques eólicos, grupos de generadores de media potencia que producen electricidad y la vierten a la red de distribución general.

Por último decir que en 1995 existían en España 636 aerogeneradores, a finales de 1996 se llegó a 842 y a finales de 1997 se ha alcanzado la cifra de 1319 aerogeneradores, datos que muestran claramente cómo la energía eólica crece de forma continuada con los años.

Algunos de los *aspectos ambientales* relacionados con la energía eólica se muestran a continuación:

- Las emisiones gaseosas son nulas, evitando los problemas debidos al CO₂ y compuestos azufrados enviados a la atmósfera en caso de utilizar otras fuentes de energía.
- Los aerogeneradores ocupan grandes superficies, de las cuales no podremos disponer para otros fines.
- Impacto sobre la flora y el suelo, sobre todo en la fase de construcción, debido al movimiento de tierras.
- Efectos sobre la avifauna, aunque el peligro de choque es bajo.
- Impacto visual: es la objeción más frecuente hecha contra los aerogeneradores y es el principal factor que determina las actitudes públicas contra la aplicación de la energía eólica, por ello es un problema que no puede ser ignorado en su desarrollo.
- Ruido, derivado del propio funcionamiento. En general los niveles de ruido están por debajo del ruido de fondo generado por el propio viento.

ENERGÍA MINIHIDRÁULICA

Se conoce como minicentral a la central hidroeléctrica de pequeña potencia (<10 MW). Su mayor uso con respecto a las grandes centrales hidroeléctricas se debe, principalmente, a la falta de adaptación de estas últimas a la demanda de energía.

En las minicentrales hidroeléctricas se obtiene energía del agua. El pro-

cedimiento consiste en aprovechar o provocar un salto a un caudal de agua determinado, empleando la energía potencial de esta caída. La energía obtenida se convierte en electricidad mediante elementos conocidos como turbinas.

Hace muchos años que existen instalaciones que aprovechan la energía del agua, y con el tiempo se ha ido mejorando la tecnología. Actualmente la tecnología hidráulica está muy consolidada.

En nuestro país el potencial hidráulico es considerable. Sin embargo, la tasa de utilización de los recursos disponibles es baja, poco superior al 50% del potencial técnico de los ríos peninsulares, en evidente contraste con los países europeos de nuestro entorno, como Francia, Italia, Alemania o Suiza, en los cuales se han alcanzado tasas de utilización superiores al 70%. El futuro de las centrales en los próximos años se centra en la ampliación y sobre todo en la rehabilitación de centrales ya existentes.

Actualmente operan en nuestro país unas 900 minicentrales, de las cuales 400 se han rehabilitado, modernizado o construido durante los últimos 10 años. El mayor número de instalaciones se encuentran en Castilla y León, seguido de Cataluña, Navarra, Galicia y Andalucía.

Las centrales hidroeléctricas de pequeña potencia (minicentrales) no requieren grandes instalaciones, y por lo tanto tienen un impacto ambiental menor que el esperado. Además, hay que tener en cuenta que en muchos casos, en lugar de construir nuevas instalaciones se van a rehabilitar las ya existentes, y en no habrá impactos adicionales.

Los efectos más destacados son los siguientes:

- Alteraciones en el suelo y vegetación en la fase de construcción.
- Impacto visual.
- Alteración de flora y fauna: deben ser capaces de adaptarse a los cambios.
- Influencia en el abastecimiento de aguas y usos agrícolas de poblaciones cercanas (peor calidad del agua).
- Impacto sonoro: la turbina o el alternador pueden dar lugar a ruidos molestos para la población.

ENERGÍA GEOTÉRMICA

Es la que se obtiene del calor acumulado bajo tierra.

Esta fuente de energía está desarrollada en algunos países como Italia, Islandia, México, y se utiliza para obtener energía eléctrica, y para calefacción y agua caliente.

Sin embargo, en España la energía geotérmica no se ha fomentado, debido posiblemente a que la zona no presenta las características adecuadas para poder llevar a cabo la extracción del calor. Existe un balneario en Castilla La Mancha, y un invernadero en Albacete que funcionan con este tipo de energía.

Como toda energía renovable, la geotérmica proporciona una serie de ventajas ambientales, pero al llevar a cabo la extracción del calor subterráneo se producen *algunos impactos en el medio ambiente* como pueden ser la destrucción del suelo y la vegetación, la contaminación atmosférica, la contaminación de las aguas o el ruido.

ENERGÍA DEL MAR

Fenómenos producidos por el mar, como las mareas, los cambios de temperatura o la fuerza de las olas pueden ser aprovechados para la obtención de energía.

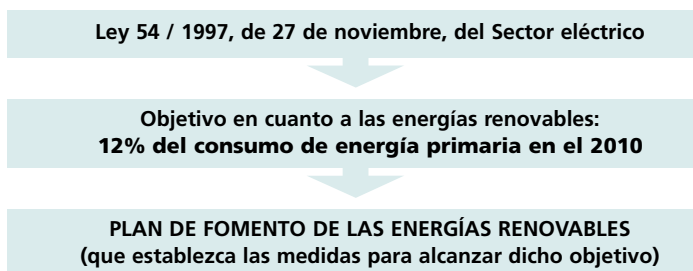
Esta fuente de energía no ha sido especialmente desarrollada debido posiblemente a la falta de potencia, o a la poca rentabilidad económica. Existe alguna central maremotriz (en la que se aprovecha el fenómeno de las mareas) en Francia y en la URSS, y una central maremotérmica (se aprovecha el gradiente de temperaturas) en Japón.

FOMENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

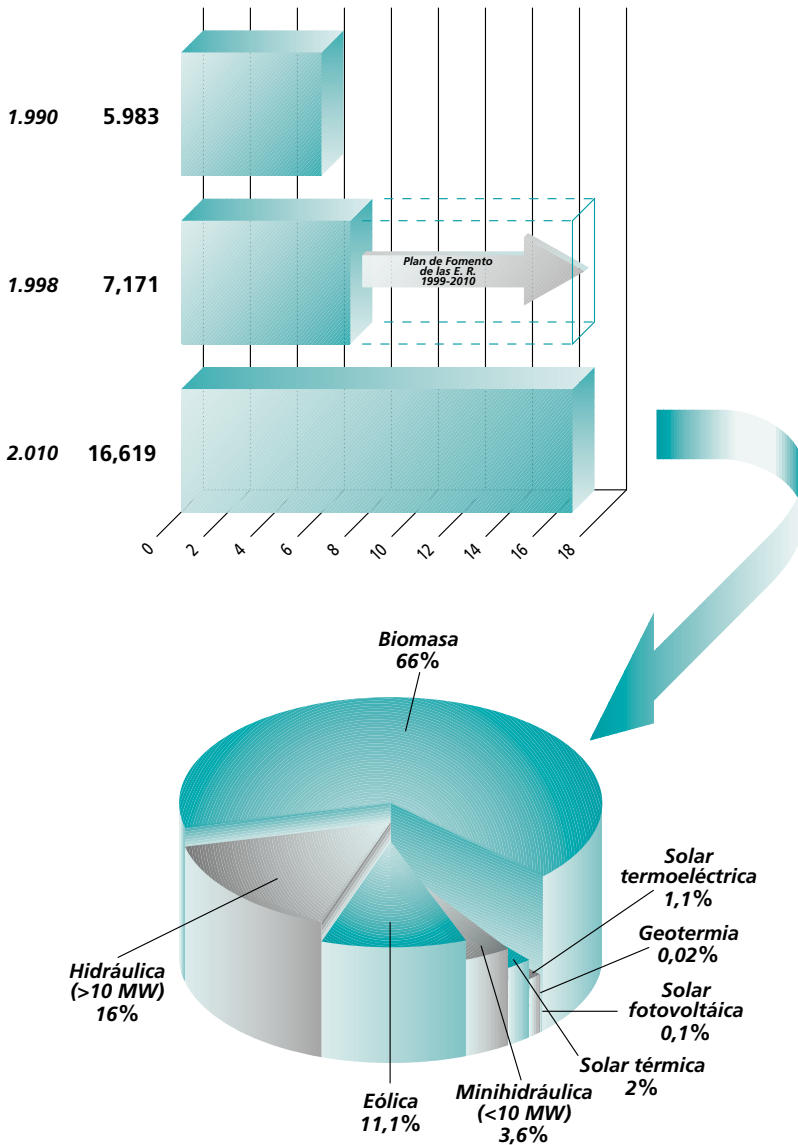
Como se ha indicado anteriormente, el Plan Energético Nacional establece un Programa de Energías Renovables en el marco del PAEE, con el objetivo de aumentar su aportación en un 23%, lo cual implicaría que el 6% del consumo de energía primaria en el 2000 procediera de las energías renovables.

En 1998, la aportación de las energías renovables al total del consumo de energía primaria del país fue de un 3.5% (más un 2.7% adicional si consideramos la energía hidráulica como renovable).

La Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector eléctrico define como objetivo a alcanzar que en el 2010 el 12% del consumo de energía primaria se cubra con energías renovables, en sintonía con el reciente Libro Blanco de las Energías Renovables de la Comisión Europea.



Cuadro 3.10
Energías renovables en España



Fuente: IDAE

Este desarrollo de las energías renovables se considera necesario por tres motivos fundamentalmente:

- La garantía que estas fuentes proporcionan a la seguridad del suministro, ya que su carácter autóctono hace que disminuya la dependencia energética de otros países y además contribuyen a la diversificación de la oferta.
- El impacto positivo del desarrollo de este tipo de energías en el empleo y el crecimiento del tejido industrial (mayoritariamente PYME).

Además, su carácter disperso propicia el desarrollo de zonas rurales, tradicionalmente más desfavorecidas.

- *El respeto al medio ambiente*, que constituye una máxima de la citada ley. Los impactos ambientales de las energías renovables son mínimos si los comparamos con la tradicional utilización de combustibles fósiles, y el papel de estas energías es clave a la hora de establecer un límite a las emisiones de CO₂. Además contribuyen a reducir las emisiones de otras sustancias contaminantes acidificantes, reguladas por el Convenio de Ginebra sobre contaminación atmosférica transfronteriza y sus Protocolos.

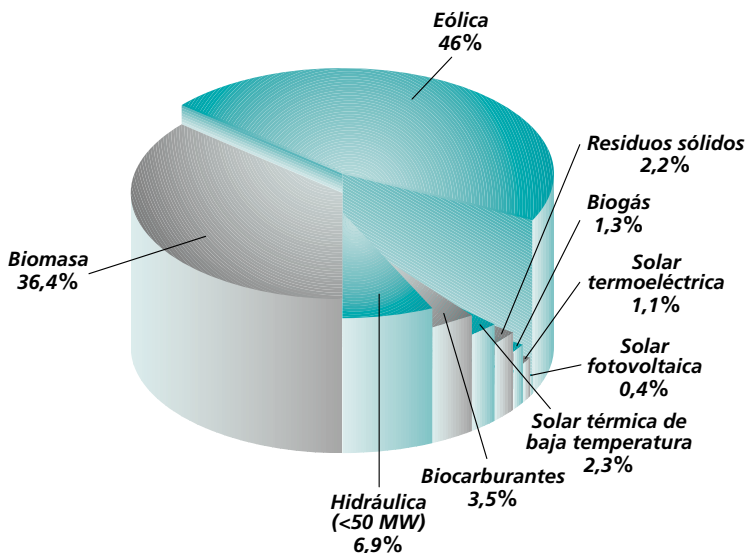
Este Plan de Fomento de las Energías Renovables debe constituir el necesario apoyo institucional que compense las barreras que limitan la penetración de estas fuentes de energía en un mercado cada vez más liberalizado. Estas se deben fundamentalmente a que los costes sociales y medioambientales (externalidades) no se contemplan en los mecanismos de formación de los precios de la energía.

La viabilidad económica de las energías renovables, que estaría asegurada si se incluyesen estos aspectos en el precio del kWh eléctrico (internalización de los costes), tiene que asegurarse mediante el establecimiento de un sistema de primas, previsto en la Ley del Sector Eléctrico.

En líneas generales, el Plan de Fomento de Energías Renovables, elaborado por IDAE, prevé una inversión total superior a los dos billones de pesetas. Junto con otros beneficios, como la generación de empleo, estimada en 200.000 empleos por las inversiones y 25.000 empleos por la explotación, se estima en 41,5 Mt de CO₂ la reducción de emisiones asociada al logro del 12% de la demanda aportada por las Energías Renovables.

Cuadro 3.11

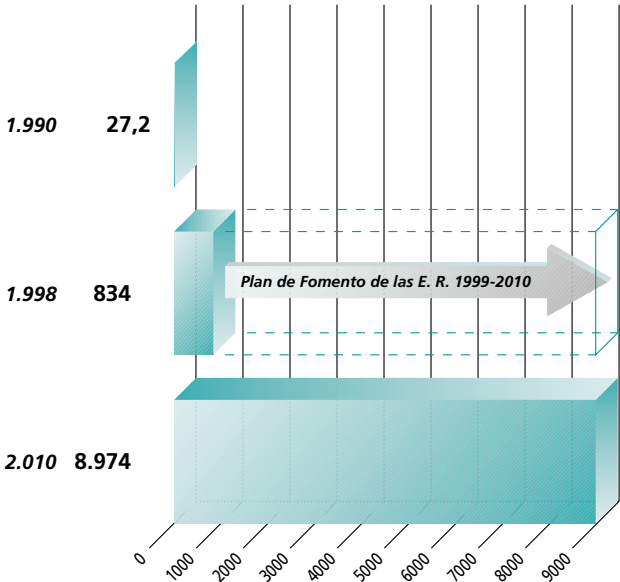
Repercusión de las actuaciones de fomento de las energías renovables en las emisiones totales de CO₂ (año 2010)



Fuente: IDAE

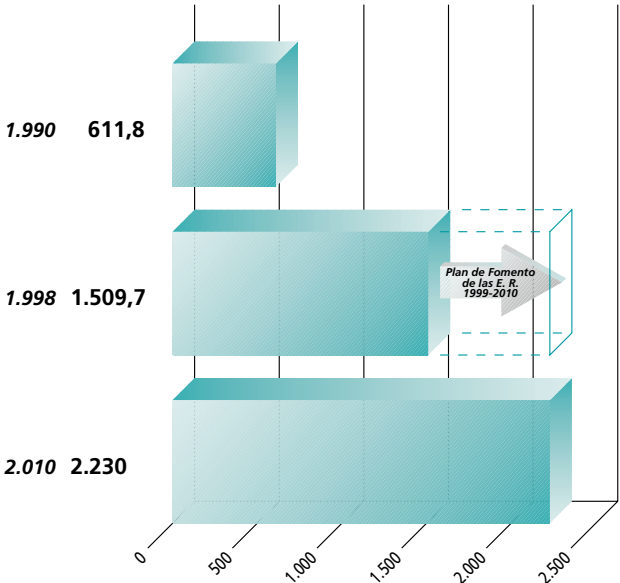
En cuanto a los sectores las previsiones que realiza el Plan de Fomento de las Energías Renovables son las siguientes:

Cuadro 3.12
Potencia eólica instalada y previsiones (MW)



Fuente: IDAE

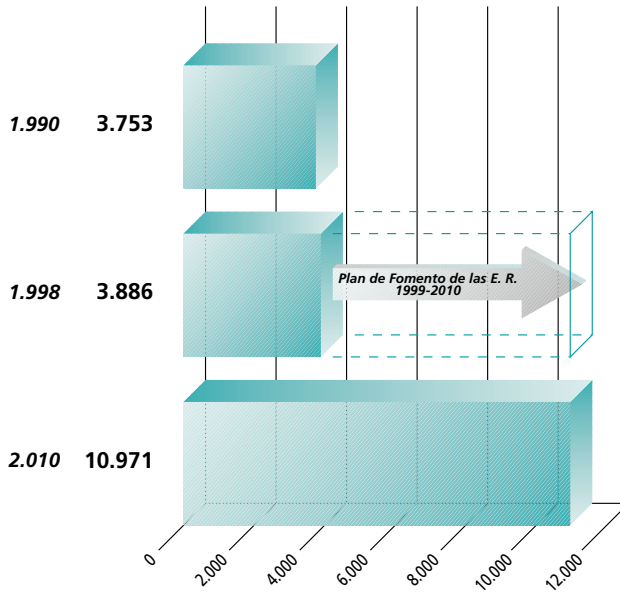
Cuadro 3.13
*Potencia minihidráulica instalada y previsiones (MW).
Centrales hidroeléctricas de potencia ≤10MW.*



Fuente: IDAE

Cuadro 3.14

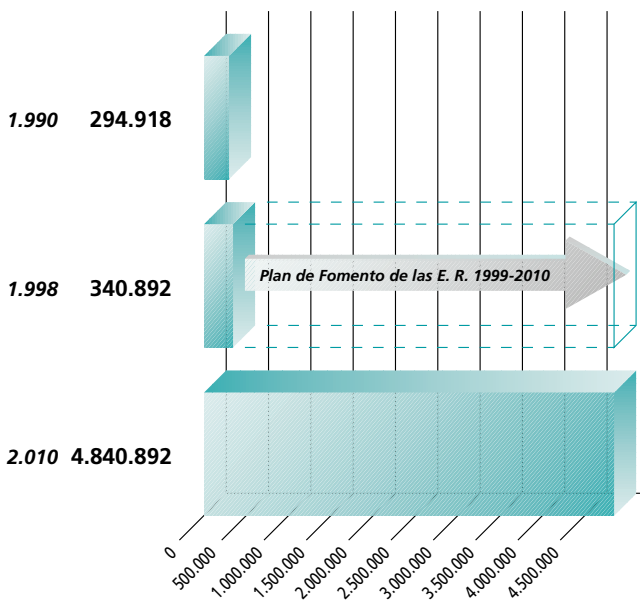
Consumo de biomasa y previsiones (ktep).
Incluye biomasa térmica y eléctrica, R.S.U., biogás y biocarburantes.



Fuente: IDAE

Cuadro 3.15

Superficie instalada de colectores solares y previsiones (m²).



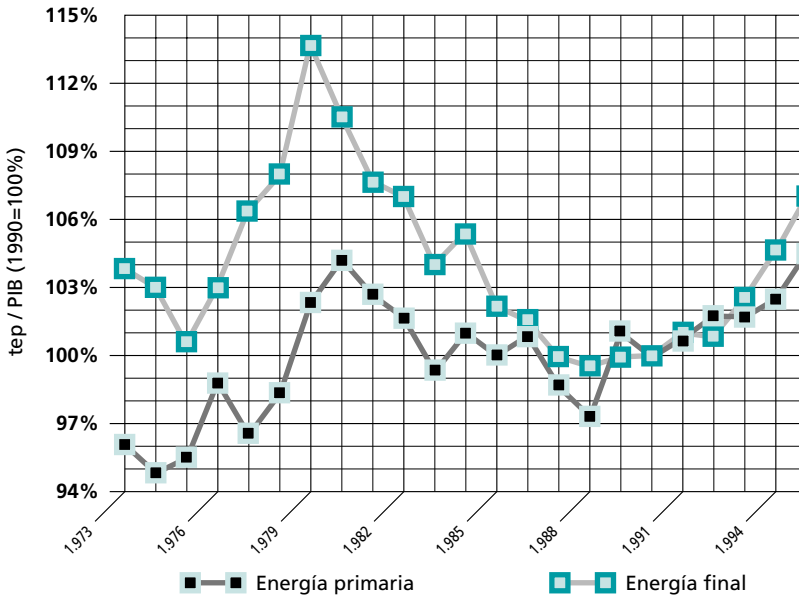
Fuente: IDAE

AHORRO ENERGÉTICO

Si consideramos la evolución del consumo de energía por unidad de PIB, (cuadro 3.16) podemos comprobar que la eficiencia energética ha disminuido en España en las dos últimas décadas y que en general, el desarrollo económico de nuestro país va unido no sólo a un crecimiento del consumo energético, sino a una disminución de la eficiencia, tendencia que debería tratar de invertirse de acuerdo con la filosofía de las estrategias de lucha contra el cambio climático.

Cuadro 3.16

Consumo de energía primaria y final por unidad de P.I.B.



Fuente: DGE

Las políticas de ahorro y eficiencia energética no están dirigidas explícitamente al sector energético sino que afectan a la mayoría de los sectores (incluyendo al energético como un usuario final más) y convierte la mejora de la gestión de los recursos en un asunto clave.

Así, se debe potenciar con los instrumentos más útiles en cada caso:

- Mejora de la eficiencia en la **industria**, por ejemplo mediante la cogeneración de electricidad.
- Modificación de los hábitos de **transporte**, estableciendo diferentes pautas de movilidad humana y de mercancías.
- Medidas en el sector **comercial/residencial**, que tiendan a disminuir las pérdidas de calor merced a las estructuras de los edificios y a mejores sistemas de calefacción/aire acondicionado, alumbrado y aparatos electrodomésticos (*arquitectura bioclimática*).

De hecho, el IPCC considera en su Segundo Informe de Evaluación (1995) que “para reducir fuertemente las emisiones de gases de efecto invernadero es esencial mejorar la eficiencia de la energía”. A esto añade que “muchas de las tecnologías que se están desarrollando necesitarían inicialmente un apoyo para penetrar en el mercado, y alcanzar el suficiente volumen a fin de reducir los costos para ser competitivas”.

En España, dentro del Plan Energético Nacional (1990-2000) se establece el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética, que incluye el Programa de Ahorro y el Programa de Cogeneración (además del de Sustitución de algunas fuentes por gas natural y el de Energías Renovables). Con respecto a los dos primeros, los objetivos planteados y resultados conseguidos aparecen en la tabla 3.3:

Tabla 3.3

Programa	Objetivos alcanzados a 31-DIC'96	Grado de cumplimiento de los objetivos
Programa de ahorro	Ahorro: 1.480 ktep	31%
Programa de Cogeneración	Potencia instalada: 2.335 Mw	185%

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

Durante el período 1959-1973 se produjo un enorme crecimiento del consumo energético en España, que se redujo fuertemente en los años 70 debido a la crisis del petróleo.

Desde mediados de la década de los 80, una vez superada esta crisis, el precio de la energía se ha mantenido relativamente bajo. Esto ha conducido a una utilización intensiva de la misma, siendo una variable que no se considera en el diseño de los sistemas.

Desde el punto de vista del cambio climático, resulta **imprescindible mejorar el cumplimiento de los planes de ahorro y eficiencia energética que se plantean mediante la actualización de instrumentos legales, la implantación de mecanismos financieros que potencien esta línea de actuación, la participación de los agentes económicos y sociales en la definición de medidas, etc...**

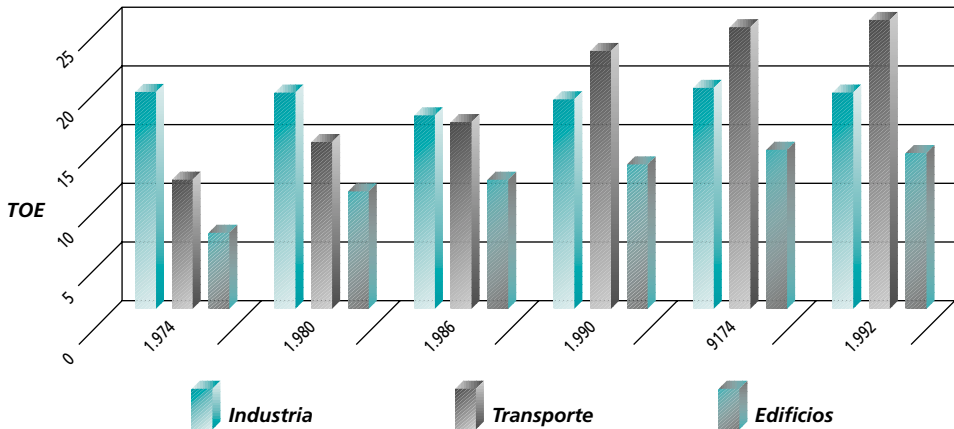
Si observamos el consumo energético por sectores en España (cuadro 3.17), podremos comprobar que la industria ha mantenido estable su consumo, debido en parte a las medidas tomadas, y en parte a la reconversión industrial, **mientras que en el caso de edificios y transporte, ha aumentado considerablemente.**

Es importante que se tomen las medidas necesarias para invertir este crecimiento, sin interferir en el desarrollo de estos sectores, poniendo en marcha acciones técnica y económicamente viables y de fácil implantación, de forma que se consiga lo antes posible la reducción asociada de emisiones de CO₂.

Cuadro 3.17

Consumo energético por sectores en España

Fuente: EURPROG-UNIFEDE

AUDITORÍAS ENERGÉTICAS ¹³

Algunas de las medidas que supondrían un avance importante en la lucha contra el cambio climático están basadas en las auditorías energéticas, un instrumento que tiene como objetivo la disminución del gasto y el impacto ambiental, mediante la utilización racional de la energía.

Una auditoría energética es un estudio integral, que analiza situaciones energéticas industriales, edificativas y/o de transporte y compara cambios y modificaciones para obtener un conjunto armónico y optimizado de soluciones. La optimización energética de un conjunto de elementos de instalaciones lleva aparejada una mejora en la calidad de los servicios prestados y una mayor duración de los equipos.

Las auditorías energéticas pueden y deben ser también de aprovechamiento integral de todos los recursos energéticos y del impacto ambiental que esta utilización de los citados recursos puede producir, así como de los modos de disminuir dicho impacto.

La utilidad y necesidad de estos estudios de auditoría energética en estos momentos es de una oportunidad extraordinaria y manifiesta.

Hay que transmitir a los usuarios la importancia del ahorro de energía en la sociedad actual, que afecta a áreas tan importantes como:

- Optimización de los gastos de explotación del edificio.
- Disminución de costes de energía unitarios.
- Mejora del rendimiento de los equipos.

¹³ Grupo de trabajo sobre la Eficiencia Energética y Energías Renovables. IV Congreso Nacional del Medio ambiente

- Optimización del periodo de retorno de inversiones.
- Disminución de la factura energética.

Y a nivel nacional:

- Disminución de las emisiones de GEI.
- Disminución del endeudamiento exterior por factura energética.
- Mejor utilización de las redes de suministro que permite un servicio más rápido a zonas en desarrollo.
- Utilización de recursos naturales.
- Ahorro de energía primaria en generación termoeléctrica (petróleo, gas, etc.).
- Disminución del Impacto Ambiental.
- Disminución de contaminación a nivel puntual en el entorno del edificio.
- Disminución de contaminación a nivel global en los grandes centros de producción.
- Mejora del confort de los usuarios tanto a nivel térmico como sonoro y de iluminación.
- Mejora de la calidad del aire en el interior de los edificios.

INDUSTRIA

Las auditorías energéticas realizan el análisis técnico de los componentes del equipo, análisis que se basará en los datos de operación existentes para identificar la energía consumida por el equipo en periodos de tiempo determinados, y su comparación con los consumos que debiera haber tenido según los criterios que se juzguen más apropiados. El balance energético de la instalación incluye:

- Las fuentes de suministro de energía y las de los materiales energéticos,
- Los consumos y la producción de los equipos convertidores de energía,
- Los consumos de los equipos finales,
- Los flujos de materia efluentes de la planta industrial, o sea: los productos de la fabricación y los residuales, con la determinación de su contenido energético,
- La determinación de los consumos específicos calculados con referencia a unidades

A partir de la auditoría se proponen:

- Medidas correctoras de las desviaciones detectadas,
- Modificaciones en los equipos para mejorar sus rendimientos energéticos,
- Sustitución parcial o total de equipos,
- Introducción de nuevos equipos

EDIFICIOS

En cualquier empresa que utilice un local, se debe realizar una gestión energética eficaz de manera que el gasto energético sea mínimo y su eficacia sea máxima, para ello es preciso en primer lugar, proyectar estas instalaciones de una forma adecuada y cuando estén así proyectadas, realizar un mantenimiento preciso y eficiente. Si el edificio es público, ha de proporcionar un servicio y por ello, su diseño debe realizarse con criterios de calidad y rentabilidad que tengan un carácter ejemplar. Si es privado debe cumplir unas condiciones que hagan que su gasto energético sea mínimo proporcionando un confort máximo.

Los edificios deben estar integrados en el entorno físico que les rodea y por ello deben aprovechar los recursos naturales existentes en la zona. Estos recursos naturales conforman los pilares en los que se apoya el ahorro energético, lo que constituye las bases de la arquitectura solar pasiva (bioclimatismo).

El concepto de **arquitectura bioclimática** procura la adaptación de la edificación al clima local, buscando obtener el confort deseado con un consumo mínimo de energía. Para ello se basa en la utilización de la energía solar de una forma pasiva, haciendo que la propia estructura del edificio sirva de acumulador o de reflector de energía solar, según los casos.

El mayor problema que se encuentra en la implantación de este nuevo concepto, es el bajo precio de la energía y la mayor cuantía de la inversión inicial, debido a que los materiales pudiesen ser algo más costosos, aunque este incremento del precio se amortizaría a través del ahorro energético que supone. En cualquier caso, existen ejemplos en otros países europeos de ayudas o incentivos fiscales que los gobiernos han establecido para facilitar su implantación, incluso con normativas más exigentes que la norma básica de edificación española de 1.979.

Además, dado el grado de voluntariedad que conllevan estas inversiones, es fundamental proporcionar una buena información al consumidor, de manera que pueda incorporar el parámetro del consumo energético en su decisión de compra. A similitud de lo que ocurre con los automóviles, o poco a poco con los electrodomésticos, los edificios deberían estar dotados de una "etiqueta" que reflejara su consumo energético.

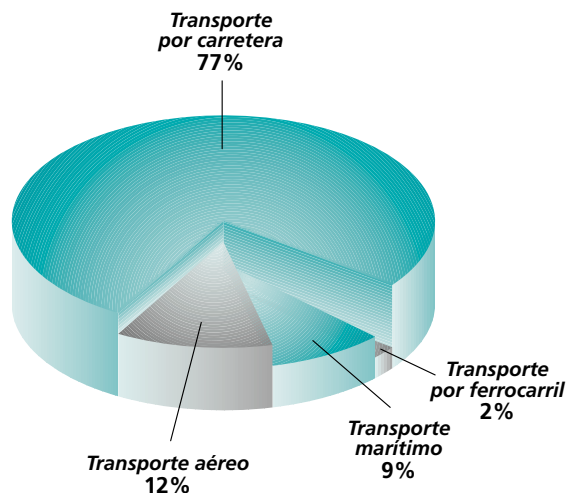
Si el edificio está ya construido, una auditoría energética determina sus gastos energéticos y pérdidas térmicas. A través de este estudio de optimización busca las soluciones energéticamente idóneas y económicamente rentables. Este tipo de acciones pueden ser: mejorar el aislamiento térmico, cambiar las calderas, modificar las ventanas, instalar bombas de calor, etc. Cada acción debe realizarse estudiando su ahorro, su coste, el período de retorno de la inversión y la disminución del impacto ambiental que dicha acción conlleve.

TRANSPORTE

El sector del transporte (carretera, ferrocarril, mar, una vía navegable o el aire) es de gran impacto en las políticas energéticas y medioambientales de todos los países. El consumo energético en el transporte se distribuye :

Cuadro 3.18

Distribución del consumo energético en el sector del transporte



En el transporte por carretera se incluye el transporte de mercancías, el transporte público y el transporte privado.

El gasto energético aumenta en el transporte de mercancías debido al uso de vehículos viejos que consumen y contaminan más, la forma de conducción y el exceso de carga en el transporte.

En el transporte privado es importante elegir adecuadamente el automóvil, su consumo dependerá de la edad del vehículo y del modelo. La duración media de los vehículos matriculados en España es de 9 años. En cuanto a la diferencia de consumos, hay que tener en cuenta que, aunque la variación del coste en un trayecto no sea significativa, al final de la vida del automóvil el coste de carburante puede llegar a alcanzar el 50% de los costes anuales.

También hay que tener presente la forma de conducir y el mantenimiento del vehículo. En estos casos los factores medioambientales y de seguridad van unidos a la reducción del consumo.

El consumo aumenta con la velocidad a partir de 70 - 80 Km/h de una forma cuadrática. Según los ensayos del I.N.T.A. de 90 Km/h a 120 Km/h se produce un aumento del consumo superior al 30%. Es necesario realizar campañas de información al usuario acerca del impacto que el modo de conducir y el mantenimiento tienen sobre el consumo energético, el medio ambiente y la seguridad vial.

Los factores que afectan al consumo del vehículo privado son:

Usuario: kilometraje anual, elección automóvil, forma de conducción, mantenimiento, ocupación del vehículo

Proyecto: disposición de seguridad y contaminación, tecnología de fabricación

Externas: infraestructura vial, planteamiento de ciudades.

La reducción del kilometraje anual del vehículo privado sólo puede ser propuesta, utilizando más el transporte público (más eficiente energéticamente) desde una perspectiva de aumento de calidad de vida: menos ruido, menos contaminación, más eficacia en optimización de tiempos, mayor seguridad.

Además de potenciar la utilización del transporte público de viajeros, es necesario en este sector abordar una renovación en las flotas de autobuses y taxis, así como la incorporación paulatina de combustibles alternativos.

RECOMENDACIONES

En algunos casos, como el sector de transportes, las actuaciones son complejas debido a la dispersión de las fuentes y al fuerte crecimiento del uso del automóvil, y van desde la ITV o los apoyos para la renovación del parque, a los cambios de comportamiento de la sociedad, potenciando el uso del transporte público y procurando actuar sobre la eficiencia y las emisiones de estos tipos de transporte (por ejemplo mediante incentivos fiscales para los vehículos de bajo consumo).

En la industria se debe mejorar la eficiencia mediante auditorías energéticas, cogeneración, utilización de la mejor técnica disponible (desarrollo de la Directiva IPPC), etc..

En el sector doméstico y de servicios, según un estudio realizado por CC.OO, "los ahorros posibles en los usos domésticos y en los servicios podrían reducir a la mitad los consumos, con medidas como el aislamiento térmico, electrodomésticos más eficientes y las lámparas fluorescentes compactas".

La arquitectura bioclimática debería ser considerada como un instrumento de gran utilidad para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y apoyada a través de los mecanismos que se consideren oportunos.

En la mayoría de los casos, el mayor impedimento para la puesta en marcha de estas medidas de fomento de la eficiencia energética es que requieren de una inversión inicial, aunque posteriormente se recupere en forma de ahorro del gasto de consumo eléctrico, en un período más o menos largo. Por ello es necesario que existan los correspondientes mecanismos de ayuda que permitan que estas "tecnologías" se introduzcan en el mercado.

En cualquier caso, dada la complejidad de las políticas que es necesario impulsar, sería muy recomendable la búsqueda de un consenso entre la administración con competencias para aplicarlas y los agentes sociales y económicos que puedan apoyar su aplicación.

En este sentido, sería altamente recomendable la constitución de una comisión conformada por estos agentes sociales, con la necesaria participación del IDAE como institución pública más adecuada, cuya finalidad fuera la de analizar la viabilidad de medidas de actuación de pronta aplicación, de acuerdo con los criterios establecidos por el Consejo Nacional del Clima, y concienciar tanto a los poderes públicos, como a los mismos ciudadanos sobre la necesidad de una pronta actuación, a través de estas medidas de lucha, contra el gravísimo problema que supone el Cambio Climático.

Esta comisión de carácter técnico debería establecer distintos Capítulos o Subcomisiones en los diversos entornos de actuación (transporte, industria, edificación, reforestación, etc...) si bien parece muy recomendable su inicio en cuanto al fomento de medidas de ahorro energético en la edificación, por ser éste un sector que presenta unas condiciones idóneas para la consecución de compromisos gobierno/ciudadano, siendo, además, altamente consumidor de energía (16% aproximadamente en España). Aun con su complejidad, permite la adopción de medidas factibles (más, sin duda, que en el transporte) que, incluso, podrían generar empleo según estudios realizados por las organizaciones sindicales.

La Comisión en lo que respecta al sector de la edificación debería analizar, entre otros aspectos, la actualización de la normativa de aislamientos térmicos, la adopción de medidas para velar por su cumplimiento y el fomento de la certificación energética en edificios; temas fundamentales y básicos para buscar la proyección social de la arquitectura bioclimática.

Por último destacar que dada la estructura de competencias que existe en nuestro país, hay que tener en cuenta que cualquier política de alcance nacional debe ser desarrollada mediante el consenso de las administraciones involucradas, a través de los instrumentos jurídicos, políticos y económicos existentes.

El papel de las Comunidades Autónomas será por tanto esencial en el establecimiento de las políticas relacionadas con la lucha ante el cambio climático. La puesta a punto de políticas de alcance local deberá realizarse con la participación y en muchos casos con el protagonismo de las administraciones locales.

La educación, sensibilización e información al ciudadano serán elementos clave para conseguir cualquier objetivo ambicioso concerniente al ahorro y la eficiencia energética en particular y al cambio climático en general.

4

Anexos

ANEXO 1

RESUMEN GENERAL DESTINADO A LOS RESPONSABLES DE LAS POLÍTICAS. EVALUACIÓN CIENTÍFICA DEL PRIMER INFORME DEL IPCC.

Estamos seguros de lo siguiente:

- Que existe un efecto invernadero natural que hace que la Tierra sea más cálida de lo que sería en caso de no existir ese efecto.
- Que las emisiones producidas por las actividades humanas aumentan sustancialmente las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero: anhídrido carbónico, metano, hidrocarburos clorofluorados (CFC) y óxido nitroso. Estos aumentos potencian el efecto invernadero, lo que produce por término medio un calentamiento adicional de la superficie de la Tierra. El principal gas con efecto invernadero, el vapor de agua, aumentará como consecuencia del calentamiento de la atmósfera, y a su vez aumentará dicho efecto.

Opinamos con seguridad que:

- Algunos gases pueden ser más eficaces que otros en lo que respecta a cambiar el clima, y que su efectividad relativa puede estimarse. En el

pasado, el anhídrido carbónico ha causado más de la mitad del efecto invernadero registrado, y es probable que así continúe en el futuro.

- Las concentraciones atmosféricas de gases de largo tiempo de vida en la atmósfera (anhídrido carbónico, óxido nitroso y CFC) reaccionan con lentitud a las variaciones que registran sus emisiones. Si las emisiones de estos gases continúan el ritmo actual, los aumentos de concentración se dejarán sentir durante siglos. Cuanto más sigan aumentando las emisiones al ritmo actual, mayores tendrán que ser las reducciones para que las concentraciones se establezcan a un nivel determinado.

- Las emisiones de gases de largo tiempo de vida en la atmósfera, debidas a actividades humanas deberían reducirse inmediatamente en más del 60 % para estabilizar sus concentraciones a los niveles actuales; el metano requeriría una reducción del 15 al 20 %.

Sobre la base de los resultados de los modelos actuales, prevemos lo siguiente:

- Que si las emisiones de gases de efecto invernadero prosiguen con arreglo a la hipótesis "situación habitual", formulada por el IPCC (Hipótesis A), la temperatura media mundial aumentará durante el próximo siglo aproximadamente 0,3°C cada diez años (con una incertidumbre de 0,2°C a 0,5°C por decenio), cifra superior a la registrada en los últimos 10.000 años. En comparación con los valores actuales, ello dará por resultado un aumento probable de la temperatura media mundial de aproximadamente 1°C en el año 2025 y de 3°C antes de que finalice el próximo siglo. Este aumento no será regular debido a la influencia de otros factores.

- Que con arreglo a las otras hipótesis de emisión formuladas por el IPCC en las que se supone que los niveles de control se incrementarán gradualmente, el aumento de la temperatura media mundial oscilará entre 0,2°C cada diez años (Hipótesis B), un poco más de 0,1°C (Hipótesis C) y aproximadamente 0,1°C (Hipótesis D), también cada diez años.

- Que la superficie terrestre se calienta más rápidamente que los océanos, y que en invierno las altas latitudes septentrionales registran un aumento de temperatura superior a la media mundial.

- Que los cambios climáticos regionales difieren de la media mundial, aunque la predicción pormenorizada de los cambios regionales nos merezca poca confianza. Por ejemplo, se prevé que los aumentos de temperatura en el sur de Europa y la parte central de América del Norte sean superiores a la media mundial y vayan acompañados por término medio de una reducción de las precipitaciones estivales y de la humedad del suelo. Las predicciones para las regiones tropicales y el hemisferio meridional son menos coherentes.

- Que con arreglo a la hipótesis "situación habitual" de las emisiones, se prevé que en el próximo siglo el nivel medio del mar aumentará apro-

ximadamente 6 cm cada diez años (con una incertidumbre de 3 a 10 cm por decenio), debido principalmente a la expansión térmica de los océanos y la fusión de algunos hielos terrestres. Se prevé que el aumento medio mundial del nivel del mar será aproximadamente de 20 cm en el año 2030 y de 65 cm a finales del próximo siglo, si bien con importantes variaciones regionales.

Nuestras previsiones encierran numerosas incertidumbres, especialmente con respecto al momento, magnitud y estructura regionales de los cambios climáticos, debido a nuestro entendimiento incompleto de lo siguiente:

- las fuentes y sumideros de los gases de efecto invernadero, lo que influye en las predicciones sobre las concentraciones futuras;
- las nubes, que influyen grandemente en la magnitud de los cambios climáticos;
- los océanos, que influyen en la evolución y estructuras de los cambios climáticos;
- los bancos de hielo polares, que influyen en las previsiones sobre el aumento del nivel del mar.

Estos procesos ya se entienden en parte, y confiamos en que ulteriores investigaciones permitan reducir la incertidumbre. No obstante, la complejidad del sistema no permite excluir sorpresas.

Nuestra opinión es la siguiente:

- La temperatura media mundial del aire en la superficie de la Tierra ha aumentado entre 0,3°C y 0,6°C durante los últimos 100 años, y los cinco años más cálidos por término medio se han registrado en todo el mundo durante el decenio de 1980. Durante el mismo período el nivel del mar mundial ha subido entre 10 y 20 cm. Estos aumentos no se han registrado con regularidad en el tiempo ni han sido uniformes en todo el mundo.
- La magnitud de este calentamiento es coherente con las predicciones de modelos climáticos, pero también equivale a la variabilidad climática natural. Por consiguiente, el aumento observado podría deberse en gran medida a esta variabilidad natural. También es posible que esta variabilidad y otros factores humanos hayan compensado un calentamiento aún mayor debido al efecto invernadero causado por el hombre. Es probable que por lo menos hasta dentro de diez años no se pueda detectar de manera inequívoca mediante observaciones el aumento del efecto invernadero.
- No existen pruebas sólidas de que el clima haya variado más en los últimos decenios. Sin embargo, al aumentar la temperatura media es más

probable que los episodios de temperaturas elevadas sean más frecuentes en el futuro, y las olas de frío menos frecuentes.

- Los ecosistemas influyen en el clima, y a su vez se verán afectados por los cambios climáticos y por el aumento de las concentraciones de dióxido de carbono. Los cambios climáticos rápidos modificarán la composición de los ecosistemas. Algunas especies se verán beneficiadas y otras serán incapaces de emigrar o de adaptarse con la suficiente rapidez, y quizás se extingan. El aumento de los niveles de dióxido de carbono puede aumentar la productividad y eficiencia del aprovechamiento del agua por la vegetación. Aunque se conocen mal los efectos del aumento de la temperatura sobre los procesos biológicos, es posible que se incrementen las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero de manera natural.

Para aumentar nuestra capacidad de previsión, necesitamos:

- entender mejor diversos procesos relacionados con el clima, especialmente los asociados con las nubes, los océanos y el ciclo del carbono;
- mejorar la observación sistemática de las variables relacionadas con el clima a nivel mundial, y seguir investigando los cambios que se produjeron en el pasado;
- desarrollar modelos perfeccionados del sistema climático de la Tierra;
- aumentar el apoyo a las actividades nacionales e internacionales de investigación del clima, especialmente en los países en desarrollo;
- facilitar el intercambio internacional de datos climáticos.

ANEXO 2

CONVENIO MARCO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO. OBLIGACIONES O COMPROMISOS DE LAS PARTES.

En aplicación del principio de responsabilidad común pero diferenciada, las obligaciones están divididas en dos categorías: los compromisos generales (Artículo 4.1) para todas las Partes y los compromisos específicos (Artículo 4.2) para los países desarrollados.

Los compromisos aplicables a **todos los países**¹⁵ son:

A. Elaborar periódicamente *inventarios* de emisiones de gases de efecto invernadero.

B. Elaborar y aplicar *programas nacionales de medidas* para la mitigación del cambio climático.

C. Promover el desarrollo, aplicación y difusión de tecnologías y prácticas que reduzcan las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero.

D. Promover la gestión sostenible y la conservación de los sumideros de carbono, especialmente bosques y océanos.

E. Desarrollar planes para la adaptación a los impactos del cambio climático en zonas costeras, recursos hídricos, agricultura y zonas afectadas por la desertificación o las inundaciones.

F. Tener en cuenta las consideraciones relativas al cambio climático en la formulación y aplicación de las políticas y medidas en los distintos sectores socioeconómicos.

G. Promover la observación sistemática y la investigación sobre el sistema climático.

H. Promover la cooperación y el intercambio de información relativa al cambio climático.

I. Promover la educación y la sensibilización pública respecto al cambio climático.

J. Comunicar a la Conferencia de las Partes la información relativa a la aplicación del Convenio.

¹⁵ Los apartados A a D se aplican a los países del anexo 1 del Convenio, haciéndose la salvedad de que a los países 'en proceso de transición económica' se les otorgará un mayor grado de flexibilidad. Los apartados E a G, es decir, los relativos a la transferencia de tecnología y recursos financieros, se aplican sólo a los países del anexo 2.

Los compromisos específicos para **países desarrollados** son:

A. Adoptar políticas y tomar medidas de limitación de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero y protección y mejora de los sumideros de gases, con el fin de volver, individual o conjuntamente, a los niveles de emisión de 1990. Aunque solamente de una manera indirecta se dice que ese retorno a los niveles de 1990 debería realizarse en el año 2000, así es como ha quedado acuñado de forma general el sentido de esta obligación.

B. Presentar el primer informe de aplicación dentro de los 6 meses siguientes a la entrada en vigor del Convenio.

C. Coordinar, según proceda, con las demás Partes los instrumentos económicos y administrativos elaborados para conseguir el objetivo del Convenio.

D. Identificar y revisar las políticas y medidas existentes que incentiven las actividades que producen emisiones por encima de las normales.

E. Proporcionar recursos financieros nuevos y adicionales para el cumplimiento de las obligaciones del Convenio por parte de los países en desarrollo.

F. Ayudar a los países en desarrollo particularmente vulnerables a hacer frente a sus costos de adaptación.

G. Facilitar la transferencia de tecnologías apropiadas a países en desarrollo.

Listado de los países del ANEXO 1 ¹⁶ (OCDE y Europa central y oriental)

<i>Australia</i>	<i>Alemania</i>	<i>Noruega</i>
<i>Austria</i>	<i>Grecia</i>	<i>Polonia *</i>
<i>Bielorrusia *</i>	<i>Hungría *</i>	<i>Portugal</i>
<i>Bélgica</i>	<i>Islandia</i>	<i>Rumanía *</i>
<i>Bulgaria *</i>	<i>Irlanda</i>	<i>Federación Rusa *</i>
<i>Canadá</i>	<i>Italia</i>	<i>España</i>
<i>Checoslovaquia *</i>	<i>Japón</i>	<i>Suecia</i>
<i>Dinamarca</i>	<i>Letonia *</i>	<i>Suiza</i>
<i>Unión Europea</i>	<i>Lituania *</i>	<i>Turquía</i>
<i>Estonia *</i>	<i>Luxemburgo</i>	<i>Ucrania *</i>
<i>Finlandia</i>	<i>Países Bajos</i>	<i>Reino Unido</i>
<i>Francia</i>	<i>Nueva Zelanda</i>	<i>Estados Unidos</i>

¹⁶ *Países en proceso de transición a una economía de mercado.

Listado de los países del ANEXO 2 (OCDE)

<i>Australia</i>	<i>Grecia</i>	<i>Portugal</i>
<i>Austria</i>	<i>Islandia</i>	<i>España</i>
<i>Bélgica</i>	<i>Irlanda</i>	<i>Suecia</i>
<i>Canadá</i>	<i>Italia</i>	<i>Suiza</i>
<i>Dinamarca</i>	<i>Japón</i>	<i>Turquía</i>
<i>Unión Europea</i>	<i>Luxemburgo</i>	<i>Reino Unido</i>
<i>Finlandia</i>	<i>Países Bajos</i>	<i>Estados Unidos</i>
<i>Francia</i>	<i>Nueva Zelanda</i>	
<i>Alemania</i>	<i>Noruega</i>	

Glosario

ACIDIFICACIÓN. Descenso del pH en un compartimento ambiental debido a la adición de hidrogeniones en cantidad suficiente para que su pH descienda por debajo del nivel natural. Este proceso se genera sobre todo, a causa de la contaminación del aire.

ABSORCIÓN DE RADIACIÓN. Captación de radiación por cuerpos sólidos, líquidos o gaseosos. La absorción de energía puede ser transferida o re-emitida.

AEROSOL. Partícula sólida o líquida suspendida en el aire y cuyo tamaño oscila entre las 0,001 y las 10 micras de radio. Las partículas de aerosol juegan un importante papel en el sistema climático. Esto es a causa de su interacción directa con la radiación solar (absorción y emisión) y la radiación terrestre y también a través de su influencia sobre los procesos nubosos.

ALBEDO. Medida de la potencia reflectora de la luz en la superficie de un cuerpo celeste sin luz propia. Puede expresarse tanto en porcentaje como en fracciones de uno.

ANTROPOGÉNICO. Producido como resultado de la acción humana. Por ejemplo, la gran cantidad de dióxido de carbono emitida a la atmósfera por actividades antropogénicas tales como la combustión de combustibles fósiles, agricultura y fabricación de cemento.

ATMÓSFERA. Mezcla de gases que rodea la Tierra. La composición de la

atmósfera terrestre consiste en un 79,1% de nitrógeno, 20,9% de oxígeno, 0,036 de dióxido de carbono y elementos traza de otros gases. La atmósfera se divide en capas en función de la composición, características químicas y propiedades térmicas de éstas. La capa más cercana a la Tierra es la troposfera, la cual alcanza los 9 Km. de altura en las regiones polares, subiendo hasta los 17 Km. en el ecuador. La estratosfera, alcanza altitudes de hasta 50 Km. y se localiza por encima de la troposfera. La mesosfera se extiende hasta los 80-90 Km. de altura y se encuentra por encima de la estratosfera, y, finalmente, la termosfera o ionosfera, que es la capa más externa y forma una fina frontera con el espacio. La mezcla de gases entre estas capas es relativamente baja.

AUTÓCTONO. Condición de un animal o vegetal que se ha originado en el mismo sitio donde vive. De la misma manera también se aplica a aquellas rocas que se han originado en el mismo sitio donde se localizan.

BIODEGRADABLE. Sustancia que puede ser descompuesta por la acción de sistemas enzimáticos de bacterias u otros organismos.

BIOMASA. La masa total orgánica no fósil de origen biológico de un sistema ecológico. Abarca, pues, tanto la flora como la fauna y los microorganismos. Se mide en unidades de materia orgánica seca por unidades de superficie o de volumen del biotopo.

BIOSFERA. Zona de la atmósfera, tierra y agua de la superficie terrestre ocupada por seres vivos.

BIOTOPO. Lugar o territorio cuyas condiciones lo hacen apto para la existencia de una comunidad biótica integrada en un ecosistema.

BIOCARBURANTES. Sinónimo biocombustible. Combustible obtenido a partir de biomasa.

BIOGÁS. (fermentación metánica). Descomposición anaeróbica de compuestos orgánicos por acción de diversas bacterias. Se produce una mezcla de CH_4 y CO_2 conocida como biogás. Puede ser utilizado como combustible de algunos motores o en calderas de vapor para calefacción.

CALENTAMIENTO GLOBAL. Incremento de temperatura cerca de la superficie terrestre. El calentamiento global viene sucediendo desde

hace millones de años como resultado de las influencias naturales, pero el término se aplica más frecuentemente para referirse al calentamiento que se predice como resultado del incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, los científicos están de acuerdo en que la superficie de la Tierra se ha calentado, mas o menos, 1 °F en los últimos 140 años. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), concluyó recientemente que el incremento en la concentración de gases de invernadero está ocasionando un aumento de temperatura en la superficie de la Tierra y que el incremento en la concentración de aerosoles de sulfato conduce al relativo enfriamiento en algunas regiones, generalmente en áreas industriales.

CAMBIO CLIMÁTICO (también referido al cambio climático global). Aquellas variaciones de clima que se puedan achacar directa o indirectamente a las actividades humanas que modifican la composición de la atmósfera terrestre y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

CENTRAL ELÉCTRICA. Instalación compuesta de una o más máquinas generadoras de electricidad.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA. Instalación para la producción de energía eléctrica por aprovechamiento de la energía potencial del agua retenida de un embalse.

CENTRAL MAREMOTRIZ. Central hidroeléctrica que aprovecha las diferencias del nivel entre el agua del mar y la de un embalse provocadas por las mareas, mediante ruedas o turbinas hidráulicas.

CENTRAL MAREMOTRIZ FLOTANTE. Central maremotriz instalada sobre una plataforma flotante anclada, que aprovecha el movimiento de las aguas entre la marea alta y la baja, mediante ruedas o turbinas hidráulicas.

CENTRAL NUCLEAR. Instalación compuesta de uno o más reactores nucleares, que generan electricidad.

CENTRAL TÉRMICA. Instalación para la producción de energía eléctrica por aprovechamiento de la energía liberada en un proceso de combustión. Entre los combustibles más empleados, se encuentra el carbón, el fuelóleo y el gas natural.

CICLO DEL CARBONO. Circulación mundial y reutilización de los átomos de carbono, esto involucra a componentes de la biosfera, atmósfera con el CO₂, la hidrosfera y la litosfera. El carbono inorgánico, como dióxido de carbono, es incorporado en compuestos orgánicos por organismos fotosintéticos; al degradarse los compuestos orgánicos mediante la respiración se libera dióxido de carbono. Grandes cantidades de carbono se hallan "almacenadas" en los mares y en la atmósfera, así como en los yacimientos de combustibles fósiles.

CFCs (Clorofluorcarbonos). Sustancias sintéticas gaseosas, de origen

antropogénico, derivados de alcanos de reducido número de átomos de carbono por sustitución total o parcial de sus átomos de hidrógeno por átomos de cloro y flúor. Son líquidos muy estables, inocuos e inflamables, con temperaturas de ebullición, tensión superficial e índice de refracción pequeños. Se utilizan habitualmente en refrigeración, aerosoles, agricultura, medicina, extintores de incendio, agentes espumantes de plástico, etc. Estos, en la estratosfera ocasionan graves perjuicios en dos direcciones: 1) por un lado, las moléculas de CFC destruyen las moléculas de ozono, permitiendo que la radiación ultravioleta penetre la atmósfera llegando a la superficie terrestre, y por otra parte 2) los CFCs forman parte de los denominados gases de efecto invernadero con una potencia muy superior a la producida por el CO₂.

CICLO HIDROLÓGICO. Conjunto de fases por las que pasa el agua dentro del sistema tierra-atmósfera: evaporación en tierras y mares, condensación en forma de nubes, precipitación sobre la superficie terrestre, movimientos y acumulación en suelos y mares y nueva evaporación. A veces el ciclo se cortocircuita cuando existe evaporación en el seno de la atmósfera.

CLIMA. Síntesis del tiempo atmosférico a lo largo de un período suficientemente largo, de aproximadamente 30 años, para los que sea posible establecer sus propiedades estadísticas globales (valores medios, varianzas, probabilidad de sucesos extremos, etc) y que es, en gran parte, independiente de cualquier estado instantáneo.

COGENERACIÓN. Generación simultánea de energía térmica (usualmente en forma de vapor de agua) y energía eléctrica a partir de la energía liberada por combustión. Se utiliza en plantas de producción que requieren ambas formas de energía y supone un aprovechamiento más rentable del combustible.

COMBUSTIBLE FÓSIL. Término genérico que se emplea para denominar a los depósitos geológicos en forma reducida (orgánicos) y de origen biológico. Estos son el carbón, gas natural y petróleo. Con la combustión se generan entre otros, monóxido y dióxido de carbono, dióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno nocivos por su contribución a la acidificación del medio ambiente y al efecto invernadero.

COMBUSTIÓN. Reacción química entre el oxígeno y un material oxidable, acompañada de desprendimiento de energía, y que habitualmente se manifiesta por incandescencia o llama. Por extensión, reacción entre elementos electronegativos como halógenos, antígenos, etc., y un material óxido.

COMBUSTIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES. La combustión de carbón, aceite (incluida la gasolina), o el gas natural. Esta combustión generalmente genera energía, emitiéndose dióxido de carbono, así como hidrocarburos que no son quemados, metano, y monóxido de carbono. Fuente común de combustión de combustibles fósiles son los coches.

CONFERENCIA DE LAS PARTES (COP). Conjunto de naciones que han rati-

ficado el Convenio Marco sobre Cambio Climático, actualmente 150 países y 50 Estados Observadores. El principal papel de la COP es trabajar en la instauración del Convenio, revisarlo y tomar las decisiones necesarias para que la implantación de dicho Convenio sea efectiva. La primera Conferencia de las Partes (COP 1) tuvo lugar en Berlín del 28 de marzo al 7 de abril de 1995.

CONTAMINACIÓN. Estrictamente se refiere a cualquier sustancia que se encuentra en exceso en un determinado lugar o momento; más específicamente la contaminación atmosférica puede definirse como la presencia de sustancias en la atmósfera como resultado de las actividades antropogénicas o por procesos naturales que causan efectos adversos para la salud humana y/o el medio ambiente.

CONVENIO MARCO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO. Tratado internacional presentado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo y Medio Ambiente (también conocido como Cumbre de Río) en junio de 1992. El Convenio Marco sobre Cambio Climático insta a los países firmantes a la estabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero de origen antrópico a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Este nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible. El Convenio Marco sobre Cambio Climático exige que todos los países firmantes desarrollen y actualicen los inventarios de emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero

CRIOSFERA. Parte helada de la superficie de la tierra. La criosfera incluye los polos Ártico y Antártico, montañas, glaciares, mares helados, cobertura de nieve, lagos y ríos helados y permafrost.

DEFORESTACIÓN. Es el efecto producido por aquellas prácticas o procesos que inducen el cambio de un suelo forestal a usos no forestales eliminando los bosques. Es una de las principales causas que contribuyen a potenciar el efecto invernadero, esto se debe a dos razones: 1) la quema de los bosques y la descomposición de su materia orgánica generan CO₂, y 2) los árboles captan el CO₂ de la atmósfera en el proceso de fotosíntesis, al no estar estos presentes el CO₂ se acumula en la atmósfera.

DESARROLLO SOSTENIBLE. Desarrollo que asegura que el uso de los recursos y del medio ambiente hoy no dañará el de futuras generaciones.

DESERTIFICACIÓN. La progresiva destrucción o degradación de la cubierta vegetal dando lugar a zonas desiertas. Esto puede ocurrir debido al

pastoreo, pisoteo, deforestación, sequía e incendios en áreas extensas. Una vez formados los desiertos, éstos pueden solamente soportar un escaso tipo de vegetación. Los efectos climáticos asociados con este fenómeno son un incremento en el albedo, reducción de la humedad atmosférica y aumento del polvo atmosférico (aerosoles).

DIFUSIÓN DE RADIACIÓN. Radiación de energía en distintas direcciones en contraste con las radiaciones paralelas. Por ejemplo las radiaciones esparcidas y reflejadas por el vapor de agua, nubes y otros gases de la atmósfera.

DIGESTIÓN ANAERÓBICA. Fermentación microbiana en ausencia de oxígeno que da lugar a una mezcla de gases (principalmente metano y dióxido de carbono), conocida como "biogás" y a una suspensión acuosa o "lodo" que contiene los componentes difíciles de degradar y los minerales inicialmente presentes en la biomasa.

DIÓXIDO DE AZUFRE. Óxido de fórmula SO_2 . Gas incoloro, irritante y reductor. Se obtiene por combustión del azufre, tostación de piritas o acción de un ácido fuerte sobre un sulfito. Por reacción con agua da ácido sulfuroso. Es un producto intermedio en la fabricación de ácido sulfúrico.

DIÓXIDO DE CARBONO. Óxido de fórmula CO_2 . Gas incoloro, soluble en agua. Sus disoluciones tienen reacción ligeramente ácida. Se produce en la combustión completa de carbones y sustancias orgánicas, en reacciones de fermentación y por la acción de los ácidos fuertes o del calor sobre los carbonatos. Se encuentra en la atmósfera en una porción de aproximadamente 0,03 % en volumen. Es utilizado por las plantas verdes para la síntesis de los hidratos de carbono. Se emplea en la fabricación de bebidas refrescantes, en la extinción de incendios, obtención de nieve carbónica, etc.

DIÓXIDO DE NITRÓGENO. Óxido de fórmula NO_2 . Gas paramagnético de color rojizo, venenoso y muy corrosivo. A bajas temperaturas se asocia para formar su dímero N_2O_4 . Tiene importancia industrial porque su reacción con agua da lugar al ácido nítrico.

ECLÍPTICA. Circulo máximo de intersección de la esfera celeste con el plano de la órbita terrestre.

ECOSISTEMA. Comunidad de organismos, sus interacciones mutuas y la del conjunto con el entorno en el que se desenvuelven. Es la unidad ecológica de características diferenciadoras. La escala de la unidad varía pues el término puede ser aplicado a grandes unidades (la troposfera) o de menor tamaño (una charca).

EFFECTO INVERNADERO. Elevación de la temperatura en la superficie de un planeta, debido al hecho de que su atmósfera actúa como la cubierta de un invernadero. Este efecto se justifica porque la radiación solar penetra la atmósfera de la Tierra pero los rayos infrarrojos quedan retenidos en la superficie y en la atmósfera baja. Este proceso ocurre espontáneamente en la naturaleza y permite que la temperatura media de la Tierra sea de 15°C, de tal manera que la vida no tendría lugar sin el proceso natural del efecto invernadero.

EMISIÓN. Liberación de una sustancia a la atmósfera, ya sea por un foco localizado (emisión primaria) o como resultado de reacciones fotoquímicas o cadenas de reacciones iniciadas por un proceso fotoquímico (emisión secundaria).

ENERGÍA CINÉTICA. Energía debida al movimiento.

ENERGÍA ELÉCTRICA. Energía que se transmite por un circuito eléctrico.

ENERGÍA EÓLICA. Energía obtenida en una rueda de paletas que gira bajo la acción del viento.

ENERGÍA GEOTÉRMICA. Energía procedente de la utilización del calor existente en el interior de la Tierra.

ENERGÍA HIDRÁULICA. Energía potencial de las aguas.

ENERGÍA MAREMOTRIZ. Energía útil que puede obtenerse aprovechando el desplazamiento de las aguas marinas originado por las mareas.

ENERGÍA NUCLEAR. Energía que se desprende en las reacciones entre núcleos o partículas orgánicas.

ENERGÍA POTENCIAL. La energía que posee un cuerpo en virtud de su posición o en función de otras circunstancias (composición química, etc.).

ENERGÍA PRIMARIA. Energía que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión o transformación.

ENERGÍA RENOVABLE. Energía cuyas fuentes son prácticamente inagotables, pues se presentan en la naturaleza de forma representativa.

ENERGÍA SECUNDARIA. Energía producida por conversión o transformación de la energía primaria.

ENERGÍA SOLAR. Energía transmitida desde el sol en forma de radiación electromagnética.

ENERGÍA TÉRMICA. Energía en tránsito debido a una diferencia de temperatura en un sistema.

EQUINOCCIO. Cada uno de los puntos de intersección de la eclíptica con

el ecuador. Su posición varía con el tiempo a causa de los fenómenos de precesión y nutación.

ESCORRENTÍA. Caudal superficial de aguas procedentes de precipitaciones, deshielos, o corrientes subterráneas.

ESPECTRO. Distribución de la intensidad de una radiación en función de la longitud de onda, la energía, la frecuencia, el momento, la masa o cualquier otra magnitud relacionada con ella. Cualquier representación gráfica o fotográfica de una distribución de intensidades de frecuencias o de números de partículas.

ESTRATOSFERA. Región de la atmósfera terrestre inmediatamente superior a la troposfera, que se extiende hasta unos 50 Km. de altitud. La temperatura en ella crece con la altitud llegando a ser de 273 °K. (0 °C).

FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA. La producción de alcohol etílico a partir de glucosa mediante reacciones metabólicas propias de las levaduras. La producción es mayor cuando la provisión de oxígeno libre es poca.

FORZAMIENTO DEL EFECTO INVERNADERO. El efecto invernadero natural puede ser potenciado por emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero produciendo el forzamiento del efecto invernadero. El incremento en la concentración de dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno, CFCs y otros gases fotoquímicos importantes, generados por actividades humanas como combustión de combustibles fósiles, favorecen que las radiaciones infrarrojas sean atrapadas por éstos, influyendo en el calentamiento de la superficie de la tierra y la atmósfera baja.

FORZAMIENTO RADIATIVO. Modificaciones en el balance entre la energía solar absorbida y la emitida por la Tierra.

FOTOLISIS. Escisión de un compuesto químico por la acción de la radiación, principalmente visible y ultravioleta.

FOTOSÍNTESIS. Proceso por el cual las plantas verdes usan la luz para sintetizar compuestos orgánicos partiendo de CO₂ y agua. Durante el proceso se libera oxígeno y agua. Altos niveles de CO₂ pueden incrementar el fenómeno de la fotosíntesis en las plantas, por este motivo las plantas son un importante reservorio de CO₂.

FUENTES. Son los puntos de emisión de los gases de invernadero. Por ejemplo, el dióxido de carbono es emitido en la naturaleza por las plantas, la respiración de los animales, y por la descomposición de plantas y animales. El dióxido de carbono también procede de la combustión de los combustibles fósiles.

GASES DE EFECTO INVERNADERO. Cualquier gas que absorbe la radiación infrarroja de la atmósfera. Los gases de efecto invernadero son vapor de agua, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido de nitrógeno (N_2O), ozono (O_3), hexafluoruro de azufre (SF_6), halógenos clorofluorcarburos (HCFCs), hidrofluor-carburos (HFCs) y perfluor-carburos (PFCs).

GASES TRAZA. Algunos de los gases menos comunes que se encuentran en la composición de la atmósfera de la Tierra. Nitrógeno, oxígeno y argón constituyen el 99% de la composición total de la atmósfera terrestre. Otros gases como el dióxido de carbono, vapor de agua, metano, óxido de nitrógeno, ozono y amoníaco son considerados gases traza. Aunque éstos no tienen una importancia relativa en el volumen total de gases que constituyen nuestra atmósfera, sí tienen un papel significativo sobre los efectos del tiempo y el clima de la Tierra.

GASIFICACIÓN. Bajo este nombre se engloban los procesos de combustión en condiciones de defecto de oxígeno, con producción de monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrógeno y metano, en proporciones diversas según la composición de la materia prima y las condiciones del proceso. La temperatura de operación oscila entre 700 y 1.500 °C y el oxígeno se limita entre un 10 y un 50 %.

GLACIACIÓN. Período durante el que la cantidad de hielo acumulada en la superficie del globo terráqueo es superior a la media. Comprende una época anaglacial de expansión de los hielos, y otra cataglacial en que decrecen. En la Era Cuaternaria se han sucedido cuatro glaciaciones principales: Günz, Mindel, Riss y Würm, separadas por períodos interglaciales.

HALÓGENOS. Cada elemento del grupo séptimo de la clasificación periódica: flúor, cloro, bromo, yodo y el elemento radiactivo astato.

HALONES. Hidrocarburos volátiles de origen antropogénico (también conocidos como bromo-fluor-carburos) y clorofluorcarburos que contienen bromo. Son muy dañinos para el medio ambiente.

HIDROCARBUROS. Sustancias compuestas exclusivamente por carbono e hidrógeno. Los combustibles fósiles están hechos a partir de hidrocarburos. Algunos hidrocarburos son grandes contaminantes del aire.

HIDROFLUOR-CARBUIROS (HFCs). Estos gases (al igual que los perfluor-carburos) fueron introducidos como alternativa a las sustancias utilizadas en la industria y para uso personal, que destruyen la capa de ozono. Estos gases no deterioran de manera significativa la capa de ozono, pero sí contribuyen a potenciar el efecto invernadero.

HIDROGEOLOGÍA. Estudio de la Tierra que trata del origen, localización, movimiento y características de las aguas subterráneas, con especial énfasis en los aspectos geológicos.

HIDROSFERA. Conjunto de las aguas que cubren parte de la superficie terrestre. Zona exterior del planeta en la que existe agua en forma gaseosa, líquida o sólida (superficial o subterránea). Por tanto incluye nubes, océanos, mares, capas de hielo, glaciares, lagos, ríos, aguas subterráneas y el vapor de agua de la atmósfera.

IONOSFERA. También denominada termosfera. Capa de la alta atmósfera terrestre caracterizada por una alta concentración de iones y electrones libres.

LEJÍA NEGRA. Líquido oscuro que se obtiene como residuo al tratar la madera para producir pastas químicas. Contiene principalmente productos de degradación de lignina y celulosa y el exceso de reactivos solubilizantes.

LITOSFERA. Capa más externa entre las envolventes sólidas del globo terráqueo, de material rígido y consistente, pero susceptible de deformación limitada en las circunstancias físicas de la escala geológica de tiempos. Incluye la corteza y la parte más alta del manto y reposa sobre la parte de éste último conocida como astenosfera. Su grosor medio es de aproximadamente 100 Km.

LLUVIA ÁCIDA. La presencia en la atmósfera de aerosoles ácidos conduce a una recombinación de éstos con el agua generando la lluvia ácida que precipitará sobre la superficie terrestre en forma de lluvia, nieve, niebla, o partículas secas, contribuyendo a la acidificación, es decir a un descenso del pH, tanto de las masas acuosas terrestres como en suelos, ocasionando graves daños en la vegetación. Los aerosoles ácidos se generan principalmente debido a la descarga de óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno en la atmósfera producidos en la combustión de combustibles fósiles.

MESOSFERA. Región de la atmósfera terrestre inmediatamente superior a la estratosfera, que se extiende hasta unos 90 Km. de altitud. La temperatura decrece rápidamente en ella hasta valores mínimos de 150 °K (-123 °C).

METANO (CH₄). Primer miembro de la serie de los alcanos de fórmula CH₄. Gas incoloro e inodoro, poco soluble en agua y muy inflamable. Es el primer componente del gas natural. Es un importante producto petroquímico del que se obtienen, entre otros, acetileno, gas de agua, cloroformo, tetracloruro de carbono y cianuro de hidrógeno. Se desprende en algunas minerasías, especialmente de carbón, con riesgo de explosión.

NIÑO (EL). Fenómeno climático que se produce irregularmente, pero generalmente cada 3 ó 5 años. El Niño, a menudo, se manifiesta en la época de Navidad en la superficie tropical del océano Pacífico. El fenómeno genera cambios estacionales en la dirección de los vientos tropicales sobre el Pacífico produciéndose un anormal aumento de la temperatura en la superficie del océano. Los cambios en los trópicos son muy intensos en la región Pacífica, éstos pueden alterar los patrones del tiempo atmosférico por todos los trópicos y pueden extenderse a latitudes más altas, especialmente en América Central y del Norte. La relación entre estos acontecimientos y los patrones globales de tiempo son actualmente sujeto de muchas investigaciones con objeto de mejorar las predicciones de las fluctuaciones estacionales interanuales del clima.

ONDA ELECTROMAGNÉTICA. Onda de propagación de los campos eléctricos y magnéticos producidos por cargas eléctricas en movimiento. El espectro de frecuencias de las ondas electromagnéticas es muy amplio, por lo que se emplean denominaciones especiales para las ondas comprendidas en los distintos intervalos de frecuencia: ondas radioeléctricas, microondas, ondas luminosas, rayos X, rayos gamma, etc.

OXIDACIÓN. Reacción de un elemento o sustancia con oxígeno. Reacción química en la que un átomo o ión pierde uno o más electrones disminuyendo su densidad electrónica por desplazamiento de los mismos. Todo proceso de oxidación es simultáneo a uno de reducción.

ÓXIDOS DE NITRÓGENO. Gases compuestos por una molécula de nitrógeno y un número variable de moléculas de oxígeno. Los óxidos de

nitrógeno se generan en la emisión de humos de vehículos e industrias. En la atmósfera los óxidos de nitrógeno generan humos tóxicos, afectando a la visibilidad y a la salud humana.

OZONO. Modificación alotrópica del oxígeno formada por moléculas triatómicas O_3 . Es un gas de efecto invernadero y se puede localizar en la estratosfera (constituye un 90% de la composición total) o en la troposfera (alrededor del 10%). El ozono actúa de dos formas: 1) en la estratosfera, el ozono provee a la Tierra de una capa que absorbe las radiaciones ultravioletas procedentes del Sol, protegiéndola de los efectos nocivos ocasionados por éstas y subsecuentemente la salud humana y el medio ambiente; y 2) el ozono troposférico juega un importante papel en el efecto invernadero potenciándolo, además contribuye a la contaminación ya que las moléculas de oxígeno del ozono se combinan con otros compuestos químicos produciendo humos tóxicos.

PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO. El IPCC fue establecido conjuntamente por el Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas y la Organización Mundial de Meteorología en 1988. El IPCC cuenta con la colaboración de centenares de expertos científicos de todo el mundo que investigan, informan y supervisan el tema. Destacan expertos del cambio climático, del medio ambiente, del medio social y económico de 60 naciones que colaboran preparando valoraciones periódicas de los descubrimientos científicos sobre el cambio climático y sus consecuencias. El IPCC es el órgano oficial responsable de las decisiones referidas al cambio climático, tiene capacidad para informar sobre el cambio climático, sus consecuencias, y la viabilidad de adaptación y medidas de mitigación.

PARTÍCULA. Unidad estructural de la materia sólida.

PERFLUOR-CARBUROS (PFCs). Sustancia sintética compuesta exclusivamente por carbono y flúor: CF_4 y C_2F_6 . Estos compuestos se introdujeron como alternativas a las sustancias que destruyen la capa de ozono. A pesar de no causar daños a la capa de ozono son un potente gas de efecto invernadero (el potencial de calentamiento global (GWP) del CF_4 es de 6.300 y el C_2F_6 tiene un GWP de 12.500).

PIRÓLISIS. Descomposición de un compuesto químico por la acción del calor.

POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL (GWP). Es el índice que define el nivel de emisiones de varios gases en una medida común para comparar el forzamiento radiativo de distintos gases sin necesidad de calcular directamente las concentraciones atmosféricas. El GWP se calcula como el ratio del forzamiento radiativo que resultaría de la emisión de un 1 kg. de gas de efecto invernadero en comparación con el causado

por 1 Kg. de CO₂ sobre un período de, más o menos, 100 años. A los gases involucrados en los complejos procesos químicos que se producen en la atmósfera, no se les ha asignado un GWP debido a las complicaciones que surgen, por tanto se expresan en términos de equivalentes de dióxido de carbono. El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) ha presentado la tabla de Potenciales de Calentamiento Global que revisa regularmente.

PRECESIÓN DE LOS EQUINOCCIOS. Movimiento retrógrado del equinoccio, a lo largo de la eclíptica, de 50 seg. por año. El equinoccio emplea 26.000 años en recorrer toda la eclíptica.

PRECIPITACIÓN. Cualquier forma de agua sólida o líquida que cae de la atmósfera y alcanza la superficie de la Tierra.

PRECURSORES DEL OZONO TROPOSFÉRICO. Gases que influyen en el ritmo de formación y desintegración del ozono de la atmósfera. Estos gases son: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles no-metánicos (NMVOCs).

RADIACIÓN. Energía emitida en forma de onda electromagnética. Las radiaciones tienen distintas características dependiendo de sus longitudes de onda.

RADIACIÓN SOLAR. Radiación que proviene del Sol constituida por radiaciones electromagnéticas y corpusculares. Su longitud de onda oscila entre 290 y 3.000 nm. Es relativamente energética y posee radiaciones de onda corta (rayos ultravioletas) y de onda larga (rayos infrarrojos).

RADIACIÓN TERRESTRE. Radiación térmica emitida por la Tierra incluyendo su propia atmósfera.

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA. Radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida entre 1 y 380 nm.

RADIACIÓN INFRARROJA. Radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida entre 780 nm. y 1 nm.

RECURSOS NATURALES. Materia o energía presentes en el medio natural utilizables por el hombre.

RECURSOS RENOVABLES. Recursos que están disponibles con distintos intervalos de tiempo. El empleo de las fuentes actuales no disminuye la disposición futura siempre que la tasa de consumo no exceda a la de generación.

RECURSOS NO RENOVABLES. Recursos cuya cantidad física no aumenta con el tiempo de forma significativa; así pues, con el uso disminuye la cantidad disponible. Por ejemplo los combustibles fósiles.

REFLECTIVIDAD. Sinónimo de reflectancia. Fracción de la radiación total incidente sobre un cuerpo que es reflejada por el mismo.

RESIDUO RADIACTIVO. Producto secundario radiactivo de un proceso nuclear, que posee un índice de radiactividad.

RETROALIMENTACIÓN. Mecanismos que conectan los aspectos de un sistema con los de otro. La retroalimentación puede ser positiva, cuando los efectos producidos por un sistema potencian los del otro; o negativa, cuando los efectos producidos por el primero amortiguan los del segundo.

REVOLUCIÓN INDUSTRIAL. La revolución industrial comenzó a principios de 1800 y encabezó el nacimiento de los "tiempos modernos"; los trabajos que tradicionalmente se hacían a mano fueron sustituidos por máquinas. Fue la era de la máquina de vapor, el telégrafo, papel, tren, etc.

SEQUÍA. Extensos periodos de escasez de agua que producen enormes perjuicios como falta de abastecimiento de agua, pérdidas agrarias, etc.

SISTEMA CLIMÁTICO. La atmósfera, la hidrosfera, la biosfera, la litosfera y la criosfera constituyen lo que se denomina sistema climático.

SUMIDERO. Compartimento del medio ambiente que actúa como recipiente de contaminantes. Los gases de efecto invernadero de la atmósfera pueden ser destruidos a través de procesos químicos o bien pueden ser almacenados adquiriendo otra estructura química.

TERMOFERA. Ver ionosfera.

TIEMPO. El tiempo atmosférico es una condición específica de la atmósfera en un lugar y momento determinado. Esto es medible en términos tales como viento, humedad, presión atmosférica, nubosidad, y precipitaciones. En muchos lugares el tiempo puede cambiar en horas, días o estaciones. El clima es una medida del tiempo climático a lo largo de un período de tiempo en un lugar localizado.

TROPOSFERA. *Región inferior de la atmósfera terrestre en la que ocurren todos los fenómenos hidrometeorológicos y que se extiende desde el suelo hasta una altura que varía alrededor de los 9 Km. en los polos y unos 17 Km. en el ecuador. En ella la temperatura disminuye, con bastante regularidad, con la altura.*

VAPOR DE AGUA. *Es el más abundante de los gases de efecto invernadero, es el agua presente en la atmósfera en forma gaseosa. El vapor de agua ha contribuido a lo largo de la existencia del planeta a potenciar el efecto invernadero de manera natural. El incremento de la concentración de este gas por aportaciones antropogénicas no es significativo. El vapor de agua juega un importante papel en la regulación de la temperatura del planeta.*

Acrónimos, abreviaturas, unidades y símbolos químicos

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AIE	<i>Agencia Internacional de la Energía</i>
CC.OO.	<i>Comisiones Obreras</i>
CFC	<i>Carburo clorofluorado</i>
CIEMAT	<i>Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas</i>
COP	<i>Conferencia de las Partes</i>
COV	<i>Compuestos Orgánicos Volátiles</i>
CORINE	<i>Sistema Coordinado de Información sobre el Estado de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (UE)</i>
GCM	<i>Modelo de Circulación General</i>
GEI	<i>Gas de efecto invernadero</i>
GWP	<i>Potencial del Calentamiento Global</i>
HFC	<i>Carburo hidrofluorado</i>

I+D	<i>Investigación y Desarrollo</i>
IDAE	<i>Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía</i>
INTA	<i>Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales</i>
IPCC	<i>Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático</i>
IPPC	<i>Directiva 96/61/CE Relativa a la Prevención y Control Integrado de la Contaminación.</i>
ITV	<i>Inspección Técnica de Vehículos</i>
MINER	<i>Ministerio de Industria y Energía</i>
MOPT	<i>Ministerio de Obras Públicas y Transporte</i>
MOPTMA	<i>Ministerio de Obras Públicas Transporte y Medio Ambiente</i>
OCDE	<i>Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico</i>
ONU	<i>Organización de Naciones Unidas</i>
PAEE	<i>Plan de Ahorro y Eficiencia Energética</i>
PEN	<i>Plan Energético Nacional</i>
PFC	<i>Carburo perfluorado</i>
PIB	<i>Producto Interior Bruto</i>
PYMES	<i>Pequeñas y Medianas Empresas</i>
RSU	<i>Residuos Sólidos Urbanos</i>
UE	<i>Unión Europea</i>
UNESA	<i>Unidad Eléctrica S.A.</i>

UNIDADES

Unidades de potencia

		W	kcal/h
<i>W</i>	vatio	1	0,86
<i>kW</i>	kilovatio	10^3	860
<i>MW</i>	megavatio	10^6	$0,86 \times 10^6$
<i>MW</i>	teravatio	10^9	$0,86 \times 10^9$
<i>Kcal/h</i>	kilocaloría / hora	1,16	1

Unidades de energía

		KWh	kcal
<i>Wh</i>	vatio hora	10^3	0,86
<i>kWh</i>	kilovatio hora	1	860
<i>MWh</i>	megavatio hora	10^3	$0,86 \times 10^3$
<i>GWh</i>	gigavatio	10^6	$0,86 \times 10^6$
<i>TWh</i>	teravatio hora	10^9	$0,86 \times 10^9$
<i>Kcal</i>	kilocaloría	$1,16 \times 10^{-3}$	1
<i>te</i>	termia	1,163	1.000
<i>J</i>	julio	$2,778 \times 10^{-7}$	$2,389 \times 10^{-4}$
<i>TJ</i>	terajulio	$2,778 \times 10^2$	$2,389 \times 10^5$

		Kcal	tep
<i>tep</i>	tonelada equivalente de petróleo	10^7	1
<i>ktep</i>	miles de tep	10^{10}	10^3
<i>Mtep</i>	millones de tep	10^{13}	10^6
<i>Tec</i>	toneladas equivalentes de carbón	7×10^6	0,7

Unidades de concentración

ppm: partes por millón

ppb: partes por billón

$$1\text{ppm} = 1\text{mg} / \text{kg} = 1\text{mg} / \text{l} = 1\text{g} / \text{m}^3$$

SÍMBOLOS QUÍMICOS

C	carbono atómico	NO₂	dióxido de nitrógeno
CO	monóxido de carbono	NO_x	óxidos de nitrógeno
CO₂	dióxido de carbono	O₃	ozono
C_xH_x	hidrocarburos	SF₆	hexafluoruro de azufre
CH₄	metano	SO₂	dióxido de azufre
N	nitrógeno atómico	SO_x	óxidos de azufre
NH₃	amoníaco		

Bibliografía

AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

"Medio Ambiente en Europa. El Informe Dobris".

Edita: Oficina de las Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Madrid, 1998.

AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE

"Europe's Environment: Statistical Compendium for de Dobris Assessment".

Edita: Agencia Europea de Medio Ambiente. Luxemburgo, 1995.

BRAVO, C.

"Simposio Energía y Medio Ambiente: Estímulos para el uso eficiente de la energía".

Edita: Club Español de la Minería, 1994.

COLEGIO OFICIAL DE FÍSICOS

"Jornada sobre Estrategias Energéticas y Cambio Climático". Forum Ambiental ECOMED. Barcelona, 1997.

COLEGIO OFICIAL DE FÍSICOS

"Jornadas sobre Cambio Climático". Valencia, 1999.

COLLOCOTT, M. A.

"Diccionario Científico y Tecnológico. Chambers".

Edita: Omega. Barcelona, 1979.

II CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

"Documentos finales de los grupos de trabajo".

Edita: Colegio Oficial de Físicos. Madrid, 1992.

III CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

"Documentos finales de los grupos de trabajo".

Edita: Colegio Oficial de Físicos. Madrid, 1996.

IV CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

"Documentos finales de los grupos de trabajo".

Edita: Colegio Oficial de Físicos. Madrid, 1998.

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

"Convenio Marco". 1992.

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

"Protocolo de Kioto". 1997.

DELEAGE, J.P. Y SOUCHON, C.

"La energía: tema interdisciplinar para la educación ambiental".

Edita: Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid, 1991.

DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA

"Energía y Cambio Climático".

Edita: Ministerio de Medio Ambiente. 1998.

DIVERSOS AUTORES. COLEGIO DE FÍSICOS

"Jornadas sobre Cambio Climático".

Valencia, 1999.

DIVERSOS AUTORES.

"Energías Renovables y Climatización de Edificios".

Edita: Unión General de Trabajadores (U.G.T.). Madrid, 1996.

EUROPEAN COMMISSION

"Taking European Environment Policy into the 21st Century. A summary of the European Commission's Programme of Policy and Action in Relation to the Environment and Sustainable Development".

Edita: Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, 1996.

FERNÁNDEZ DE MATA, J.M. Y VOLLBRECHT, M.

"Ahorro y Eficiencia Energética. El enfoque demanda de la planificación eléctrica para España".

Edita: Greenpeace, 1991.

HERAS, M. R.

"Instituto de Estudios de la Energía. Arquitectura Bioclimática".
CIEMAT.

HUNTER LOVINS, L. ULRICH VON WEIZSÄCKER, E. LOVINS, A. B.

"Factor 4. Informe al Club de Roma".

Edita: Galaxia Gutenberg. Barcelona, 1997.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE)

"Manuales de Energías Renovables".

Tomo 1: Energía Solar Térmica

Tomo 3: Minicentrales Hidroeléctricas

Tomo 4: Energía Eólica

Tomo 5: Biomasa

Tomo 6: Energía Solar Fotovoltáica

Edita: IDAE. 1992.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE)

"Plan de Fomento de Energías Renovables".

Edita: IDAE. 1995.

IPCC

Segundo Informe de Evaluación del Cambio Climático. 1995.

MC GRAW-HILL

"Diccionario de términos científicos y técnicos".

Edita: Mar Combo Boixareu. Bilbao, 1981.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA

"Las energías renovables en España. Balance y Perspectivas 2000".

Edita: MINER, 1994.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA

"Plan Energético Nacional 1991-2000".

Edita: MINER.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

"Segunda Comunicación Nacional de España a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático".

Edita: Ministerio de Medio Ambiente, 1998.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE

"Informe de España a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático".

Edita: MOPTMA, 1994.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE

"Primera Comunicación Nacional de España a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático".

Edita: MOPTMA, 1994.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (MOPT)

"Cambio Climático. Informe del IPCC 1990":

Tomo I: Evaluación científica del IPCC.

Tomo II: Evaluación de los Impactos del IPCC.

Tomo III: Estrategias de respuesta del IPCC.

Edita: MOPT. Madrid, 1992.

RAMOS, A.

"Diccionario de la Naturaleza, hombre, ecología y paisaje".

Ed. Espasa Calpe. Madrid, 1987.

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

"Vocabulario científico y técnico".

Edita: ESPASA, 3ª edición. Madrid, 1996.

SAGAN, C.

"Miles de millones".

Edita: B, S.A. Barcelona, 1998.

SANZ SA, J. M.

"La contaminación atmosférica".

Edita: Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Bilbao, 1991.

SEOÁNEZ CALVO, M.

"El gran diccionario del Medio Ambiente y de la contaminación".
Coediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1996.

UNESA

"Memoria estadística eléctrica".
Edita: UNESA. Madrid, 1997.

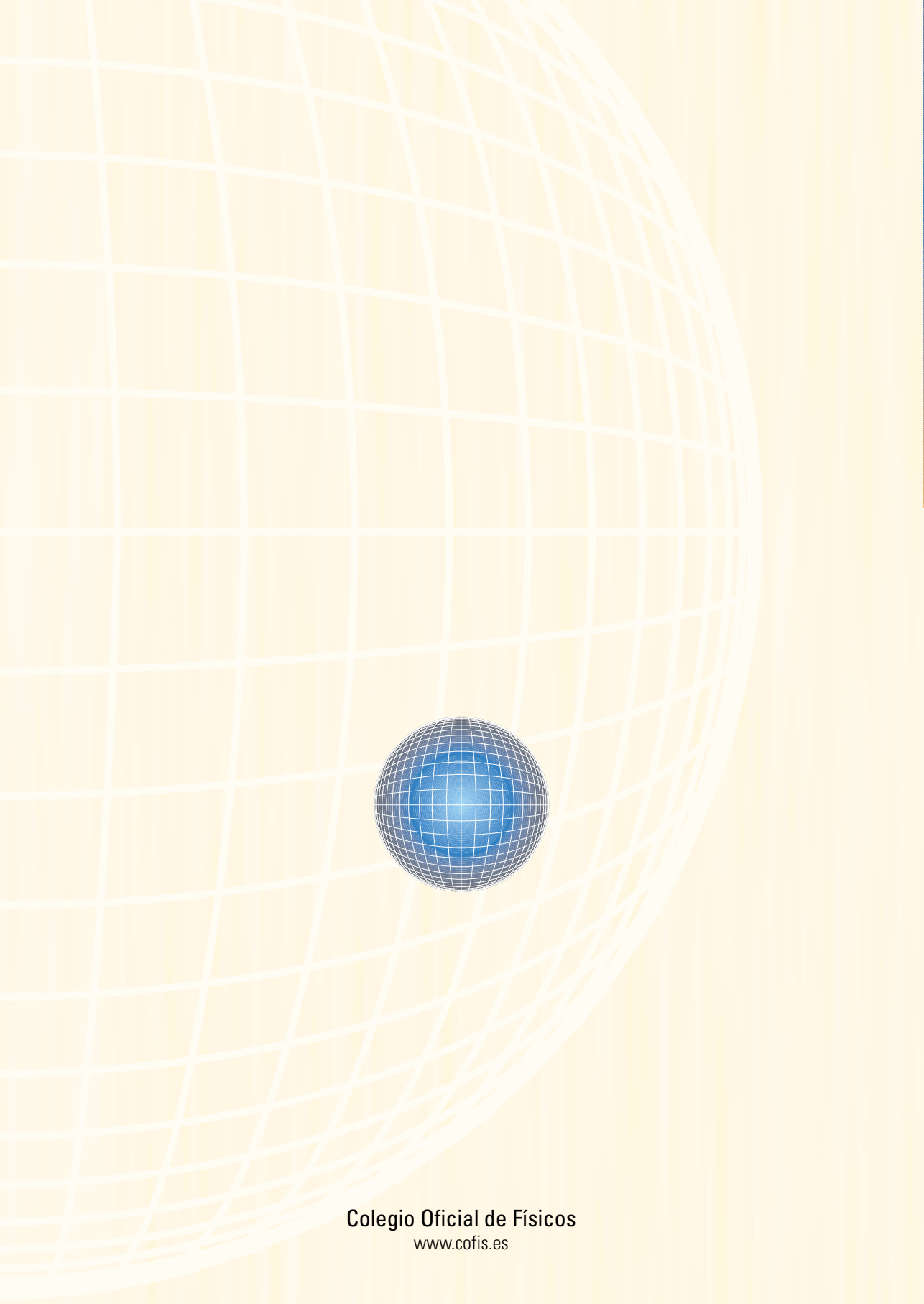
Enlaces de interés

www.iea.org	AIE
www.cofis.es	Colegio Oficial de Físicos de España (COFIS)
www.unfccc.de	Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
www.ciemat.es	CIEMAT
www.nodo50.org/ecologistas	Ecologistas en acción
www.gefweb.org	Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF)
www.greenpeace.org	Greenpeace
www.idae.es	IDAE
www.inm.es	INM
www.ipcc.ch	IPCC
www.mma.es	Ministerio de Medio Ambiente
www.min.es	MINER
www.oecd.org	OCDE
www.wmo.ch	Organización Meteorológica Mundial (WMO)
www.unesa.es	UNESA

Edita:
Colegio Oficial de Físicos

Proyecto gráfico:
Vicente Gómez Alfonso

Edición electrónica:
eduvela



Colegio Oficial de Físicos
www.cofis.es

Bienvenidos a Acrobat

Desplace lentamente el cursor sobre los iconos de la barra de herramientas para conocer su utilización

