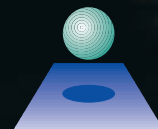


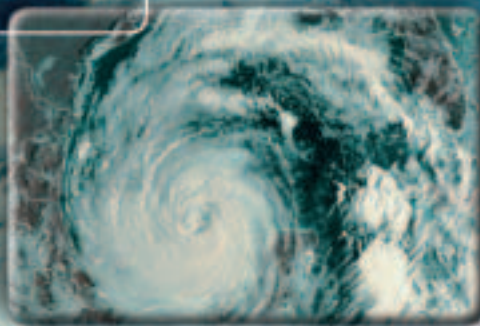
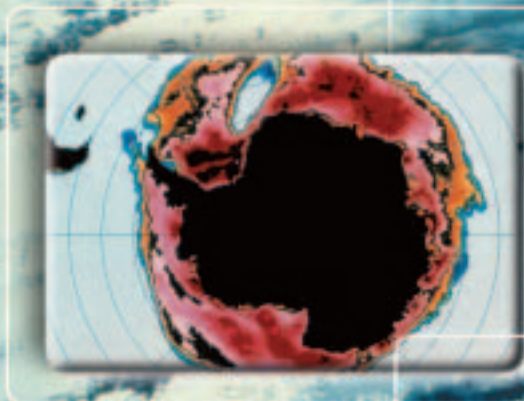


Serie Programa Marco Ambiental N.º 15 Enero 2003



IHOBE
Ingurumen Jarduketarako Sozietate Publikoa
Sociedad Pública Gestión Ambiental

Cambio Climático



EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

LURRALDE ANTOLAMENDU
ETA INGURUMEN SAILA

DEPARTAMENTO DE ORDENACION DEL
TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE

Serie Programa Marco Ambiental

- **N.º 1 Noviembre 2000.** "Impacto Económico del Gasto y la Inversión Medioambiental de la Administración Pública Vasca"
- **N.º 2 Mayo 2001.** "Ecobarómetro Social 2001"
- **N.º 3 Octubre 2001.** "Medio Ambiente en la Comunidad Autónoma del País Vasco: Resumen"
- **N.º 4 Enero 2002.** "Estrategia de la Unión Europea para un desarrollo sostenible"
- **N.º 5 Febrero 2002.** "Inventario de Residuos Peligrosos de la Comunidad Autónoma del País Vasco" (Resumen)
- **N.º 6 Abril 2002.** "En bici, hacia ciudades sin malos humos"
- **N.º 7 Mayo 2002.** "Necesidad Total de Materiales de la Comunidad Autónoma del País Vasco. NTM 2002"
- **N.º 8 Julio 2002.** "Transporte y Medio Ambiente en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Indicadores TMA 2002"
- **N.º 9 Agosto 2002.** "Sustainable Development in the Basque Country"
- **N.º 10 Octubre 2002.** "Indicadores Ambientales 2002"
- **N.º 11 Octubre 2002.** "Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Comunidad Autónoma del País Vasco (1990 • 2000)"
- **N.º 12 Noviembre 2002.** "Medio Ambiente y Competitividad en la Empresa"
- **N.º 13 Diciembre 2002.** "Ecobarómetro Industrial 2002"
- **N.º 14 Enero 2003.** "Ciudad, infancia y movilidad"
- **N.º 15 Enero 2003.** "Cambio Climático"

www.ingurumena.net

Página del Gobierno Vasco sobre Desarrollo Sostenible en nuestro país.

Edita:

IHOBE - Sociedad Pública de Gestión Ambiental

Diseño:

Imprenta Berekintza

Colaboración:

Aitor Sáez de Cortázar (Biolan) y Julen Rekondo

Traducción:

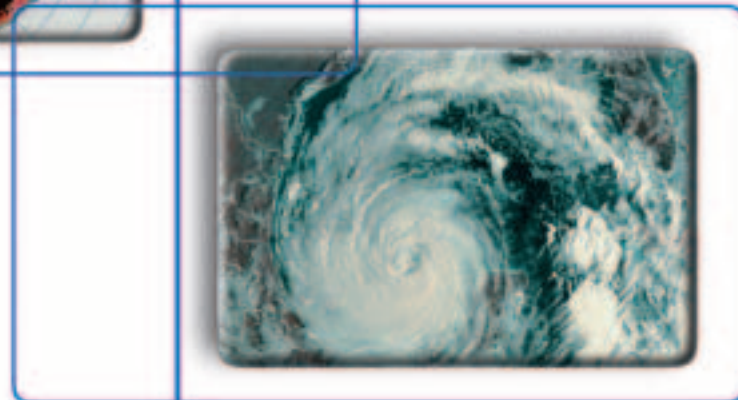
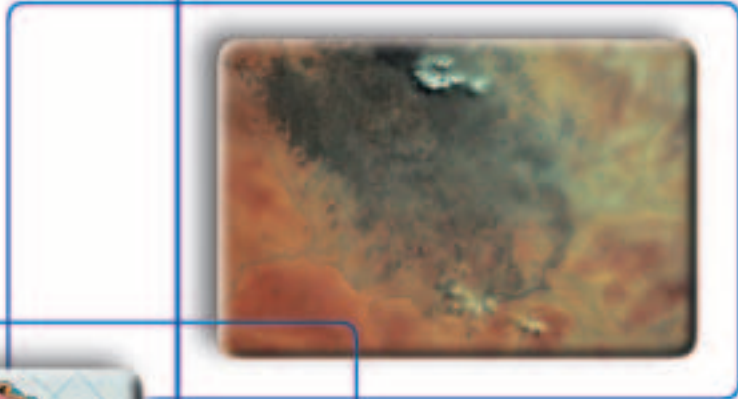
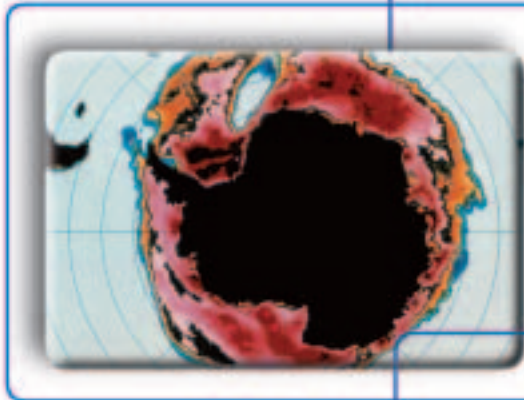
Elhuyar

© IHOBE 2002

Depósito Legal:

Impreso en papel reciclado 100 %.

Cambio Climático



Índice

PRESENTACIÓN	7
1. PRÓLOGO	9
2. LA NATURALEZA DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	11
2.1 Antecedentes	12
2.2 El clima	12
2.3 ¿En qué consiste el efecto invernadero?	14
2.4 El problema del cambio climático	17
3. SISTEMAS DE EVALUACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO	23
4. IMPACTOS OBSERVADOS. ¿QUÉ DICEN LOS CIENTÍFICOS QUE PUEDE OCURRIR?	27
4.1 Aspectos generales	28
4.2 Los escenarios del IPCC	34
4.3 Proyecto europeo ACACIA	36
4.4 Voces escépticas	37
5. ACCIONES EMPRENDIDAS	39
5.1 A escala mundial	40
5.2 En la Unión Europea	46
5.3 En el Estado Español	47
5.4 En la Comunidad Autónoma del País Vasco	49
5.5 En el ámbito local europeo	55
5.6 En la energía, la industria y el transporte en la U.E.	57
5.7 La innovación científica y tecnológica	61
6. ¿QUÉ PUEDES HACER TU?	65
6.1 En casa	66
6.2 En la calle	67
7. CONCLUSIONES	69
ANEXO	71
RECURSOS DE INTERNET RELACIONADOS	72
BIBLIOGRAFÍA	76

Índice de tablas

Tabla 1:	Factores antropogénicos del cambio climático	14
Tabla 2:	Temperaturas de los planetas	15
Tabla 3:	Los principales gases de efecto invernadero	17
Tabla 4:	Algunas predicciones para el futuro en Europa. IPCC	36
Tabla 5:	Principales eventos internacionales en la lucha contra el cambio climático	40
Tabla 6:	Compromiso de limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero para el período 2008-2010 (Protocolo de Kyoto)	42
Tabla 7:	Compromiso de reducción de emisiones de CO ₂ en el año 2010 respecto a 1990 (%)	46
Tabla 8:	Evaluación de las emisiones por tipo de gases	48
Tabla 9:	Evolución de las emisiones por sectores	48
Tabla 10:	Evolución de las emisiones de GEI's (CO ₂ , N ₂ O y CH ₄) producidas en el País Vasco	50
Tabla 11:	Contribuciones previstas para el año 2010 por cada una de las fuentes renovables	58
Tabla 12:	Potencial de reducción de GEI en los diferentes sectores con políticas y medidas económicamente asumibles en la U.E.	59
Tabla 13:	Buenas prácticas con tu automóvil	67

Índice de figuras

Figura 1:	Glaciaciones a lo largo de la historia	12
Figura 2:	La distribución de la radiación solar como causa de las glaciaciones	13
Figura 3:	Efecto invernadero	15
Figura 4:	Planetas y atmósferas	16
Figura 5:	Evolución de la concentración media mensual de CO ₂ en la atmósfera. Observatorio de Mauna Loa, Hawai	18
Figura 6:	CO ₂ y temperatura	19
Figura 7:	Concentraciones atmosféricas de CO ₂	20
Figura 8:	Emisiones de CO ₂ en diversos países (toneladas per capita)	21
Figura 9:	Emisiones de CO ₂	22
Figura 10:	Panel intergubernamental sobre el cambio climático (IPCC)	24
Figura 11:	Estimación futura sobre la concentración de CO ₂ , temperatura y nivel del mar	29
Figura 12:	Variaciones en la temperatura superficial de la Tierra	29
Figura 13:	Aumento del nivel del mar debido al calentamiento global	30
Figura 14:	Impacto sobre las zonas de vegetación de montaña	31
Figura 15:	Disminución del grosor de la cubierta de hielo del mar Ártico	31
Figura 16:	Cambios en las precipitaciones distribuidas sobre la tierra desde 1990 a 1994	32
Figura 17:	Impacto del aumento de la temperatura en el cultivo de café en Uganda	33
Figura 18:	Disponibilidad de los recursos de agua dulce	33
Figura 19:	Potencial de transmisión de la “fiebre dengue” en el caso de un aumento de la temperatura ambiental	34
Figura 20:	Escenarios	35
Figura 21:	Esquema de funcionamiento del Protocolo de Kyoto	43
Figura 22:	La silvicultura como sumidero de las emisiones de CO ₂	45
Figura 23:	Evolución de las emisiones de GEI’s (CO ₂ , N ₂ O y CH ₄) producidas en el País Vasco	50
Figura 24:	Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas en el País Vasco, en España y en la Unión Europea con relación a los objetivos de Kyoto para España y la Unión Europea	51
Figura 25:	Variación absoluta de las emisiones de GEI’s del año 2000 en la CAPV respecto a sus niveles de emisión de 1990	52
Figura 26:	Evolución de las emisiones de GEI’s en el País Vasco considerando las emisiones debidas a la energía eléctrica importada	53
Figura 27:	Emisiones directas (distribuidas en las actividades en las que tienen lugar) producidas en el País Vasco y emisiones directas e indirectas (incluida la energía eléctrica importada) en el País Vasco	54
Figura 28:	Emisiones per capita en 1990 y 1999 de GEI’s	55
Figura 29:	Nº de personas que circulan cada hora en un espacio de 3,5 m de ancho en el medio urbano	56
Figura 30:	Comparación de los distintos medios de transporte desde el punto de vista ecológico con el coche	61
Figura 31:	Esquema de generación de hidrógeno	62

Presentación

Sabin Intxaurreaga
*Consejero de Ordenación del Territorio
y Medio Ambiente*



Desde su formación, hace 4.500 millones de años, el clima de la Tierra ha ido cambiando. En los últimos tiempos, sin embargo, las variaciones climáticas se están produciendo a un ritmo más rápido, un fenómeno preocupante toda vez que los cambios acaecidos siempre tuvieron consecuencias para el planeta.

La comunidad científica internacional hace tiempo que dio el toque de alerta sobre el cambio climático y los riesgos inherentes que conlleva. Algunos de estos científicos estiman que actualmente ya estamos padeciendo los efectos de estos cambios provocados, en su opinión, por la actividad humana y más concretamente por el creciente aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Estos científicos consideran además, que por el momento solo percibimos una mínima parte de los efectos, ya que la reacción de la atmósfera y los procesos relacionados con el clima es lenta comparada con las actividades humanas. De lo que se deduce, que si no se establecen medidas correctoras a tiempo, el cambio climático puede ser imposible de controlar.

A pesar de que existe un consenso mundial para hacer frente al problema de los cambios de clima en la Tierra, la respuesta al mismo no es fácil ni está siendo unánime y ello en razón de que las posibles soluciones a tomar afectan al actual modelo socioeconómico. La elección de medidas supone una encrucijada: por un lado, si las soluciones no son las adecuadas comprometerán a buen seguro el futuro de nuestro planeta, pero por otro, si las medidas para reducir las emisiones de gases no se administran de forma adecuada pueden producir una recesión económica. La única solución pasa por hacer efectivo el Principio de Precaución o de Cautela y alcanzar acuerdos globales para trabajar contra las posibles causas del cambio climático.

El objetivo del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente con la publicación del presente documento es presentar las posibles causas y consecuencias del Cambio Climático; informar acerca de las acciones previstas en el plano internacional y local; mostrar las alternativas aportadas por la comunidad científica y dar a conocer las herramientas tecnológicas que pueden ayudar a resolver un problema que compromete por igual a las administraciones públicas y a la sociedad en general.



Todo el mundo habla sobre el clima, y en los últimos años, el interés social a todos los niveles ha crecido enormemente. De hecho, el clima y su posible modificación a causa del ser humano y sus actividades es una de las mayores controversias científicas y políticas de nuestro tiempo. Las posibles respuestas y soluciones, que a buen seguro modificarán nuestra economía, sociedad y estilo de vida están ligadas a un objetivo básico de nuestra generación: el Desarrollo Sostenible, según el cual el progreso de la actual población de la Tierra no debe comprometer ni mediatizar el de las generaciones futuras.

Aunque no hay estudios totalmente fiables, se puede asumir que una inmensa mayoría de la ciudadanía considera que el cambio climático está ya con nosotros y que en el futuro tendrá consecuencias mucho peores. Es obvio que la influencia de los medios de comunicación en este sentido es muy grande, teniendo en cuenta su predilección por las noticias catastrofistas en algunas temáticas.

Esto no quiere decir que estemos ante una mera burbuja informativa. La mayor parte de la comunidad científica nos viene alertando desde hace ya algún tiempo del fenómeno del Cambio Climático, e incluso algunos piensan que estamos padeciendo ya sus efectos, aunque existe también una minoría que no coincide con los planteamientos generales.

Esa dualidad se manifiesta también a nivel geopolítico, con dos corrientes claramente diferenciadas a la hora de enjuiciar la gravedad de la situación, las posibles soluciones y la urgencia para su aplicación. Por un lado, la Unión Europea encabeza la postura más dinámica y más proclive a una res-

puesta contundente en el menor plazo posible. Enfrente se encuentra Estados Unidos, la mayor potencia económica, que con un 4% de la población mundial emite el 25% del total de emisiones de gases de efecto invernadero del planeta, y que en estos momentos prioriza los aspectos económicos frente a los ambientales, adoptando medidas más relajadas e incluso renuentes a la hora de enfrentarse a la cuestión.

En esta encrucijada, si no se acierta, las posibles consecuencias causan vértigo. Si las soluciones elegidas al final resultan erróneas comprometeremos seriamente nuestro futuro y el de otras muchas especies, así como el del planeta tal y como lo conocemos hoy, al convertir a la Tierra en un horno cuyo calentamiento será prácticamente irreversible.

Por otro lado, si las medidas de mitigación del cambio climático no se administran adecuadamente podríamos acercarnos a un colapso económico con incalculables derivaciones.

La única solución para comenzar a mitigar el problema es consensuar y hacer efectivo el Principio de Precaución o de Cautela. Aunque asumamos que nuestros conocimientos básicos no son los suficientes, hay que empezar a trabajar contra las posibles causas del cambio climático. Se ha observado que:

- 1 A lo largo de la eras geológicas cuando se producen cambios en el clima, suelen ser muy bruscos. Sin embargo, las etapas de estabilidad son muy largas, hasta de decenas de miles de años. Traducido este hecho al tema que nos ocupa, se puede admitir que en la actualidad sólo estamos

Prólogo

percibiendo una mínima parte de la respuesta posible del sistema climático a nuestra generación de gases de efecto invernadero, respuesta que podría llegar a ser imposible de controlar y gestionar.

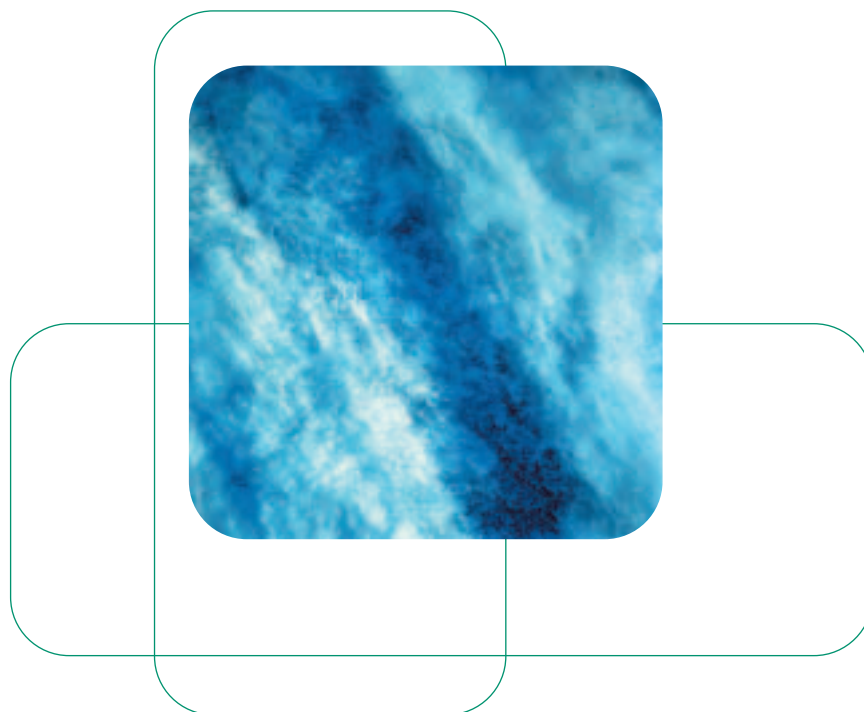
2 Los cambios climáticos han tenido siempre consecuencias para la vida del Planeta. La vida, es decir el conjunto de feroces competidores por la energía y la materia disponibles, se mantiene en equilibrio. Cuando se varía sensiblemente uno de los parámetros que marcan las condiciones de equilibrio, se rompe el esquema mantenido hasta entonces y aparecen otros estados nuevos del sistema. Esto puede suponer riesgos añadidos a de-

terminadas especies del planeta y en concreto para la especie humana.

Acontecimientos como la reciente firma del Protocolo de Kyoto por parte de la Unión Europea y otros Estados ponen un punto de esperanza en el horizonte.

Como todos los grandes problemas que afectan a la humanidad su solución depende en una buena parte de la conducta que cada individuo tome al respecto. Por tanto se comentarán algunas de las opciones que cada individuo puede y debería tomar para cumplir con su parte alicuota de responsabilidad.

“Este documento ha sido realizado a partir de la recopilación, resúmenes de estudios, programas y acuerdos institucionales y legislación existente que se ha encontrado en distintos organismos internacionales, fuentes reconocidas de internet, etc. Por ello, no representa la posición de IHOBE en todos y cada uno de los puntos tratados, siendo el objeto de su publicación presentar de una manera comprensible las diferentes variables y cuestiones de todo tipo que pivotan alrededor de un tema tan complejo como es el Cambio Climático. Todo ello además, en sintonía con la necesidad de dotar de la máxima información posible a los diferentes agentes socioeconómicos relacionados con la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020, una de cuyas cinco metas ambientales propone limitar la influencia de la CAPV en el Cambio Climático.”





**La naturaleza
del cambio climático**

2.1. Antecedentes

La existencia de la vida en el planeta Tierra, tal y como hoy la conocemos, es una consecuencia de un buen número de circunstancias básicas coincidentes junto con una evolución de miles de millones de años en la que los organismos vivos y el medio han interactuado mutuamente. El medio, mejor dicho los numerosísimos medios del planeta, condicionan la variabilidad de las especies en cada lugar, y éstas a su vez influyen decisivamente en las características de los ambientes que los albergan. La atmósfera actual, en la cual el oxígeno es uno de los gases dominantes, es fruto de la acción de los primeros seres autótrofos fotosintéticos, es decir de aquellos que consiguieron obtener la energía del Sol para su supervivencia, emitiendo oxígeno como subproducto.

Los seres vivos que conocemos funcionan según unos mecanismos genéticos y bioquímicos comunes que hacen posible su existencia en un rango de temperaturas estricto que coincide casi siempre con el estado líquido del agua. Muy pocas especies son capaces de sobrevivir en torno a la temperatura de congelación del agua, o cuando este vital elemento se acerca a su punto de ebullición.

Sin embargo, las temperaturas en el Universo van desde el llamado cero absoluto (-273 °C) hasta los varios millones de grados que se dan en el centro de una estrella ordinaria, fruto de las reacciones termonucleares que allí se producen. Esta claro pues que el rango de temperaturas adecuadas para la vida es muy estrecho.

Según la realidad conocida, los planetas aptos para la vida deberán tener atmósfera y también poseer unas determinadas características para retener el suficiente calor de una estrella que a su vez no puede estar ni demasiado cerca ni demasiado lejos.

2.2. El clima

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.

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, varianzas, frecuencias y probabilidades) 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 atlántico estamos expresando unas características particulares (temperaturas tirando a bajas, estaciones bastante lluviosas, etc.) que son independientes del tiempo meteorológico que pueda darse un día determinado en un lugar de la región atlántica.

Las condiciones meteorológicas varían continuamente, los anticiclones se suceden a las borrascas, las temperaturas suben o bajan, se producen precipitaciones.... No obstante, a la 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° a 7 °C. En la actualidad nos encontramos en una fase interglacial cálida.

Figura 1: Glaciaciones a lo largo de la historia



La naturaleza del cambio climático

Los cambios experimentados 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 la emitida por la Tierra, factor responsable de la temperatura media del planeta.

Este balance entre la energía solar que recibe y emite el planeta es debido a tres causas principales:

a) la inconstancia de la producción de energía del Sol que tienen un reflejo inmediato en la temperatura media terrestre. Los ciclos de actividad solar asociados al número de manchas solares, con máximos relativos cada 11 años, son un ejemplo de ello.

b) los cambios de posición de la órbita de la Tierra.

c) 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

Figura 2: La distribución de la radiación solar como causa de las glaciaciones



La influencia en la distribución estacional y latitudinal de la radiación solar puede ser la causa fundamental de los ciclos glaciares

- 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 elíptica (41.000 años)
- Rotación de este eje a la perpendicular al plano de la elíptica, precesión de los equinoccios (22.000 años)

En relación con esta última causa las variaciones en el clima afectan a estos componentes del sistema (atmósfera, hidrosfera, biosfera, etc.) provocando una serie de cambios en los mismos, que a su vez, influyen en el clima. Esto se conoce como procesos de realimentación, que pueden ser positivos (amplificando la perturbación inicial) o negativos (atenuando dicha perturbación).

Como ejemplo de realimentación positiva, 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 realimentación negativa sería que al aumentar la cantidad de CO₂ en la atmósfera las plantas lo absorben en mayor medida a través del proceso de la fotosíntesis y crecen más, por tanto consumen más CO₂ lo que hace disminuir su concentración 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 efecto 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.

Cambio Climático

Dentro de estas variaciones naturales internas propias del sistema climático cabe citar por su importancia, la debida a los denominados gases de efecto invernadero y a los aerosoles.

Los gases de efecto invernadero, como se describe más adelante, no dejan pasar parte de la energía reflejada por la Tierra, contribuyendo a aumentar su temperatura.

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 sus-

tancialmente las concentraciones de gases en la atmósfera que potencian el efecto invernadero.

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

En definitiva, la actividad humana a través de la emisión de gases y aerosoles supone una componente añadida del sistema climático que a través de mecanismos diversos afecta de manera sustancial a la variabilidad del clima del planeta

Tabla 1: Factores antropogénicos del cambio climático

Aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera	Con la consiguiente intensificación del efecto invernadero
Desertización/deforestación	La pérdida de cubierta vegetal produce modificaciones en la cantidad de energía reflejada por la tierra. Además de influir sobre el equilibrio del CO ₂ presente en la atmósfera, el contenido de humedad del suelo, escorrentía, etc.
Emisión de aerosoles	Principalmente el azufre, aumenta la reflectividad de las nubes provocando una disminución de las temperaturas
Disminución de la capa de ozono estratosférico	El ozono estratosférico tiene un papel fundamental en la absorción de la radiación ultravioleta procedente del Sol. Su disminución tiene consecuencias en el clima

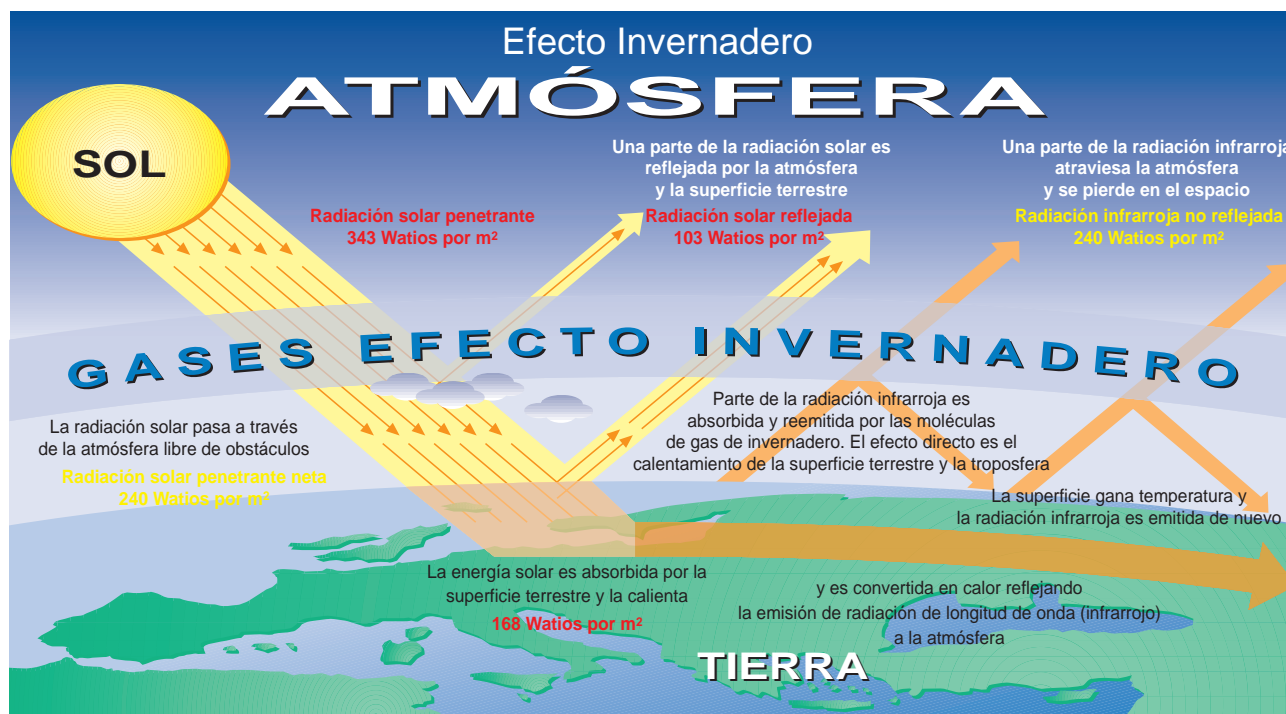
2.3. ¿En que consiste el efecto invernadero?

A la Tierra llega una cantidad de radiación solar, de la cual parte es reflejada al espacio (aproxima-

damente un tercio) y el resto es absorbida por los componentes del sistema climático: atmósfera, hidrosfera, criosfera, litosfera y biosfera.

La naturaleza del cambio climático

Figura 3: Efecto invernadero



Fuente: UNEP –GRID-Arendal.

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 dejar pasar la radiación procedente 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 anterior, la atmósfera es prácticamente transparente para la radiación procedente del Sol (principalmente para las ondas cortas), pero no ocurre lo mismo para la ra-

diación 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 (GEI)**, 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.

Tabla 2: Temperaturas de los planetas

	Temperatura superficial sin efecto invernadero	Temperatura superficial observada	Calentamiento debido al efecto invernadero
Venus *(95'5%CO ₂)	-46 °C	477 °C	523 °C
Tierra*(0,03%CO ₂)	-18 °C	15 °C	33 °C
Marte *(0% CO ₂)	-57 °C	-47 °C	10 °C

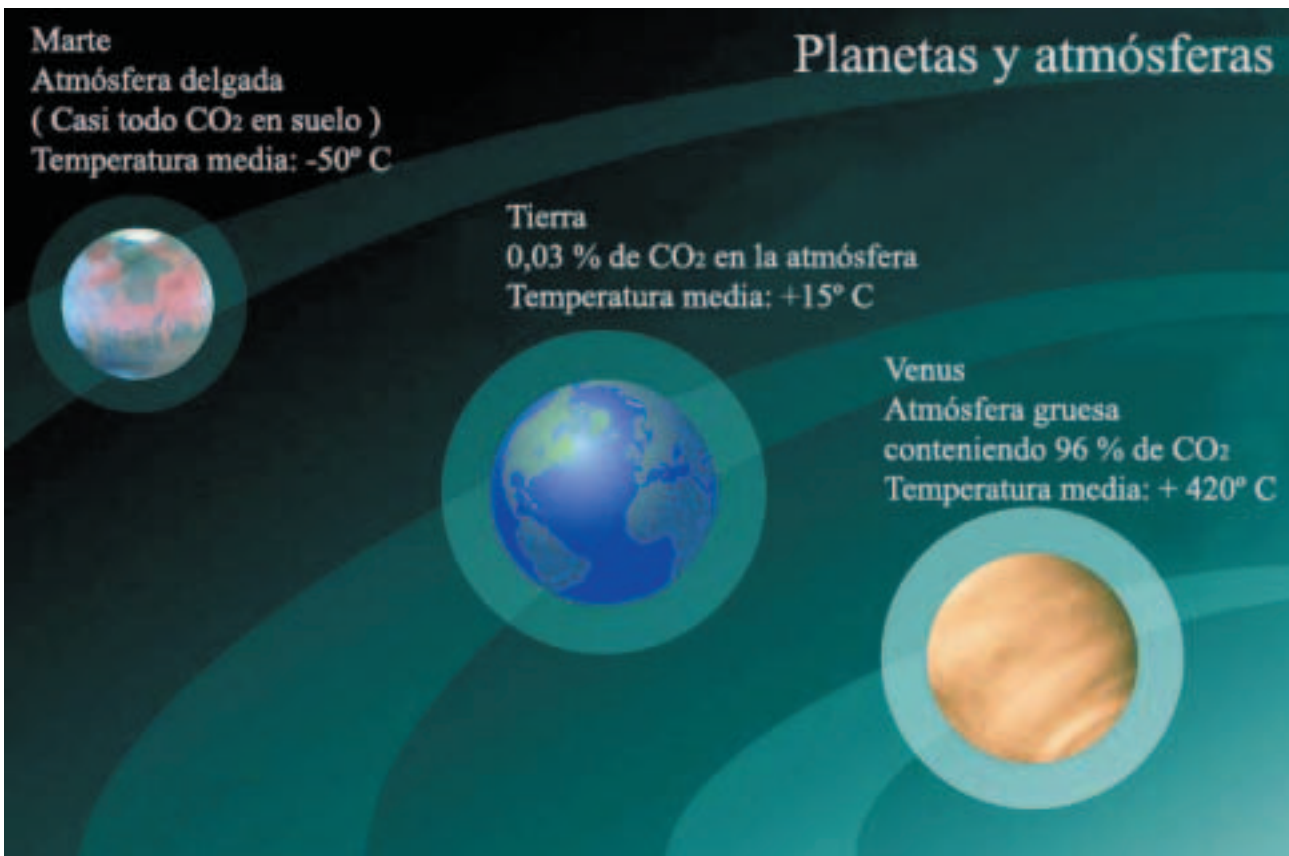
*Concentración de CO₂ en la atmósfera

Cambio Climático

La influencia en el calentamiento de la atmósfera debido a la presencia de los gases de efecto invernadero queda patente en la tabla adjunta, donde comparando la situación existente en los dos pla-

netas más próximos a la Tierra, comprobamos que Venus, cuya atmósfera tiene una mayor concentración de CO_2 experimenta un mayor incremento de temperatura.

Figura 4: Planetas y atmósferas



Fuente: UNEP –GRID-Arendal.

Los gases de efecto invernadero no actúan de igual forma. Cada uno de ellos según su estructura química tiene su propia capacidad de absorción de radiación infrarroja. Cuanto mayor sea esta capacidad, más elevado será su Potencial de Calentamiento Global.

Para poder facilitar los cálculos, el potencial de calentamiento global en cada caso se normaliza to-

mando como unidad el potencial de la molécula de CO_2 . Los valores del resto de gases de efecto invernadero se establecen por comparación con el del CO_2 .

La Tabla 3 muestra los diferentes GEI, junto con la evolución en su concentración en la era industrial, sus fuentes antropogénicas y su **Potencial de Calentamiento Global**.

La naturaleza del cambio climático

Tabla 3: Las principales gases de efecto invernadero

Los principales gases de efecto invernadero						
Gases efecto invernadero	Fórmula química	Concentración preindustrial	Concentración en 1994	Tiempo de vida atmosférico (años)***	Fuentes antropogénicas	Potencial global de calentamiento (GWP)*
Dióxido de carbono	CO ₂	278 ppmv	358 ppmv	Variable	Combustión carburantes fósiles Conversión uso agrícola Producción cemento	1
Metano	CH ₄	0,700 ppmv	1,721 ppmv	12,2 +/- 3	Carburantes fósiles Arrozales Vertederos Ganado	21**
Óxido nitroso	N ₂ O	0,275 ppmv	0,311 ppmv	120	Fertilizantes Procesos industriales Combustión	310
CFC - 12	CCl ₂ F ₂	0	0,000503 ppmv	102	Refrigerantes líquidos Espumas	6.200 - 7.100****
HCFC - 22	CHClF ₂	0	0,000105 ppmv	12,1	Refrigerantes líquidos	1.300 - 1.400****
Perfluorometano	CF ₄	0	0,000070 ppmv	50.000	Producción de aluminio	6.500
Sulfuro hexafluorhídrico	SF ₆	0	0,000032 ppmv	3.200	Fluidos dieléctricos	23.900

Nota: pptv= una parte por trillón en volumen; ppbv= una parte por billón en volumen; ppmv= una parte por millón en volumen.
*GWP en un tiempo de 100 años. **Incluye efectos de la producción de la zona troposférica y del vapor de agua de la estratosfera. ***En la página 15 del IPCC SAR. No se puede definir un tiempo de vida simple al CO₂ debido a los diferentes rangos de muestras de diferentes procesos. ****Potencial de calentamiento global (incluyendo el efecto indirecto de la zona de depleción).

Fuente: UNEP –GRID-Arendal.

Hay que tener en cuenta que parte de los **Gases de Efecto Invernadero** de fuentes antropogénicas se encuentran en la Naturaleza y existen para ellos procesos que permiten reasimilarlos y reutilizarlos.

Para el caso del CO₂, uno de sus elementos constitutivos, el carbono, se encuentra entre los elementos químicos más abundantes de los que componen la biosfera. Constituye el elemento básico sobre el que se construyen los seres vivos estructural y funcionalmente. No sólo es el protagonista de los procesos fisiológicos fundamentales y comunes a todos los seres vivos, es también el hilo conductor para el seguimiento de los dos grandes tipos de ciclos en los que participa la materia: los ciclos sedimentarios y los gaseosos.

Otros en cambio, –los compuestos sintetizados por el ser humano–, son más difícilmente tratables por los sistemas biogeoquímicos. Por ello sus moléculas tenderán a permanecer en la atmósfera más tiempo que las de origen natural.

Esto implica que la comparación meramente cuantitativa de los gases de efecto invernadero a través de los potenciales de calentamiento global ha de complementarse con la visión cualitativa. Esta última nos hace ver que la integración del CO₂ en los grandes ciclos de materia y energía de la Tierra abre numerosas vías de gestión para su exceso actual, cuestión mucho más dificultosa en el caso de los de origen humano. Para éstos no cabe otra salida que el abandono de su uso y eliminación de su producción.

2.4. 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.

Cambio Climático

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.

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..., la utilización de combustibles fósiles (carbón, derivados del petróleo y gas natural) ha venido incrementándose continuamente, ligada al progreso y desarrollo de nuestra sociedad.

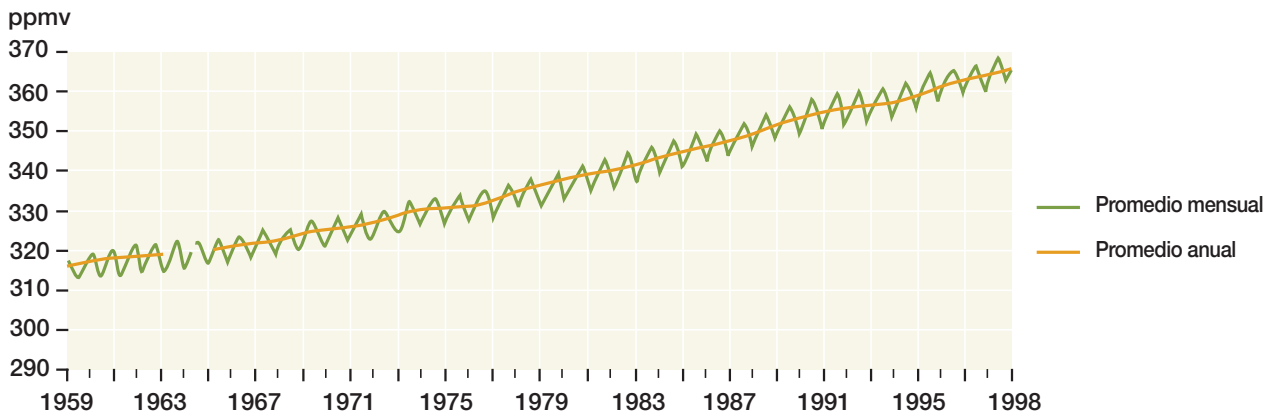
En la reacción química de combustión de estos compuestos además de energía en forma de calor

y otros productos, se produce CO_2 que se emite a la atmósfera.

A finales 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 Hawái. La curva de las concentraciones allí medidas durante las últimas décadas, muestran sin lugar a dudas un aumento constante de la concentración de CO_2 en la atmósfera, pasando de 315 ppmv a 369 ppmv en 1998. Los picos en esta gráfica reflejan la variación de CO_2 estacional debido a la absorción de las plantas de hoja caduca.

Figura 5: Evolución de la concentración media mensual de CO_2 en la atmósfera. Observatorio de Mauna Loa, Hawái

Concentración de CO_2 en la atmósfera: Curva de Mauna Loa



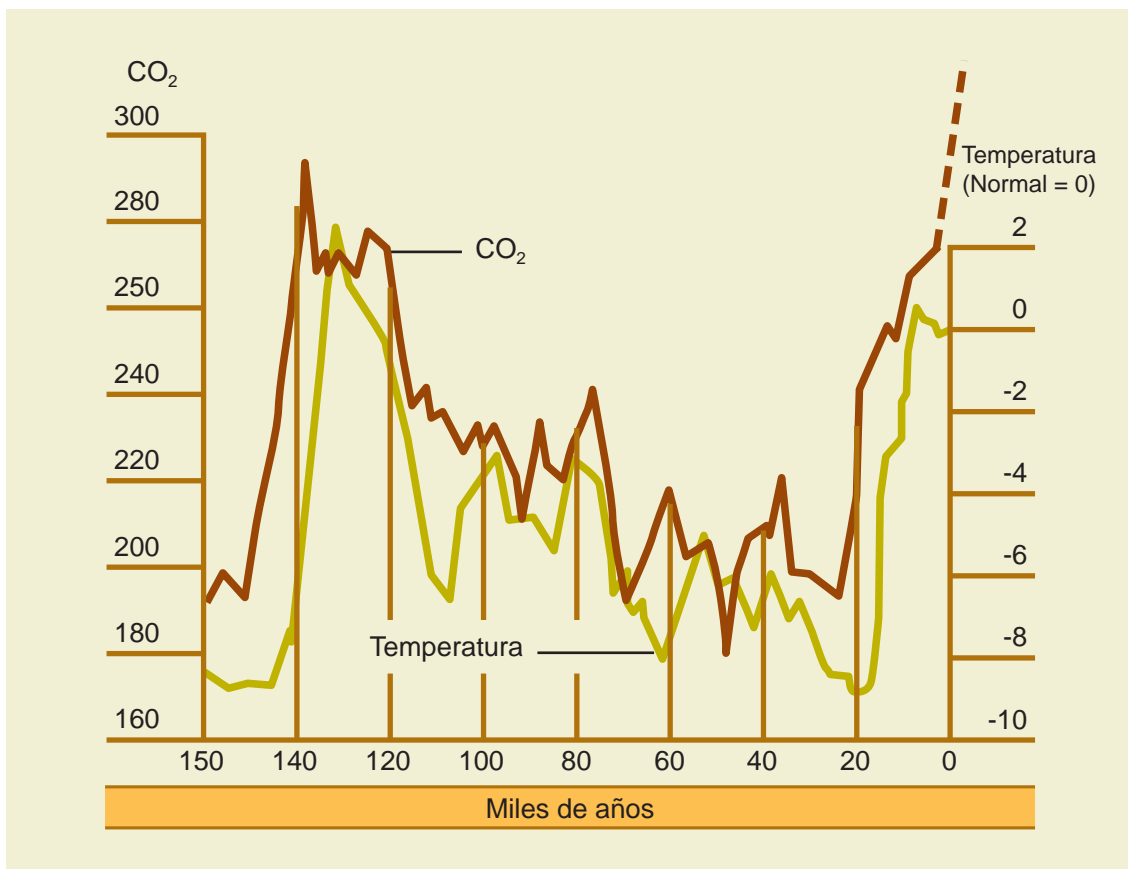
Fuente: UNEP -GRID-Arendal.

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 CO_2 en la atmósfera duran-

te los últimos 160.000 años y su estrecha relación con la variación en la temperatura media del planeta. Esta se ha calculado a través de las concentraciones del isótopo 18 del oxígeno. A mayor concentración corresponde una mayor temperatura.

La naturaleza del cambio climático

Figura 6: CO₂ y temperatura



Fuente: Nature, Universidad de Hartwick.

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, exactamente 367 ppmv.

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 una elevación de 1 a 2 mm al año en el nivel del mar.

Por todo lo anterior se puede concluir que el ser humano influye en las concentraciones de efecto invernadero.

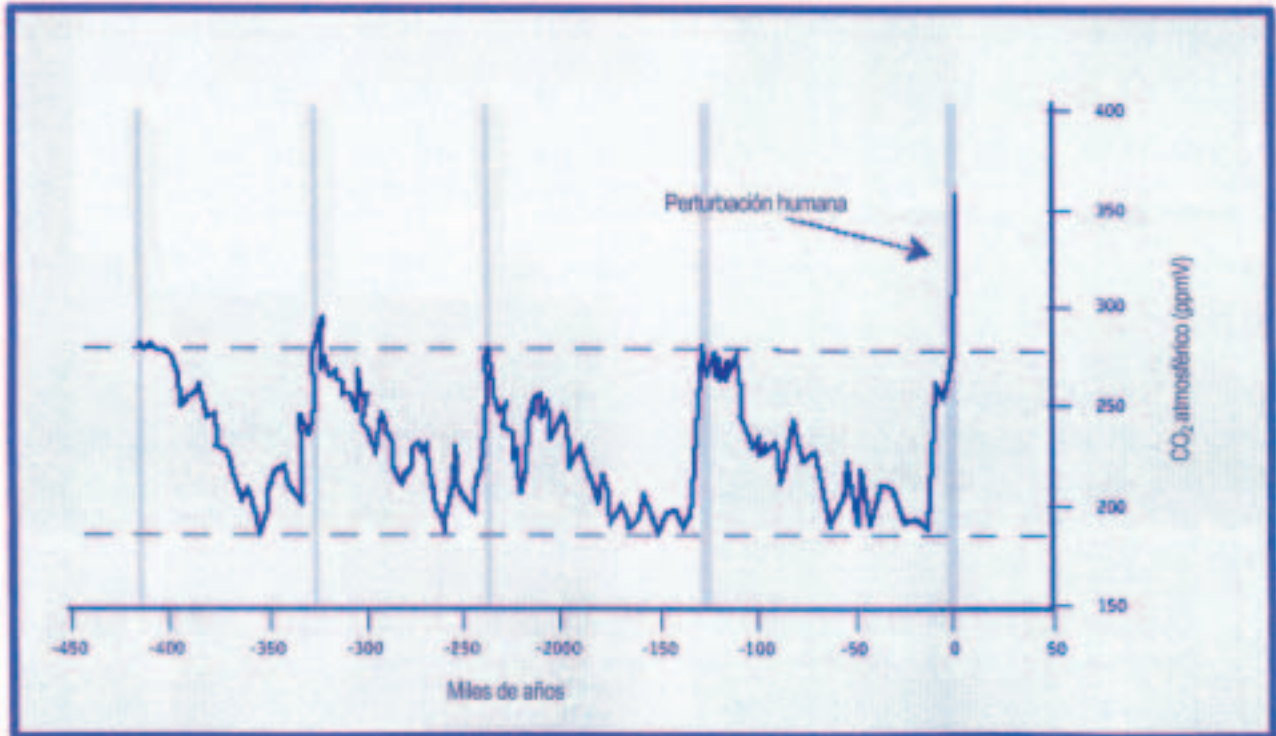
Ya en 1896 el científico sueco Svente Arrhenius advirtió que la quema de los combustibles fósiles supondría un aumento de los niveles atmosféricos de dióxido de carbono (CO₂), aumentando el efecto invernadero.

Por otro lado está aceptado por la práctica totalidad de la comunidad científica el hecho de que a partir de la Era Industrial las concentraciones de GEI en la atmósfera han aumentado más de lo que hubiera sido por causas naturales exclusivamente, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles para el suministro energético. Los datos reflejados en la gráfica anexa apuntan a un aumento desde aproximadamente los 280 ppmv en el año 1850 hasta los 367 en la actualidad. Atendiendo al registro de información de más antigüedad, nos encontramos en una fase climática en la que por causas naturales nunca se hubiera podido llegar a esta tasa de aumento.

La Figura 7 sobre las concentraciones atmosféricas de CO₂ muestra que la tendencia se ha acelerado especialmente en el último medio siglo, coincidiendo precisamente con un aumento espectacular en el consumo de energía mediante fuentes no renovables. Hay que recordar que todo proceso de combustión lleva aparejado indefectiblemente la producción de CO₂.

Cambio Climático

Figura 7: Concentraciones atmosféricas de CO₂

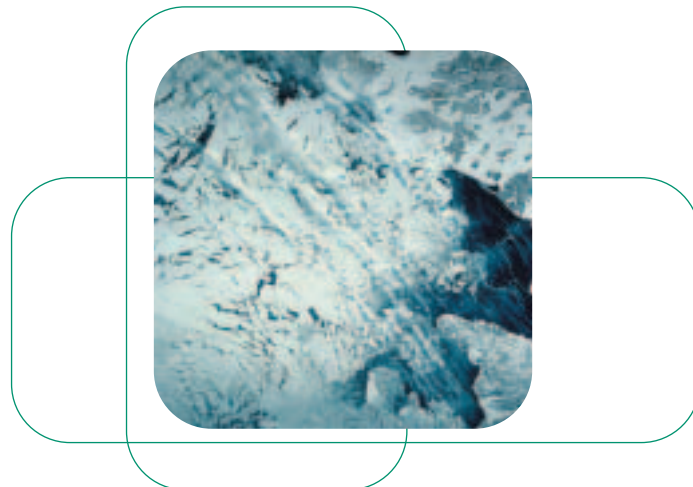


Fuente: UNEP –GRID-Arendal.

Los cálculos de emisiones de GEI nos dicen que en todo el mundo se emitieron en 1995 aproximadamente 22.150 millones de Tn equivalentes de CO₂. En el desglose por países prevalece como era de esperar la supremacía absoluta en este ranking de los países ricos, gracias a su mayor grado de in-

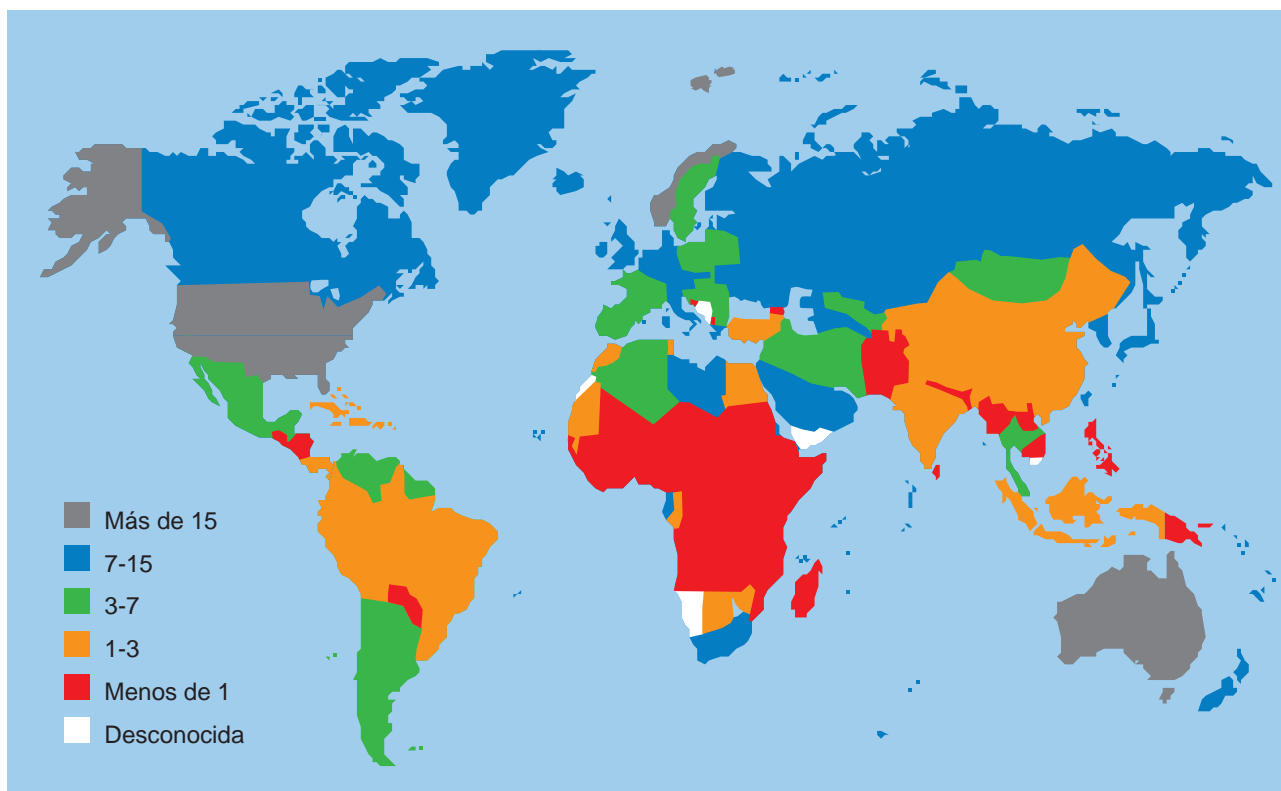
dustrialización desde el siglo XVIII.

En este grupo destaca EE.UU., país responsable por sí sólo de la cuarta parte de las emisiones de todo el planeta. Cada americano genera el doble de emisiones que un japonés y 32 veces más que un nicaragüense.



La naturaleza del cambio climático

Figura 8: Emisiones de CO₂ en diversos países (toneladas per capita)



Fuente: New Scientist.

Los mapas revelan las dos causas principales distintas de generación de emisiones según en el hemisferio del planeta en que nos encontremos:

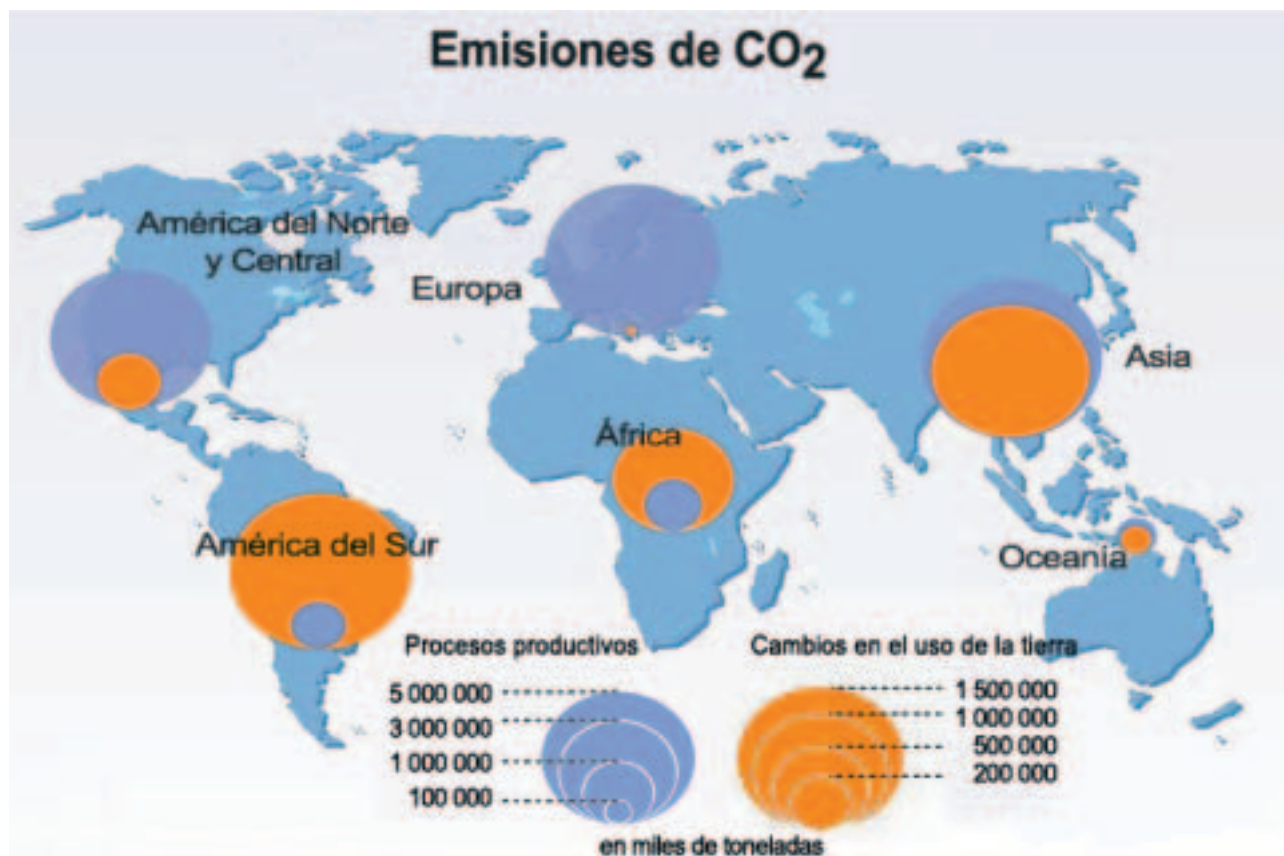
- La generación de energía, producción industrial y transporte, que se encuentran concentrados en el hemisferio norte.
- El cambio en los usos de la tierra, capitalizado fundamentalmente por la quema de masas boscosas para su transformación en tierras de cultivo o pastizales que se dan en el hemisferio sur. Cuando los bosques son derribados, además de suponer en caso de quema una gran cantidad de emisiones, con frecuencia el territorio se transforma en extensiones herbáceas con una capacidad de desarrollo y fijación de gases GEI considerablemente menor. Los efectos son devastadores cuando la erosión hace su aparición, pudiendo transformar vergeles en desiertos en un tiempo abrumadoramente corto.

También hay que apuntar que en los últimos años las emisiones de CO₂ por unidad económica del sector productivo de la mayoría de los países del Anexo del Protocolo de Kyoto tanto industrializados como en vías de desarrollo han disminuido o han permanecido constantes. Las razones son diversas según sea el grado de desarrollo. En el primer caso los procesos industriales son cada vez más eficientes y las economías se están desplazando hacia el sector servicios. En el segundo caso se está produciendo una gran reestructuración y reducción en los sectores de industria pesada.

Sin embargo, el crecimiento constante de estas economías así como los importantes aumentos de emisiones en otros sectores como el transporte y el sector doméstico, han hecho que la cantidad de emisiones totales de GEI de origen antropogénico hayan aumentado considerablemente.

Cambio Climático

Figura 9: Emisiones de CO₂



Fuente: UNEP –GRID-Arendal.

Los países en vías de desarrollo desean alcanzar para sus ciudadanos las cotas de bienestar del primer mundo. Indefectiblemente esto pasa por un desarrollo que se relaciona directamente con la mayor producción y consumo de energía y por lo tanto de emisiones GEI. Por ello, es probable que a pesar de los esfuerzos que se están haciendo en los países industrializados a nivel mundial, las concentraciones aumenten. China es el segundo productor de GEI, sin embargo sus emisiones per cápita son muy bajas.

pita son muy bajas.

Por tanto es necesario que desde los países del primer mundo se haga un esfuerzo por hacer realidad el desarrollo sostenible globalmente. Esto pasa, entre otros requerimientos, por transferir tecnologías avanzadas que desvinculen el necesario desarrollo socioeconómico de la utilización masiva e ineficiente de los recursos naturales, especialmente los energéticos.

An aerial photograph of a coastline, showing a dark blue sea on the right and a lighter blue, textured area on the left. A large, semi-transparent number '3' is overlaid on the right side of the image. Below the number, there is a dark blue rounded rectangular box containing white text.

3

**Sistemas de evaluación
del cambio climático**

Cambio Climático

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

En 1988 la **UNEP (Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas)** y la **WMO (Organización Meteorológica Mundial)** crearon el **IPCC (Panel Intergubernamental para el Cambio Climático)** como respuesta a la creciente preocupación suscitada por el entonces incipiente problema del Cambio Climático, preocupación que ya se había convertido en una cuestión de índole política.

El objetivo del IPCC consiste en evaluar el estado del conocimiento en los diferentes aspectos que eventualmente pudieran estar involucrados en el cambio climático incluyendo la Ciencia, el Medio Ambiente, los impactos naturales y socioeconómicos, así como las estrategias de respuesta.

El IPCC ha logrado ser reconocido como la máxima autoridad científica y técnica en la problemática del Cambio Climático. Sus evaluaciones y conclusiones han tenido una enorme influencia en las negociaciones llevadas a cabo en la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático que se cita más adelante, y en todo lo relacionado con el Protocolo de Kyoto.

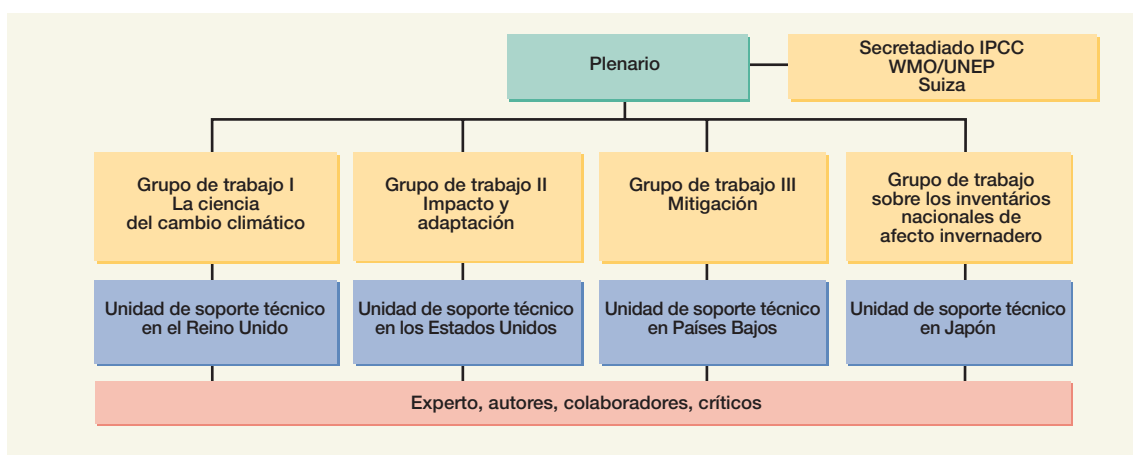
El IPCC continúa proporcionando información científica y técnica para facilitar a los gobiernos las bases suficientes que les permitan arbitrar políticas climáticas coherentes.

Se organiza en tres grupos de trabajo radicados en distintas zonas del planeta y está liderado por senos representantes de un país industrializado y otro en vías de desarrollo. A estos grupos se añade un ente de control y seguimiento de los inventarios nacionales de emisiones de **GEI (Gases de efecto invernadero)**.

- El grupo 1 evalúa los aspectos científicos del Sistema Climático Global y del Cambio Climático.
- El grupo 2 se centra en la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante el fenómeno, las consecuencias tanto negativas como positivas y las opciones para la adaptación de las sociedades.
- El grupo 3 trata de vislumbrar las opciones para limitar las emisiones y mitigar el eventual Cambio así como también de los aspectos económicos.

Más de 400 expertos de 120 países se involucran directamente en los informes elaborados por el IPCC y un total de 2.500 personas participan en su revisión. Su nombramiento se lleva a cabo por gobiernos y organizaciones internacionales, incluyendo asociaciones no gubernamentales (ONGs)

Figura 10: Panel intergubernamental sobre el cambio climático (IPCC)



Fuente: UNEP –GRID-Arendal.

Sistemas de evaluación del cambio climático

El problema principal en la evaluación del cambio climático radica en la propia complejidad de 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 o la biosfera como se ha citado anteriormente.

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, así como el transporte en su interior entre sus capas superiores y profundas, controla el ritmo del cambio climático mundial y estructura los cambios regionales.

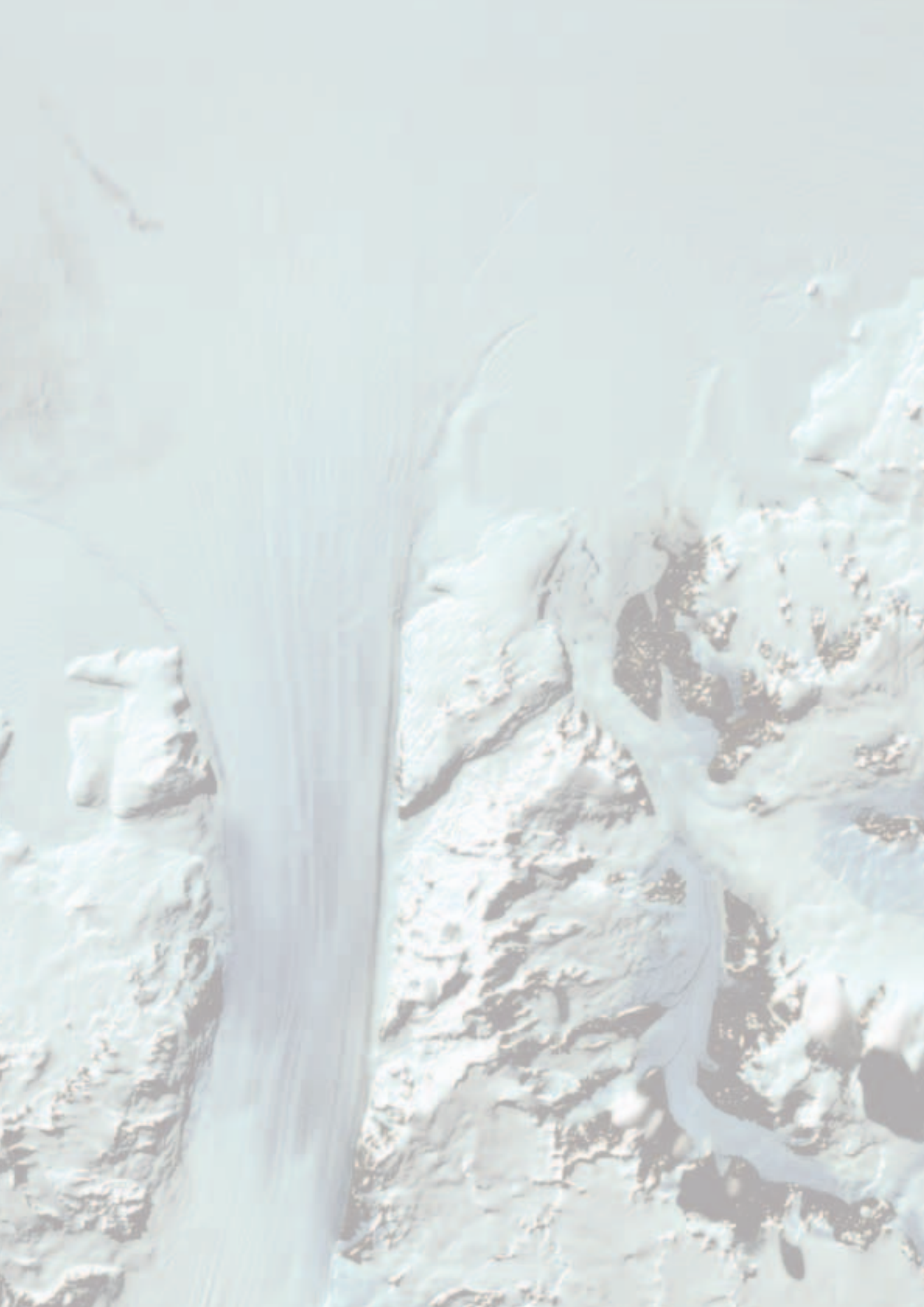
A partir del conocimiento de estos sistemas y sus interacciones se construyen modelos matemáticos que proporcionan, tras los datos iniciales, la predicción futura de la evolución del clima. El instrumento más desarrollado en la predicción del clima es el **modelo de circulación general (GCM)**.

Los modelos matemáticos debido a la complejidad de los sistemas que rigen el clima, incorporan a su vez **modelos atmosféricos** y **modelos oceánicos**.

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 de los modelos matemáticos 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 que caracterizan el sistema climático.





An aerial photograph of a river delta, showing a large river branching into many smaller channels that spread out across a flat, low-lying landscape. The water is a light blue color, and the surrounding land is a mix of light and dark brown. A large, semi-transparent number '4' is overlaid on the right side of the image.

4

**Impactos observados
¿qué dicen los científicos
que puede ocurrir?**

4.1. Aspectos generales

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 los océanos. Esto quiere decir que los gases de efecto invernadero que ya están en la atmósfera probablemente causarán en el futuro una serie de efectos sobre el clima que todavía no son patentes.

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.

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, cuando 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 propiciar, o no, la adaptación de los ecosistemas a los mismos.

Los cambios en el clima (concentración de CO₂ y temperatura) afectarán a la salud humana (enfermedades, disponibilidad de recursos hídricos), los ecosistemas terrestres y acuáticos (bosques y montañas, casquetes polares y nivel del mar) y también los sistemas socioeconómicos (precipitaciones, agricultura). Sectores básicos en el desarrollo de la humanidad, como la agricultura, silvicultura, pesca y los 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 al 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).

Con objeto de evaluar la situación, el IPCC ha establecido una serie de hipótesis de emisiones de gases de efecto invernadero y ha estudiado la evolución prevista de la concentración de estos gases en la atmósfera hasta el año 2100.

En base a una serie de variables (población, crecimiento económico y suministro de energía) el IPCC propone distintos escenarios futuros sobre los que estima las previsibles consecuencias. Al descender a nivel regional estas previsiones se hacen más inciertas, y a nivel local no es posible definir cuál será el componente exacto de los sistemas.

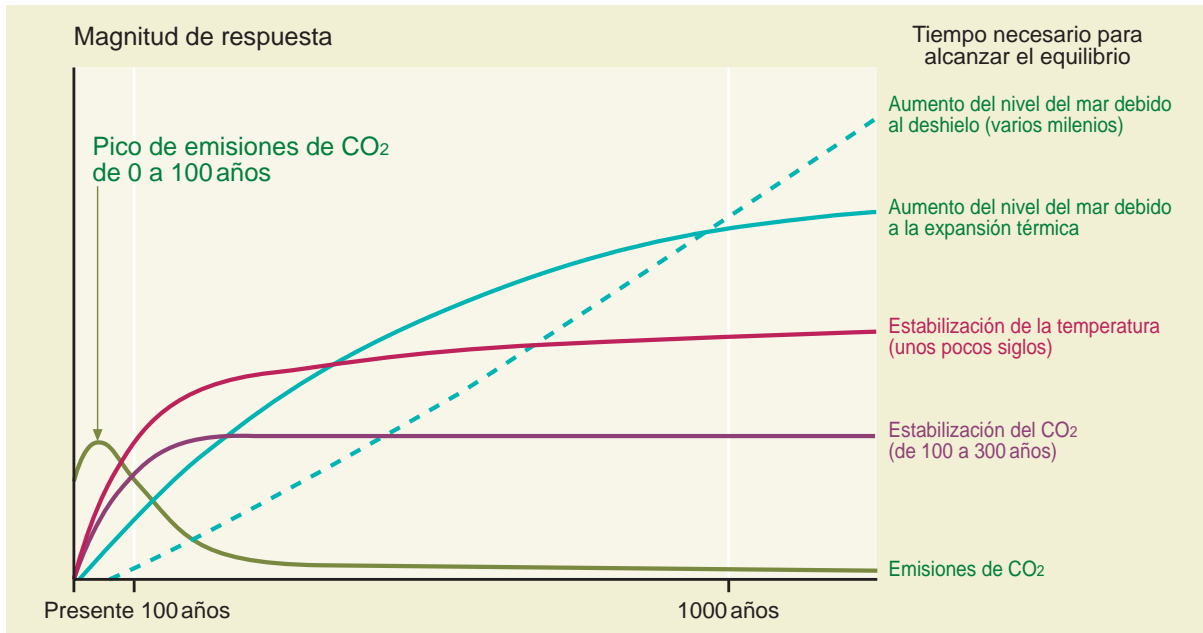
Concentración de CO₂ y temperatura terrestre

La concentración atmosférica de CO₂ para cada escenario previsto del IPCC es creciente. Todos ellos coinciden en mostrar concentraciones muy por encima de los niveles preindustriales. Los incrementos son siempre importantes, entre un 75% y un 220 %.

Por otro lado hay que tener en cuenta que los cambios climáticos inducidos por el ser humano no revertirán fácilmente. Incluso si las emisiones de CO₂ debidas al ser humano se estabilizasen o redujesen, este gas continuaría aumentando su cantidad en la atmósfera durante algún tiempo tal y como muestra la Figura 11.

Impactos observados ¿qué dicen los científicos que puede ocurrir?

Figura 11: Estimación futura sobre la concentración de CO₂, temperatura y nivel del mar



Fuente: IPCC (Tercer Informe de Evaluación- 2001).

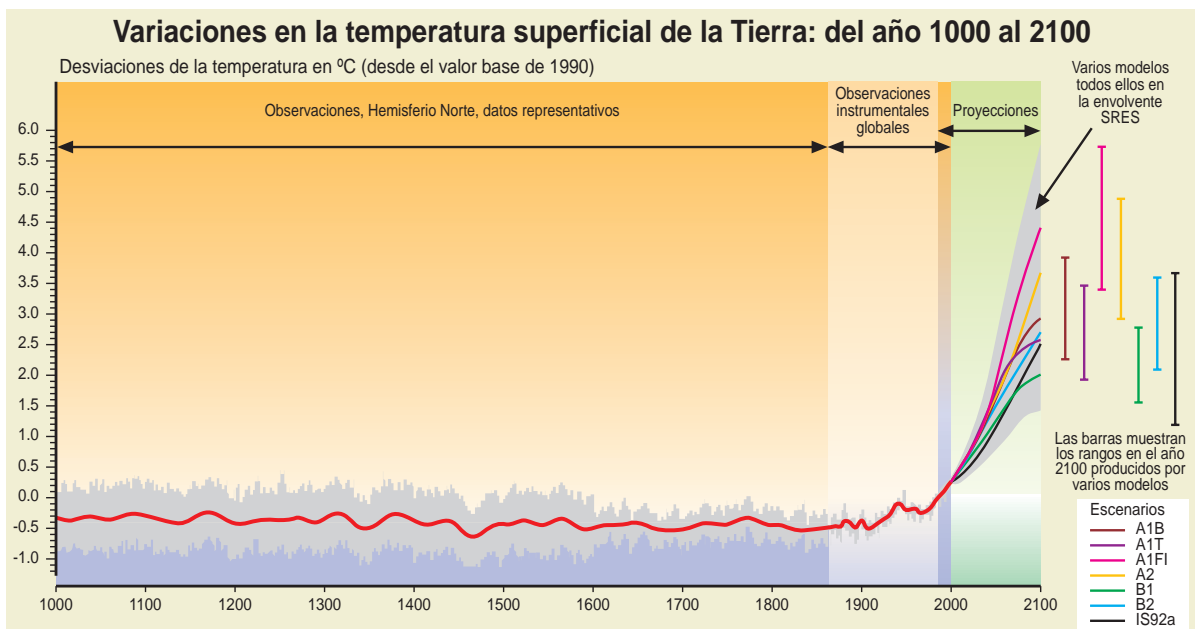
Por su parte, la temperatura media global ha aumentado entre 0,3 y 0,6 °C desde el siglo XIX y de 0,2 a 0,3 °C en los últimos 40 años.

El calentamiento es evidente tanto en los continentes como en la superficie del mar, aunque no uniforme,

siendo mayor entre los 40° y 70° de latitud norte.

Se supone que los procesos de urbanización y desertificación tienen poca importancia en el calentamiento global general aunque puedan ser determinantes localmente.

Figura 12: Variaciones en la temperatura superficial de la Tierra



Fuente: IPCC (Tercer Informe de Evaluación- 2001).

La temperatura del futuro dependerá de las concentraciones de GEI y de aerosoles que logremos mantener.

La curva más desfavorable tendrá efecto si se asume una alta sensibilidad climática manteniendo constantes las concentraciones a un nivel equivalente al de 1990.

La más favorable supone una baja sensibilidad del sistema, incrementando la temperatura 1,5 °C asumiendo también las concentraciones de 1990.

Nivel del mar

El nivel del mar se ha elevado en los últimos 100 años a una velocidad 10 veces mayor que en los últimos 3000 años.

Varias islas del Pacífico están ya reclamando ayuda y tomando medidas contra la progresiva disminución de su superficie a causa de la elevación del nivel del mar. Es el caso por ejemplo del pequeño país de Kiribati, ubicado en un conjunto de atolones de muy baja altitud diseminados en la inmensidad del Pacífico Sur. Las cada vez más frecuentes

y severas tormentas y el paulatino aumento del nivel de las aguas están ocasionando mayores inundaciones y erosión.

En cualquier caso es complicado medir las variaciones del nivel del mar en la historia, debido a que se mide en relación al nivel de los continentes. Este ha variado debido a movimientos sísmicos, la isostasia y los procesos sedimentarios.

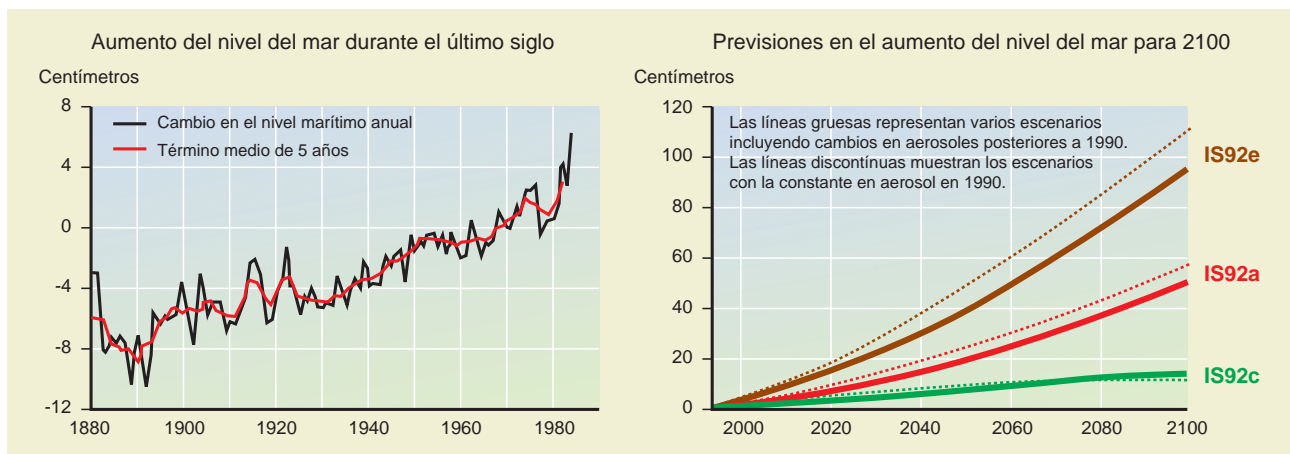
Modernos métodos de medición permiten filtrar estos efectos. La conclusión es que el volumen de agua líquida ha aumentado, causando el aumento del nivel del mar.

Para el año 2100 se estima que el nivel del mar podría elevarse entre 13 y 94 cm.

Debido a la gran inercia térmica del sistema formado por los océanos, los polos y la atmósfera, el aumento será menos acentuado durante la primera mitad del siglo XXI para acelerar su progresión en la segunda.

Por la misma razón, una vez activado, este mecanismo se prolongaría en el tiempo aun cuando cesasen sus causas.

Figura 13: Aumento del nivel del mar debido al calentamiento global



Fuente: IPCC (Tercer Informe de Evaluación- 2001).

Los bosques y montañas

Con un clima más cálido se espera que los bosques de hoja caduca aumente sus dominios hacia el norte en detrimento de los conformados por coníferas. Este cambio llevaría aparejados otros relativos a biodiversidad

El gráfico muestra una comparación entre la distribución de la vegetación actual de una montaña en altura y una futura determinada por temperaturas globales más elevadas.

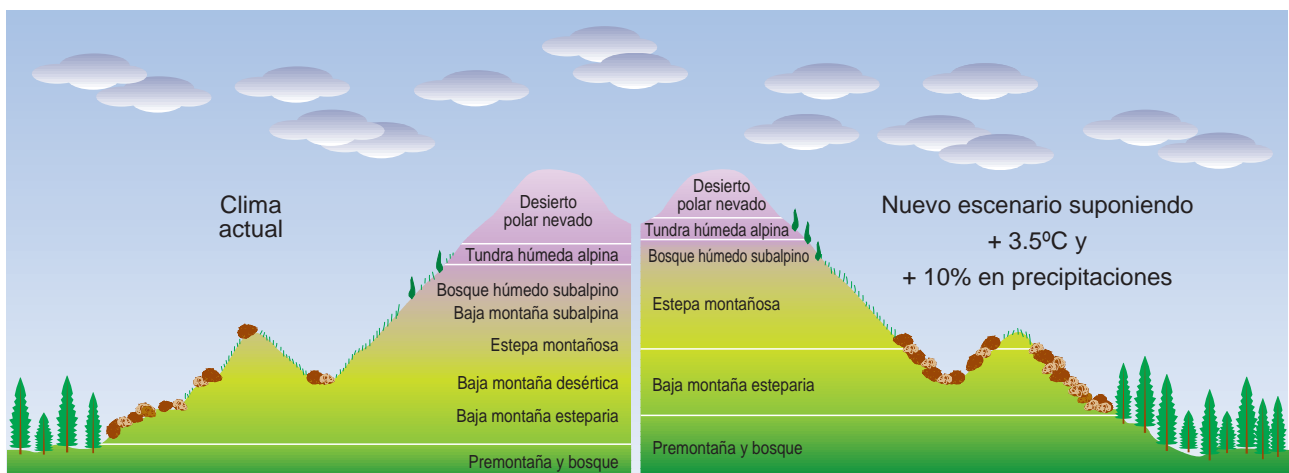
Las montañas cubren aproximadamente el 20% de la superficie terrestre y son claves como fuente de

Impactos observados ¿qué dicen los científicos que puede ocurrir?

agua para los ríos. Episodios anteriores de calentamiento climático supusieron un cambio en la distribución de las especies, causando en ocasiones pérdidas de especies y ecosistemas. Serán los eco-

sistemas propios de climas fríos los que perderán terreno y efectivos. Los glaciares disminuirán, así como la cubierta de nieve invernal, tanto en extensión como en permanencia.

Figura 14: Impacto sobre las zonas de vegetación de montaña



Fuente: UNEP –GRID-Arendal.

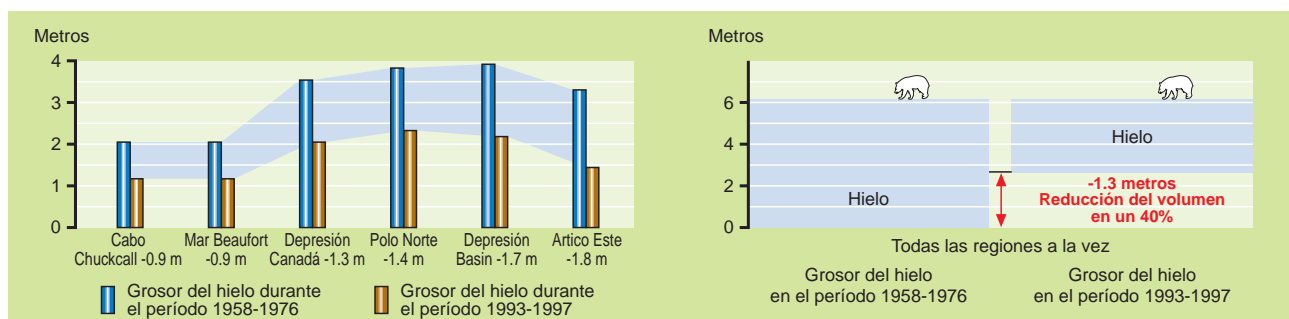
Casquetes polares

Comparando el grosor de la capa de hielo sumergida entre los años 1993 y 1997 con los datos obtenidos entre 1958 y 1976, se encuentra una disminución desde 3,1 m hasta 1,8 m. es decir 1,3 m. En resumen, la capa sumergida es un metro más delgada en los 90 que en las dos o cuatro décadas anteriores y su volumen se ha re-

ducido un 40 %.

La fecha de rotura de los hielos en el río Tornio en Finlandia ha sido registrada desde 1693. Las fechas en las que el hielo se forma se retrasan y se adelantan las de fusión. El período de tiempo en el que el río está helado se reduce en un mes. Es razonable pensar que este hecho se relaciona con el aumento del efecto invernadero

Figura 15: Disminución del grosor de la cubierta de hielo del mar Ártico



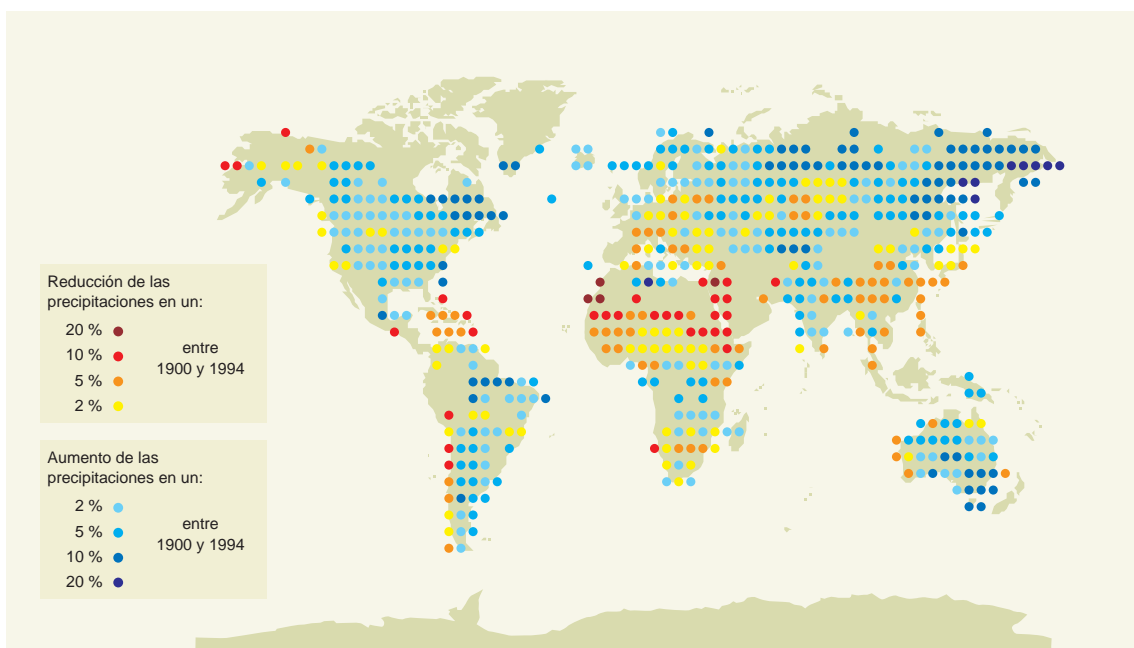
Fuente: D.A. Rothrock y G.A. Maykot. Universidad de Washington. Seattle. 1999.

Variaciones en las precipitaciones

Las precipitaciones se han incrementado sobre las tierras emergidas en latitudes altas del hemisferio Norte, especialmente durante la estación cálida. La disminución de las mismas se ha producido en los subtropicos y en los trópicos desde África hasta Indonesia después de los años 60.

Estos cambios son consistentes con los análisis de datos sobre los cambios en las corrientes, los niveles de los lagos y la superficie del suelo. La media de la precipitación sobre la superficie de la tierra se ha elevado desde el principio del siglo XX hasta aproximadamente 1960 pero ha disminuido desde los años 80.

Figura 16: Cambios en las precipitaciones distribuidas sobre la tierra desde 1900 a 1994



Fuente: UNEP –GRID-Arendal.

Agricultura

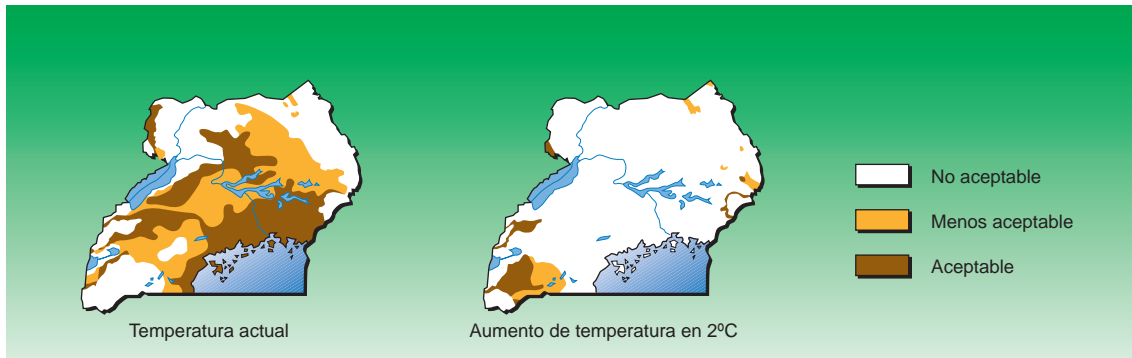
El cambio climático proyectado para las próximas décadas podría tener como consecuencia una disminución del rendimiento agrario y de la disponibilidad de agua para el riego en algunas regiones. Algunas adaptaciones del manejo de cultivos a las condiciones de cambio climático podrían compensar parcialmente los efectos negativos, pero la actual vulnerabilidad a la sequía y la gran variabilidad climática de algunas regiones como la mediterránea, limitan muchas opciones.

Los estudios sugieren que puede haber un desplazamiento hacia el norte de las zonas con mayores

ventajas para los cultivos. En general en áreas de latitud alta, un aumento de temperaturas favorece la producción, puesto que en el clima actual los cultivos están limitados por las bajas temperaturas de primavera y el corto período libre de heladas. Pero en la mayoría de las regiones un incremento en las temperaturas actuales ejerce una presión negativa en el rendimiento del cultivo, acelerando su desarrollo y dejando menos tiempo para el crecimiento del grano. El mayor requerimiento de regadíos puede llevar además aparejada una sobreexplotación de los acuíferos y un aumento de la salinidad de las tierras con el peligro consiguiente de esterilización.

Impactos observados ¿qué dicen los científicos que puede ocurrir?

Figura 17: Impacto del aumento de la temperatura en el cultivo de café en Uganda



Fuente: UNEP –GRID-Arendal.

En Uganda un aumento de sólo 2 grados centígrados, ocasionaría una catastrófica pérdida de terre-

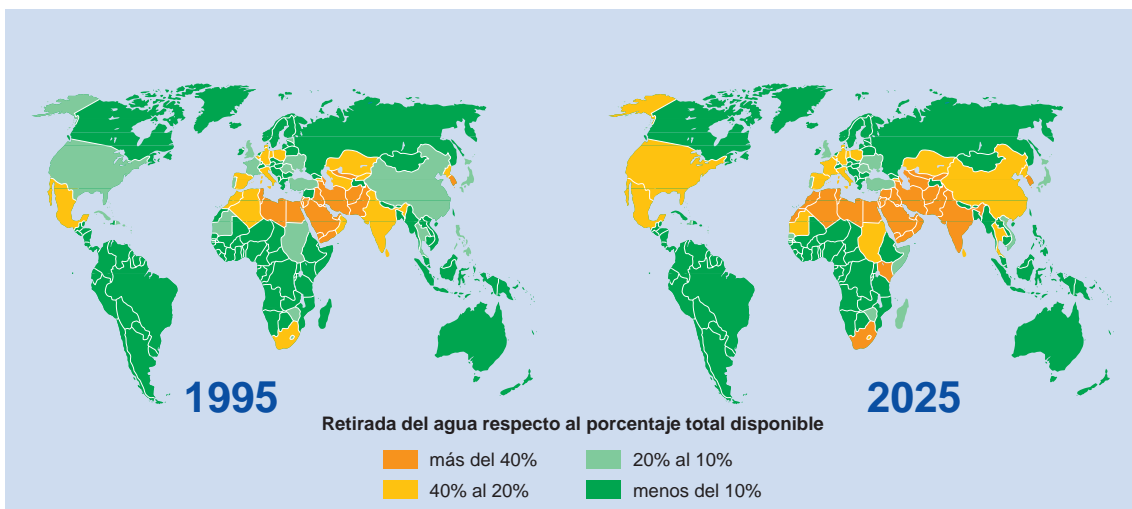
nos disponibles para el cultivo del café. Sólo las zonas más altas seguirían siendo aptas.

Recursos hídricos

El diagrama muestra la presión sobre los recursos hídricos previsto en el año 2025 debido al aumen-

to de población. La base para su cálculo es el actual ratio de crecimiento, manteniendo constante el consumo actual per cápita de agua y no teniendo en cuenta posibles mejoras en su utilización.

Figura 18: Disponibilidad de los recursos de agua dulce



Fuente: UNEP –GRID-Arendal.

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.

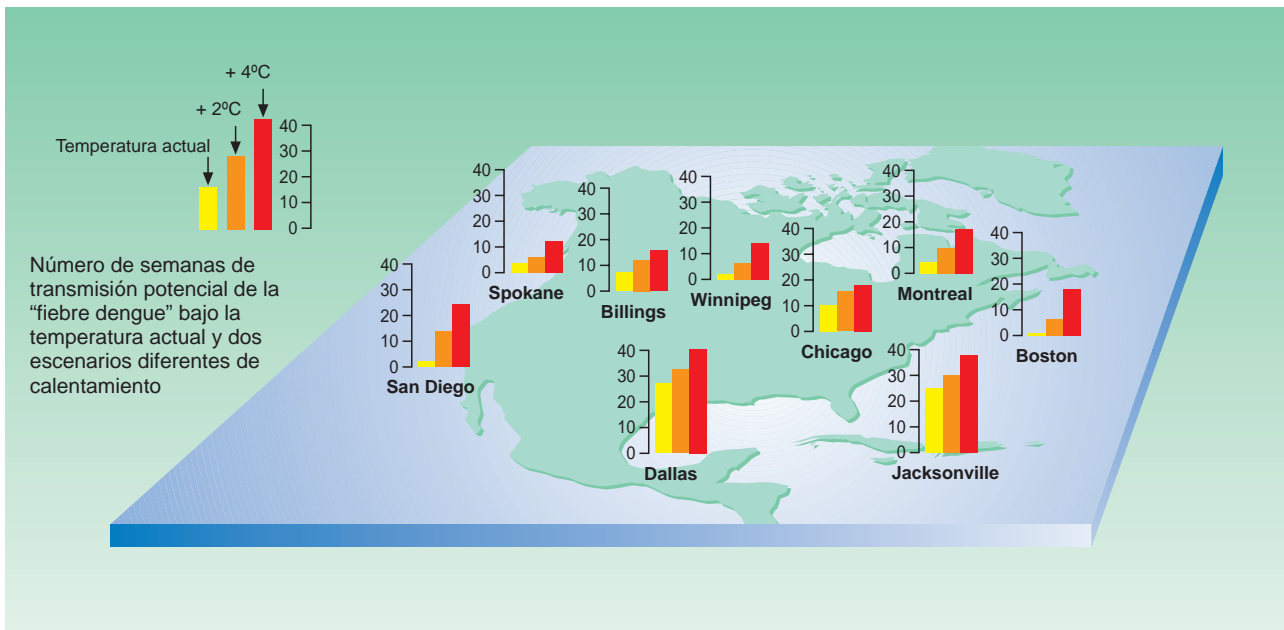
La cantidad y la calidad de los abastecimientos de agua plantean ya graves problemas en numerosas regiones, incluidas algunas zonas costeras bajas, deltas e islas pequeñas, resultando los países de estas regiones particularmente vulnerables.

Transmisión de enfermedades

El calentamiento climático puede ocasionar la aparición de vectores de enfermedades tropicales en zonas no invadidas hasta ahora y aumentar su frecuencia en áreas en las que en estos momentos es

esporádica. El gráfico muestra el aumento de número de semanas en las que la transmisión del dengue es posible en función de dos escenarios de aumento de temperaturas. Para que esto ocurra deben sumarse la presencia del virus, del mosquito transmisor y poblaciones humanas expuestas.

Figura 19: Potencial de transmisión de la "fiebre dengue" en el caso de un aumento de la temperatura ambiental



Fuente: Focks et al. 1995, Joken and Fockx, 1997; "The Regional Impacts of Climate Change", IPCC, 1998.

Nota: Se requiere para la transmisión de la enfermedad la presencia del mosquito transmisor del virus dengue y la exposición de poblaciones humanas

4.2. Los escenarios del IPCC

Las predicciones a futuro marcadas por el segundo informe de evaluación del IPCC, establecieron varios escenarios denominados IS 92-a, b, c, d, e y f.

El escenario más pesimista, IS92e se establece asumiendo un aumento de población moderado, alto crecimiento económico, alta disponibilidad de combustibles fósiles y el abandono progresivo de la energía nuclear.

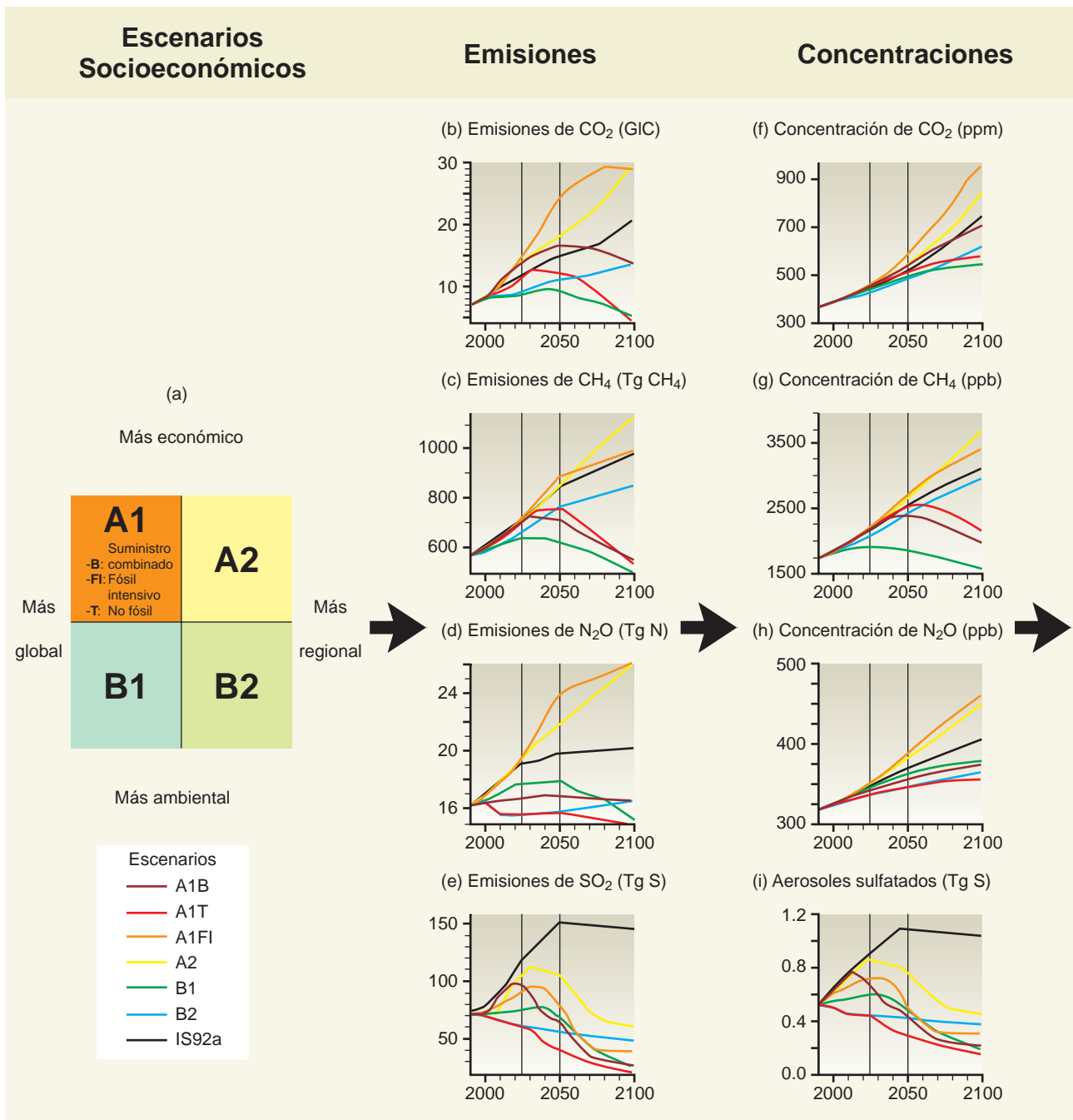
La predicción más favorable -IS92c- presupone un

bajo aumento de población, crecimiento económico pequeño y severas dificultades en el suministro de combustibles tradicionales.

Los escenarios denominados SRES (Figura 20) se han desarrollado para el Tercer Informe de Evaluación de Cambio Climático del IPCC, publicado a finales de 2001. Sirven para actualizar las series IS92 y utilizan dos ejes básicos: globalización-regionalización y economía-medio ambiente, dando lugar a cuatro escenarios generales A1, B1, A2, B2.

Impactos observados ¿qué dicen los científicos que puede ocurrir?

Figura 20: Escenarios



A su vez, el escenario A1 describe un mundo en el futuro con crecimiento económico muy rápido, una población global que alcanza su máximo a mitad del próximo siglo para entrar en una fase de declive a continuación, y una rápida introducción de nuevas y más eficientes tecnologías. Además se

consideran factores como una mayor convergencia entre regiones, mejora en la eficiencia de los edificios y un incremento de las interacciones culturales y sociales con una reducción sustancial en las diferencias de los ingresos per capita. Los escenarios A1 se dividen en tres grupos que describen direc-

ciones alternativas de cambio tecnológico en el sistema de energía y plantea tres posibilidades:

A1F1: Uso intensivo de combustibles fósiles

A1T: Suministro de energía no fósil en su integridad

A1B: Balance entre las dos anteriores.

Como resultado de los escenarios anteriores se observa que de continuar las políticas y actividades actuales, 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.

Por tanto resulta absolutamente necesario 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 en este siglo XXI harán que las temperaturas medias mundiales sean superiores a las registradas en los últimos 150.000 años.

4.3. Proyecto europeo ACACIA

El proyecto ACACIA es un informe ultimado en el año 2000 que en síntesis constituye la versión específica del tercer informe del IPCC para Europa. De hecho el equipo de investigadores responsables en ambos casos es el mismo y el informe ACACIA adelantó y sirvió de base para las conclusiones del IPCC respecto a Europa en su último informe publi-

cado en 2001. Los escenarios a futuro previstos son los mismos e incluso fueron evaluados previamente para la realización del informe ACACIA.

Los distintos capítulos desgranar aspectos relacionados con recursos hídricos, suelos, agricultura, ecosistemas, bosques, recursos pesqueros, transporte y energía, turismo, salud, zonas costeras, áreas montañosas, etc. El objetivo de este estudio es proveer pautas para que los diseñadores de políticas ambientales, planificadores e investigadores lleven a cabo su labor con fundamentos sólidos.

Se establecen tres conclusiones principales:

- El balance de los impactos del cambio climático en Europa será más negativo en el Sur que en el Norte
- Los sectores primarios, como la agricultura y silvicultura, serán más severamente afectados que los sectores industrial y de servicios.
- Las regiones más pobres sufrirán las consecuencias más duramente que las más ricas y desarrolladas.

Por tanto el cambio climático tendrá importantes implicaciones en el marco de las políticas de desarrollo y gestión ambiental. En función de esta coyuntura el proyecto ACACIA realiza una serie de recomendaciones en cuanto a las políticas e investigaciones más favorables para contrarrestar los efectos negativos del Cambio Climático.

Tabla 4: Algunas predicciones para el futuro en Europa. IPCC

- Las temperaturas aumentarán entre 0,1 °C y 0,4 °C por década. El incremento será mayor en el Sur del continente.
- Los inviernos calificados como fríos pasarán de ocurrir una vez cada 10 años a prácticamente desaparecer.
- Las precipitaciones aumentarán entre el 1 y el 2% en el Norte y disminuirán en la misma proporción en el Sur.
- El nivel del mar podría aumentar entre 13 y 68 cm para el año 2050.
- Los episodios de lluvias intensas aumentarán en frecuencia e intensidad.
- Los efectos de la erosión y la salinidad creciente aumentarán las pérdidas de suelo fértil para la agricultura.
- La productividad neta de la mayoría de los ecosistemas aumentará, sin embargo debido al estímulo de la respiración edáfica por la temperatura, el aumento de la productividad no conducirá necesariamente a un mayor almacenamiento de carbono en los ecosistemas.
- La pérdida de especies se acelerará por los cambios demasiado rápidos en los ecosistemas y perturbaciones en los biotopos y regímenes hídricos.
- Las aves migratorias sufrirán problemas por transformaciones en los ecosistemas tanto de origen como de destino.
- Las superficies boscosas aumentarán tanto en el norte como en el sur de Europa. Mayor dominancia de los bosques de hoja caduca.
- La demanda de refrigeración aumentará y disminuirá la de calefacción.
- La cota de nieve se elevará entre 100 m y 150 m por cada grado de calentamiento.

Impactos observados ¿qué dicen los científicos que puede ocurrir?

- Entre el 50% y el 90 % de los glaciares alpinos podría desaparecer a finales del siglo XXI.
- Los bosques migrarán hacia las alturas. Las especies alpinas serán sustituidas por las medio alpinas
- En el Norte la tundra retrocederá en beneficio de los bosques.
- La producción agrícola aumentará en el Norte y caerá en el Sur. La presión sobre los recursos hídricos será aún más intensa en esta última zona.
- Se producirán cambios en los hábitos recreacionales. Las actividades al aire libre serán más demandadas en el Norte, y en el Sur el turismo se verá afectado por temperaturas cada vez más insoportables.
- La salud podría deteriorarse al aparecer enfermedades propias de latitudes más meridionales, y aumentar la vulnerabilidad al calor y a la polución.

4.4. Voces escépticas

Aunque la comunidad científica en su mayor parte considera que el Cambio Climático Global es un hecho, también existen algunas voces escépticas. Tienen su base fundamentalmente en dos cuestiones principales: no se sabe lo suficiente en la actualidad, y las herramientas son perfeccionables.

Debilidad de los modelos informáticos empleados

Los científicos usan ordenadores complejos para aumentar los conocimientos sobre Clima Global mediante la realización de modelos matemáticos que pretenden acercarse lo más posible a la dinámica atmosférica real. Estos modelos se utilizan también para realizar predicciones altamente específicas respecto a las futuras temperaturas a nivel global.

Un ejemplo son los ya comentados Modelos de Circulación Global. Para los escépticos surgen muchos problemas de cara a su aplicación práctica: la inherente complejidad del sistema y las limitaciones tanto de la tecnología informática actual como de los conocimientos por parte de los científicos en cuanto a ciertos factores clave que determinan el clima.

Por otra parte los críticos apuntan que las correcciones sobre predicciones realizadas por el propio IPCC siempre tienden a reducir el ratio de aumento de la temperatura predicho en estudios anteriores. Por ejemplo, en el año 1992 se hablaba de aumentos entre 1,5 y 4,5 grados centígrados para el año 2050. En 1995, el IPCC basándose en modelos más actualizados rebajaba la progresión de temperaturas entre 0,80 y 6 °C para el año 2100.

¿Cuál puede ser una pista para comprobar la validez de los modelos? La mejor forma para evaluar su capacidad predictiva es utilizarlos para deducir

cosas que han sucedido climáticamente en el pasado. Bajo este prisma, los modelos tienen bastante que mejorar. Incluso los más avanzados, cuando se les suministra datos relevantes del período Pleistoceno fallan a la hora de predecir el aumento de los glaciares en aquella época, que ha sido constatado por otras múltiples vías.

Confusión a nivel social entre lo que es Clima Global y Tiempo Atmosférico

Según algunas voces autorizadas en ocasiones los medios de comunicación debido a su avidez por las malas noticias, atribuyen con frecuencia sucesos al cambio climático, que en realidad deben ser relacionados con la variabilidad del tiempo atmosférico.

Las localizaciones de los observatorios en la superficie

Poseemos una amplia red de sensores de captación de temperaturas que nos permiten saber cuanto calor o frío hace en un determinado lugar de la Tierra. Incluso en muchas ocasiones se dispone de un estimable cuerpo de observaciones históricas. El problema reside en las localizaciones, mayoritariamente en el Hemisferio Norte y con mucha frecuencia cerca de las áreas urbanas. Además en su mayoría proceden de ubicaciones terrestres cuando las tres cuartas partes del Globo son masa de agua.

Incongruencia de las medidas de temperatura tomadas en equipos situados en la superficie

Mientras los observatorios terrestres indican un aumento global de un grado durante este siglo, especialmente intenso desde los años 80, las lecturas de satélite no confirman esos valores.

Por el contrario, éstos muestran un ligero enfriamiento durante los pasados diecisiete años. Se estima que las mediciones realizadas por estos dispositivos son altamente fiables y exactas, y que proporcionan datos de todo el planeta, incluyendo las áreas oceánicas, muestreando capas atmosféricas de kilómetros de espesor y no sólo la superficie. Por desgracia contamos con registros vía satélite sólo desde el año 1978.

La fiabilidad de los datos de los satélites es importante, por tanto, según esta opinión si alimentamos los complejos modelos informáticos con datos terrestres que en el fondo no son representativos, los resultados a nivel de predicción distarán mucho de ser fiables.

La evolución histórica de medidas de temperatura puede estar falseada.

La causa estriba en que en tiempos pasados observatorios situados fuera de áreas urbanas han podido ser absorbidos por ellas en épocas recientes.

Esto ocasiona que los observatorios hoy se vean afectados por la denominada "Isla de Calor" urbana. Este fenómeno hace que las temperaturas en el interior de la ciudad sean más altas que en las

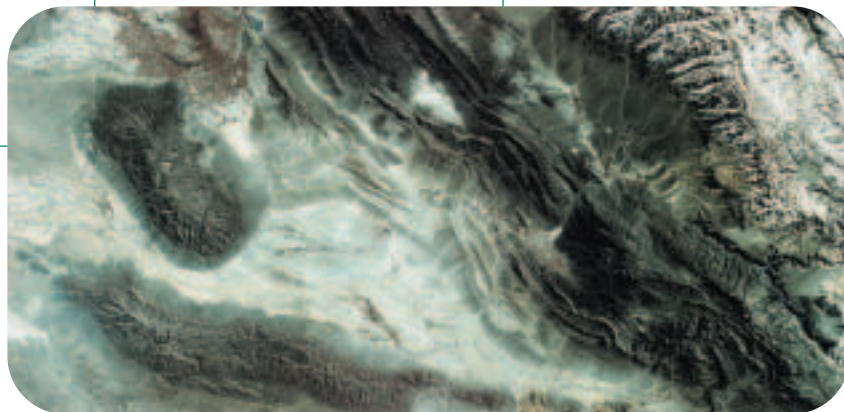
áreas circundantes. Debido a ella los sensores tomarían medidas más altas de lo que les correspondería.

Aunque muchos climatólogos tienen en cuenta este factor mediante la aplicación de elementos correctores en las ecuaciones que sirven para la interpretación de los datos, muchos escépticos del Cambio Climático dejan constancia de que incluso una pequeña variación en esa ecuación puede echar por tierra todas las supuestas observaciones de calentamiento global durante este siglo.

Posible estimación insuficiente de los contaminantes de origen humano con potencial de enfriamiento

Una de las posibles causas por las cuales los modelos de simulación han sobreestimado las predicciones de calentamiento es su fracaso a la hora de contabilizar los aerosoles de origen antropógeno fruto de la quema de combustibles fósiles. Como ya se ha visto estas partículas reflejan la luz solar contrarrestando en parte el efecto del calentamiento.

La inclusión de este factor en los modelos más recientes está acercando los resultados de los modelos a los hechos ocurridos en el pasado.





5

Acciones emprendidas

5.1. A escala mundial

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, se han sucedido las reuniones internacionales de carácter científico y político, 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.

En la Tabla 5 se resumen los principales eventos internacionales para la lucha contra el cambio climático.

Tabla 5: Principales eventos internacionales en la lucha contra el cambio climático

FECHA/ LUGAR	EVENTO	PRINCIPALES RESULTADOS
1979	Primera conferencia mundial sobre el Clima	Reconocimiento de la gravedad del cambio climático. Petición a los gobiernos de acciones para prever y evitar el cambio climático.
1988	Conferencia de Toronto	Se establece por primera vez un objetivo de reducción de emisiones que se cifraba en un 20% en el 2005.
	Constitución del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático	Evaluación científica de la dimensión del problema así como sus consecuencias.
1990	Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima	Supone la confirmación política de problema y la necesidad de establecer un instrumento jurídico internacional.
	Primer Informe de Evaluación del IPCC	Concluye en que las emisiones producidas por el ser humano contribuyen a aumentar las concentraciones de GEI potenciando el efecto invernadero natural.
1992	Firma del Convenio Marco sobre el Cambio Climático	155 países firman el convenio que entró en vigor el 21 de marzo de 1994
1995	Primera Conferencia de las Partes en Berlín	"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, 2020).
	Segundo Informe de Evaluación del IPCC	Destaca las consecuencias a distintos niveles del aumento de las temperaturas, afirma que el balance de los estudios y pruebas realizadas sugieren una influencia humana perceptible en el clima mundial.
1996	Segunda Conferencia de las Partes en Ginebra	Declaración ministerial de respaldo al segundo informe de evaluación del IPCC.
1997	Tercera Conferencia de las Partes en Kyoto	Se adopta el Protocolo de Kyoto que desarrolla el convenio de 1992. La Unión Europea y 33 países más se comprometen mantener sus emisiones para 6 GEI durante el período 2008-2012 por debajo de un nivel de referencia dado.
1998	Cuarta Conferencia de las Partes en Buenos Aires	Comienza el desarrollo de los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto.
1999	Quinta Conferencia de las Partes en Bonn	Impulso en todos los frentes de negociación. Se culmina la revisión de la fase piloto del mecanismo de actividades de implantación conjunta. Se marcan directrices para la revisión de inventarios nacionales.

Acciones emprendidas

FECHA/ LUGAR	EVENTO	PRINCIPALES RESULTADOS
2000	Sexta Conferencia de las Partes en la Haya	Acuerdo político sobre los aspectos fundamentales del Protocolo de Kyoto. Europa se consolida como el máximo impulsor del proceso. Falla la adhesión de países importantes
2001	Marzo (postura EE.UU.)	EE.UU. se niega a ratificar el protocolo de Kyoto.
	Séptima Conferencia de las Partes en Marrakech	Se acaban de perfilar diversos instrumentos: descripción consensuada del cálculo de emisiones, las penalizaciones en caso de incumplimiento, límites a los descuentos por el efecto invernadero de los bosques y la organización de la ayuda a los países en desarrollo.
	Tercer Informe del IPCC	Concluye en que la mitad del potencial de reducción estimado para el 2.020 se puede lograr mediante tecnologías viables hoy en día.
2002	Marzo (postura U.E.)	La Unión Europea ratifica el Protocolo de Kyoto.
	Septiembre	Celebración de la Cumbre Río +10 en Johannesburgo
	Noviembre. Octava Conferencia de las Partes en Nueva Delhi	Declaración de Nueva Delhi sobre Cambio Climático. El Mecanismo de Desarrollo Limpio se hace plenamente operacional. Se acuerda un sistema internacional para el recabado y reporte de los datos de emisiones nacionales. Programa de trabajo para la concienciación y educación de la sociedad.

El protocolo de Kyoto

Es el compromiso alcanzado en la Tercera Conferencia de las Partes del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático celebrada en la ciudad japonesa de Kyoto en 1997, por el cual y por vez primera se consensuan límites de emisiones y se establecen mecanismos de flexibilidad para facilitar el cumplimiento del acuerdo, algunos de los cuales tienen influencia sobre los países en desarrollo, en principio exentos de obligaciones.

La limitación de emisiones se aplica a seis gases o grupos de gases de efecto invernadero: dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, hidrofluorocarburos, perfluorocarburos y hexafluoruro de azufre (medidos todos como CO₂ equivalente).

Los límites definidos se expresan como reducciones o incrementos máximos con respecto al año de referencia de 1990, salvo para los tres últimos 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 de 2012, año en el que finaliza el período regulado por el Protocolo de Kyoto.

Los compromisos de limitación de emisiones de Kyoto se recogen en el cuadro nº 7:

El Protocolo de Kyoto prevé su entrada en vigor cuando lo hayan ratificado no menos de 55 países, que incluyan a países del Anexo B (en total 35 países industrializados, entre ellos la Comunidad Europea) del Convenio que representen al menos el 55% de las emisiones de dióxido de carbono del total de estos países del Anexo B en el año 1990.

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

Cambio Climático

Tabla 6: Compromiso de limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero para el período 2008-2010 (Protocolo de Kyoto)

Limitación respecto del año base (1990)	País (o conjunto de países)
-8%	Unión Europea
-8%	Liechtenstein
	Mónaco
	República Checa
	Rumania
	Bulgaria
	Eslovaquia
	Estonia
	Letonia
	Lituania
-7%	Estados Unidos
-6%	Japón
	Canadá
	Hungría
-5%	Polonia
	Croacia
0%	Rusia
	Ucrania
1%	Nueva Zelanda
	Noruega
8%	Australia
10%	Islandia
15%	Estado Español

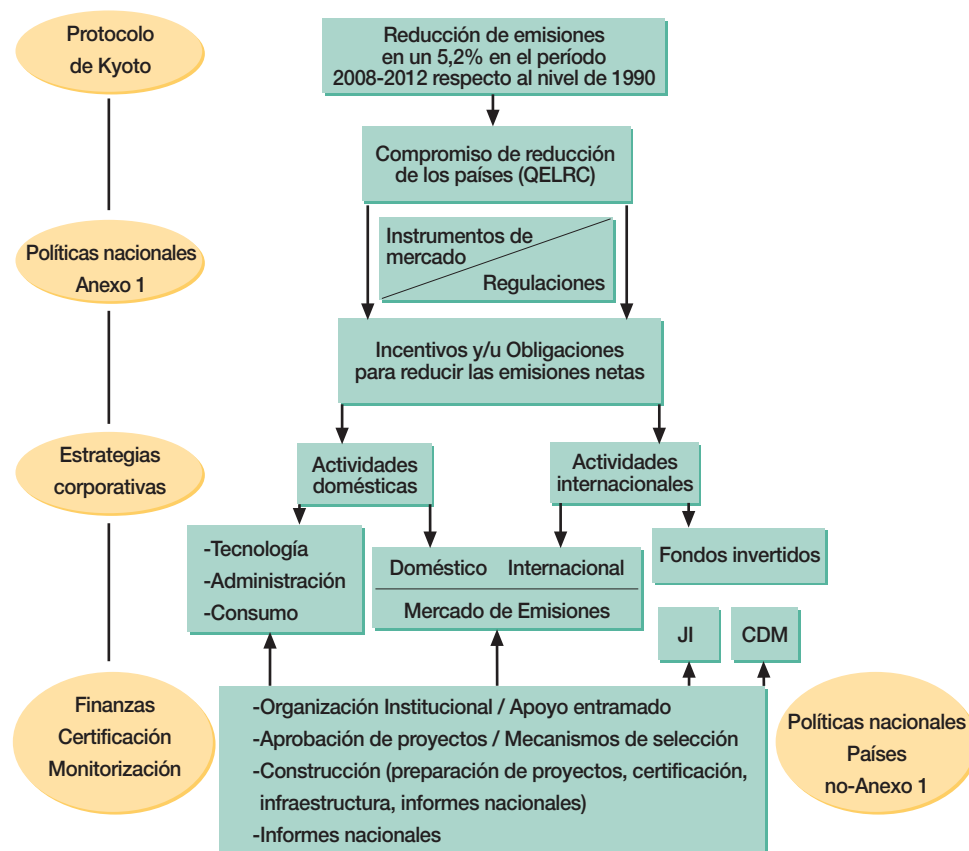
- **El comercio de derechos de emisión.** Mediante este mecanismo los países firmantes podrán comprar o vender parte de su "cantidad asignada" (cantidad máxima de emisión permitida en el período de compromiso) a otro país, de forma que su nivel permitido de emisión se aumente o reduzca en dicha parte adquirida o cedida. Precisamente las últimas Conferencias han dedicado un gran esfuerzo a la construcción del marco regulador de este comercio de emisiones, que todavía no se ha definido completamente.
- **Mecanismo para un desarrollo limpio (CDM).** Este mecanismo aúna los intereses de los países en desarrollo, para los que puede suponer

una vía de obtener financiación adicional para proyectos de desarrollo sostenible y la reducción de sus emisiones, y los de los países desarrollados que podrán añadir a su cantidad atribuida la reducción de emisiones certificada en proyectos financiados por ellos.

- **Actividades de Implantación Conjunta (JI).** Con este mecanismo se establece la posibilidad de aplicación conjunta entre países desarrollados, a través de proyectos de un país en otro, con la consiguiente transferencia de las reducciones de emisión originadas por tales proyectos. Este mecanismo es igual que el sistema anterior pero entre países desarrollados, con compromisos de reducción de emisiones.

Acciones emprendidas

Figura 21: Esquema de funcionamiento del Protocolo de Kyoto



¿Cómo funciona el Mercado de Emisiones?

El protocolo establece que los países del anexo B podrán utilizar el comercio de emisiones para el cumplimiento de sus obligaciones. Mediante este mecanismo los países podrán transferir parte de su "cantidad atribuida" (cantidad máxima de emisión permitida en el período del compromiso) a otra parte, o adquirirla, con lo que su nivel permitido de emisión se reducirá o aumentará en esa misma cantidad transferida o adquirida.

Estados Unidos tiene experiencias relativamente exitosas en el comercio de emisiones de otros gases (SO₂) realizadas entre empresas.

El funcionamiento de este instrumento comienza con la publicación de una norma legislativa de obligado cumplimiento. Las fuentes contaminantes deben obtener permisos de emisión para un período determinado y rendir cuentas sobre su utilización.

En la norma se establecería además un límite global de cantidad, en cuanto al volumen de permisos, y por tanto de emisiones, marcado por la Administración.

Se realiza una asignación inicial de dichos permisos entre las fuentes contaminantes, ya de manera gratuita mediante algún criterio tal como el de emisiones históricas de las mismas o de otro tipo, ya de forma que genere ingresos públicos o privados, como el que surge del sistema de subasta de dichos permisos.

A partir de ahí, los permisos son comercializables libremente y los mercados determinarán el precio unitario del permiso. Teóricamente las empresas más ecoeficientes se verán favorecidas al no consumir toda su cuota, pudiendo por tanto vender los permisos que les "sobren". Se supone que las menos eficientes serán arrastradas al perfeccionamiento de su proceso debido a que les costaría demasiado seguir contaminando.

El resultado final esperado es que la cantidad total de contaminación sea cada vez menor. El proceso se acelera si con el tiempo hay más actividades que puján por los permisos.

Bruselas estima que en la Unión Europea se generará un ahorro anual de costes por el comercio de

derechos de emisión de unos 1.300 millones de euros, frente a la situación que se plantearía sin que este régimen estuviera en marcha. Por lo tanto, la Comisión Europea cree que la creación de este mercado implicará ventajas medioambientales y económicas.

¿Por qué se opone EE.UU. al Protocolo de Kyoto?

Estados Unidos, la nación del planeta que más gases contaminantes emite a la atmósfera, continúa al día de hoy persistiendo en su negativa a suscribir el Protocolo de Kyoto. Los argumentos de EE.UU. pueden sintetizarse en los siguientes puntos:

- Kyoto no es la única respuesta al desafío del cambio climático.
- No se sabe lo suficiente sobre el cambio climático, son demasiadas las incertidumbres sobre cómo y cuánto va a afectar este fenómeno en el futuro, por lo que es necesario investigar más. Ya que la ciencia aún no se ha puesto de acuerdo sobre las causas reales de la eventual alteración del clima, mejor es alentar a las empresas contaminantes en su normal crecimiento, para que inviertan parte de la riqueza que generan en programas de investigación en la materia.
- Los objetivos de reducción de emisiones de CO₂ no cuentan con una base científica y además, dada la naturaleza global de las emisiones y la exclusión de los países en desarrollo de las obligaciones de limitación en sus emisiones harán difícil el cumplimiento del objetivo a escala global.
- El protocolo de Kyoto restringe arbitrariamente los créditos por el secuestro de carbono en masas forestales.
- Kyoto supone una amenaza para el crecimiento económico de EE.UU. ya que su economía no podría absorber sin repercusiones una reducción de emisiones de CO₂ de un 7 % respecto al nivel alcanzado en 1990.
- Las alternativas tecnológicas consideradas estarán lejos de ser viables en los plazos predeterminados por el Protocolo de Kyoto.

¿Es suficiente el cumplimiento del Protocolo para frenar el Cambio Climático?

El acuerdo alcanzado en Kyoto es sólo el inicio de un largo proceso que debe continuar con la firma de nuevos tratados y que vinculen a más estados.

Su ratificación supone plasmar un acuerdo vinculante a largo plazo a nivel internacional sobre un tema de gran complejidad técnica y con diversos intereses económicos y políticos muchas veces contrapuestos.

El resultado global del 5,2 % de reducción sobre el nivel de 1990 puede considerarse modesto pero no lo es si se compara con las previsiones de aumento de emisiones de todos los países, en especial de los que están en vías de desarrollo.

La próxima revisión del Protocolo de Kyoto deberá contemplar una mejor aplicación del principio de equidad en la asignación de responsabilidades, ya que no tienen más compromisos quienes más contaminan y quienes más medios económicos disponen. En especial habrá que intentar lograr la adhesión de Estados Unidos.

En segundo lugar, es necesario lograr un suficiente grado de madurez jurídico-práctica de los llamados mecanismos de flexibilidad, que aún no la tienen.

Asimismo, resulta imprescindible clarificar el papel real y los métodos de evaluación de los sumideros de carbono.

Finalmente, no pueden olvidarse las dificultades de la financiación. La transferencia de recursos nuevos y adicionales a los países en vías de desarrollo ha de considerarse como una exigencia ineludible para afrontar debidamente el problema climático y, a través de él, el de las relaciones Norte-Sur.

Papel de los sumideros de carbono

El Protocolo de Kyoto remarca el hecho manifestado por la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático según el cual las emisiones netas de gases de efecto invernadero pueden ser reducidas mediante la fijación estable de dichos gases, especialmente en el caso del dióxido de carbono. Mediante la fotosíntesis los organismos vegetales toman CO₂ y lo incorporan a sus estructuras y sistemas metabólicos con la ayuda de la luz solar. Por lo tanto, las plantas juegan un papel importante en la reducción del calentamiento total de la Tierra por el efecto invernadero.

Aunque es un capítulo cuya definición no está totalmente establecida por la Conferencia de las Partes, los cambios netos en los stocks de CO₂ debidos a tipos específicos de sumideros de carbono podrían ser utilizados por cada país a la hora de inventariar el balance de emisiones y probar reducciones efectivas de las mismas, sin olvidar que es prioritaria la lucha contra las propias fuentes de emisión.

Acciones emprendidas

Según el artículo 3 del Protocolo de Kyoto estos sumideros deben resultar de "cambios directamente inducidos por el ser humano en el uso de la tierra y en actividades forestales en cuanto a balance entre aforestación y reforestación".

La reforestación y la aforestación (esto es la plantación de árboles en zonas que históricamente no los han contenido), pueden incrementar el stock de carbono y actuar así como un vehículo para aumentar la cantidad neta de carbono inmovilizado. Por otra parte la deforestación es causa de un aumento neto de las emisiones de CO₂. La inclusión de los sumideros como elemento de cálculo de emisiones netas está sujeta a gran controversia debido a las incertidumbres que permanecen en cuanto a las metodologías de cálculo.

Tampoco está claro qué es lo que se entiende por sumidero de carbono, ya que por ejemplo el IPCC no lo define. Podríamos entender como tales, stocks forestales aéreos y subterráneos más el carbono contenido en el suelo o sólo parte de los mismos, con lo cual las evaluaciones varían sustancialmente.

Por otro lado la descomposición de las plantas en los bosques y en otras regiones con vegetación libera carbono al aire. Si el planeta se calienta, en algunas zonas aumentaría la tasa de descomposición del suelo, aumentando la tasa de emisiones por este motivo y alimentando positivamente el cambio climático. Al parecer esto es lo que ha ocurrido

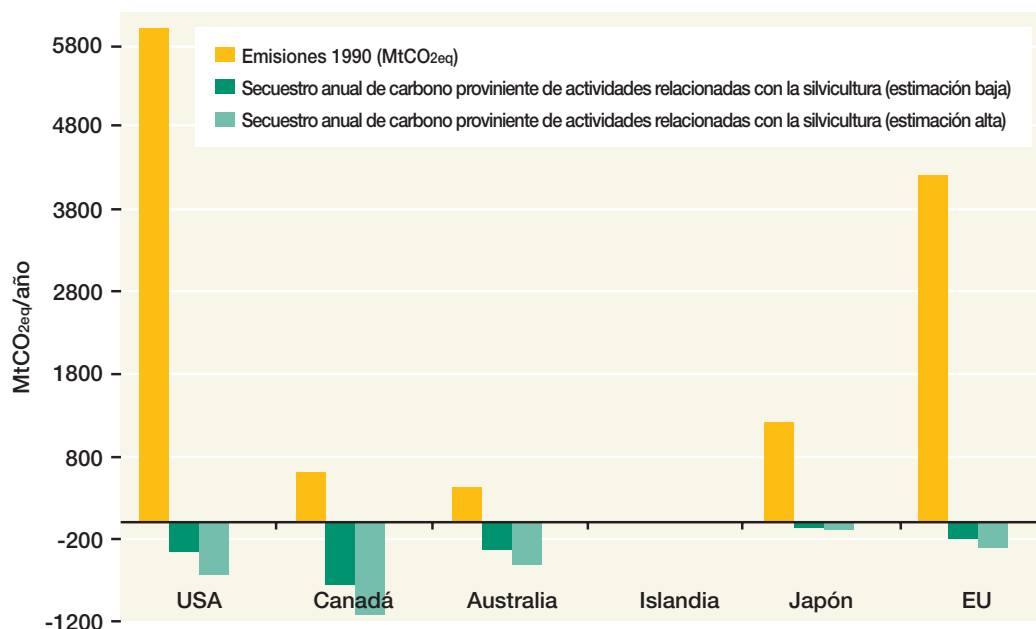
en las tundras de Alaska y Siberia. En los últimos tiempos la liberación de carbono por descomposición ha superado la absorción por la fotosíntesis y la tundra se ha convertido en una fuente neta de carbono. Sin embargo parece que el ecosistema se ha adaptado y durante el verano, con el aumento del crecimiento de las plantas, se ha vuelto a transformar en sumidero neto. Esto demuestra la dificultad de predicción de la evolución del ciclo de carbono en situaciones de cambio climático.

Diversos factores ambientales, incluyendo el cambio climático mismo, y la variabilidad de los mercados amenazan la estabilidad de las prácticas agrícolas y forestales, creando un riesgo cierto de que el carbono absorbido sea liberado nuevamente a la atmósfera en un breve tiempo (incendios forestales a nivel mundial en 1998).

Otro debate surge en torno a las negociaciones relacionadas con el "Mecanismo de Desarrollo Limpio" (CDM). Los proyectos que se enmarcan en el CDM deben estar orientados a contribuir al desarrollo sostenible y deberían producir beneficios a largo plazo, reales y mensurables para el clima.

Por último ya se ha citado que el principal sumidero de este gas se encuentra en los océanos, y aunque su magnitud aún no está bien cuantificada se estima que absorben 2.0 ± 0.8 GtC/año, aproximadamente un 8-10 % de las emisiones estimadas producidas a escala planetaria.

Figura 22: La silvicultura como sumidero de las emisiones de CO₂



Fuente: GRID-Arendal.

5.2. En la Unión Europea

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

A consecuencia de la adopción del Protocolo de Kyoto, la Unión Europea estableció su compromiso a un objetivo: **la limitación durante el período 2008-2012 de sus emisiones de gases de efecto invernadero hasta alcanzar una reducción de un 8% del nivel de sus emisiones en 1990.**

Este objetivo colectivo se reparte posteriormente en

cuotas estatales, 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, desembocó 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.

En junio de 1998 se alcanzó el acuerdo definitivo de "reparto de la carga", en compromisos estatales para cada uno de los 15 Estados, que queda de la manera que figura en la Tabla 7.

Tabla 7: Compromiso de reducción de emisiones de CO₂ en el año 2010 respecto a 1990 (%)

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

La estrategia para el desarrollo sostenible y el sexto Programa de Acción de la Comunidad Europea en materia de medio ambiente

El Consejo de Gotemburgo de junio de 2001 aprobó la estrategia de la Unión Europea para el desarrollo sostenible (EDS), que favorece el reforzamiento mutuo de las políticas económica, social y ambiental.

La estrategia comunitaria para el desarrollo sostenible se centra en un número limitado de problemas que plantean amenazas graves para el futuro bienestar de la sociedad europea. El cambio climático es uno de los cinco ámbitos que exige medidas importantes para los próximos 20 años.

El Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente (6º PMA) establece objetivos y prioridades ambientales a medio plazo como parte integrante de

Acciones emprendidas

la estrategia de la Comunidad Europea para el desarrollo sostenible. El tratamiento del cambio climático es uno de los cuatro objetivos clave. Tanto el 6º PMA como la EDS insisten en la importancia de un rápido proceso de ratificación y de entrada en vigor del Protocolo de Kyoto (Río + 10), y reconocen asimismo que es necesario ir más allá de los objetivos de Kyoto, proponiendo una reducción a largo plazo (para el 2020) del 20 - 40 % de los gases de efecto invernadero respecto a los niveles de 1990.

Programa Europeo sobre el Cambio Climático (PECC) y las 40 medidas

El Programa Europeo sobre el Cambio Climático (PECC) se elaboró como una contribución para señalar las medidas más eficaces desde el punto de vista medioambiental y económicamente rentables dirigidas a alcanzar el objetivo comunitario. El PECC se creó como proceso consultivo a varias bandas centrado en la energía, el transporte, la industria, la investigación y la agricultura, así como en el aspecto del comercio de derechos de emisión dentro de la UE.

El PECC investigó más de 40 medidas, utilizando criterios de selección como la rentabilidad y el calendario de su aplicación. Se consideró que ocho medidas se encontraban en una fase avanzada de preparación:

- Directiva marco sobre un sistema comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero
- Directiva sobre biocombustibles
- Directiva sobre fomento de fuentes renovables de energía, RES-E
- Directiva sobre las características energéticas de los edificios
- Directiva sobre contratación pública en relación con la eficacia energética
- Modificación de la Directiva 93/76/CEE sobre limitación de emisiones
- Campaña de promoción y de sensibilización pública sobre eficacia energética
- Directiva marco sobre gases fluorados.

Se calcula que el conjunto de estas medidas tiene un potencial de reducción rentable de las emisiones de unas 240 Mt eq. de CO₂ y que se puede cumplir para el año 2010.

La realización del potencial del PECC depende de diversos factores, como el acuerdo político sobre

las medidas, el calendario de aplicación, la aceptación por el público y los solapamientos entre estas medidas y las políticas de los Estados miembros. Si el potencial de las ocho medidas se realizara antes de 2010, contribuiría a reducir las emisiones alrededor del 5 % frente al objetivo de Kyoto del 8 %, apoyando así las políticas y medidas nacionales tomadas por los Estados miembros.

Otras iniciativas que la Comisión Europea pretende poner en marcha son la directiva sobre la mayor liberalización de los mercados de la electricidad y del gas natural en la Unión Europea, el Plan de acción para mejorar la eficacia energética en la Comunidad Europea y el Libro Verde de la Comisión sobre la seguridad del abastecimiento energético.

Un punto importante lo constituye el Libro Blanco de la Comisión sobre la política europea de los transportes que establece la necesidad de integrar el transporte en el desarrollo sostenible. Señala paquetes de medidas destinadas a modificar la proporción existente entre los modos de transporte, en particular en detrimento de la carretera y la aviación y en favor de modos más ecológicos, como el ferrocarril y la navegación, lo que permitiría frenar el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del sector del transporte.

La iniciativa de la Comisión de establecer el Espacio Europeo de Investigación y el nuevo Programa Marco de I+D han dado un lugar de preferencia a la investigación y al desarrollo tecnológico en relación con el cambio climático.

5.3. En el Estado Español

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

La razón por la que se permite este crecimiento en las emisiones es que aunque en comparación con el resto de los Estados miembros de la Unión Europea, el Estado Español 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.

Cambio Climático

Tabla 8: Evaluación de las emisiones por tipo de gases

Valores absolutos (Gg CO ₂ equivalente)						
Gas	Año base	1990	1998	1999	2000	2000 % respecto a 1990
CO ₂	227.233,23	227.233,25	270.129,81	295.232,89	306.631,85	134,94
CH ₄	29.647,72	29.647,72	36.551,92	37.305,71	38.363,49	129,40
N ₂ O	26.259,79	26.259,79	27.715,25	28.988,43	30.497,08	116,14
HFC	4.645,44	2.403,18	6.642,63	8.513,06	9.877,70	212,63
PFC	790,37	828,41	749,62	695,53	408,75	51,72
SF ₆	93,58	55,75	140,57	184,42	208,56	222,86
Total Gases	288.670,16	286.428,11	341.929,80	370.920,07	385.987,44	133,71

Fuente: Oficina Española de Cambio Climático.

Tabla 9: Evolución de las emisiones por sectores

Valores absolutos (Gg CO ₂ equivalente)						
Sector	Año base	1990	1998	1999	2000	2000 % respecto a 1990
1. Procesado de la energía	216.532,76	216.532,76	258.268,49	283.102,86	294.355,25	135,94
2. Procesos industriales	25.015,41	22.773,36	28.659,49	31.394,74	32.772,93	131,01
3. Uso de disolventes y otros productos	1.342,89	1.342,89	1.641,07	1.676,34	1.709,24	127,28
4. Agricultura	36.377,73	36.377,73	39.745,48	40.739,75	42.569,19	117,02
6. Tto. y eliminación de residuos	9.401,37	9.401,37	13.615,26	14.006,38	14.580,83	155,09
Total Sectores	288.670,16	286.428,11	341.929,80	370.920,07	385.987,44	133,71
5. Cambio de uso del suelo y silvicultura	-29.252,46	-29.252,46	-29.252,46	-29.252,46	-29.252,46	—

Fuente: Oficina Española de Cambio Climático.

Las emisiones en unidades de CO₂ equivalente, han aumentado un 33,71 % en el Estado Español entre 1990 y el año 2000. La tendencia actual es el alejamiento de los objetivos de Kyoto.

Destacan los procesos de combustión como responsables del 71 % de las emisiones, entre los que cabe mencionar al sector del transporte, que emite el 29,9 % del total de las emisiones de CO₂.

También cabe señalar el incremento producido en el sector de residuos en un 55% respecto las emisiones del año 1990.

Las principales respuestas hasta la fecha por parte del Estado Español han sido:

- La creación en Abril de 2001 de la Oficina Española de Cambio Climático. De ella derivan grupo de trabajo interdepartamentales para el

Acciones emprendidas

progreso en la implementación de los aspectos prácticos del Protocolo.

- La reestructuración del Consejo Nacional del Clima en Noviembre de 2001 para conducir la Es-

trategia Española contra el Cambio Climático. En la actualidad, no está concretada esta Estrategia.

- La ratificación del protocolo de Kyoto en marzo de 2002.

5.4. En la Comunidad Autónoma del País Vasco

Las claves

La CAPV ha establecido en la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible (2002-2020). Una de sus cinco metas prioritarias, será limitar las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmós-

fera al objeto de contribuir al cumplimiento del protocolo de Kyoto.

Por tanto se formulan dos objetivos que inciden tanto en el control de gases de efecto invernadero como en la reducción de las concentraciones de estos gases a través del aumento de los sumideros de carbono.

Objetivo 1: Limitar las emisiones a la atmósfera de gases con efecto invernadero para el año 2020

Este objetivo se concreta en:

- Fomentar un suministro de energía primaria fundamentado en torno a las energías limpias.
- Promover la mejora de la eficiencia energética en todos los sectores de actividad, acercando los puntos de producción y consumo
- Fomentar el ahorro energético en todos los sectores
- Fomentar los modos de transporte menos emisores de CO₂.
- Reducir las necesidades de movilidad.
- Fomentar la sustitución de combustibles fósiles a favor de combustibles renovables y el empleo de combustibles fósiles que aporten una menor cantidad de gases de efecto invernadero

Objetivo 2: Aumentar los sumideros de carbono

Este objetivo se concreta en:

- Fomentar la investigación sobre los sumideros de carbono
- Impulsar la silvicultura que propicie la máxima fijación estable de carbono.
- Promoción de usos impercederos de la madera.

El primer paso en el largo camino hasta el período del Protocolo de Kyoto ha sido la realización de inventarios detallados para conocer la situación de partida.

La metodología adoptada por la Comunidad Autónoma del País Vasco para la realización del Inventario de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero ha sido la propuesta por el IPCC.

Los gases que más han contribuido a las emisiones de gases de efecto de invernadero en la Unión Europea y en España entre 1990 y 2000 son el CO₂, el CH₄ y el N₂O con valores superiores al 98%. Respecto a los grupos de actividad, el de Energía, Procesos In-

dustriales, Agricultura y Residuos han contribuido en el mismo período tanto en Europa como en España en más de un 99,5% a la producción de GEI's.

Así, el objetivo del Inventario de la Comunidad Autónoma del País Vasco, ha sido estimar las emisiones antropogénicas de CO₂, CH₄ y N₂O de los grupos "Energía", "Procesos Industriales", "Agricultura" y "Residuos". Los grupos "Usos de disolventes y otros productos", "Cambios en el uso de la tierra y bosques" y "Otros" que son absolutamente minoritarios en la Unión Europea y el Estado Español tampoco se han tenido en cuenta.

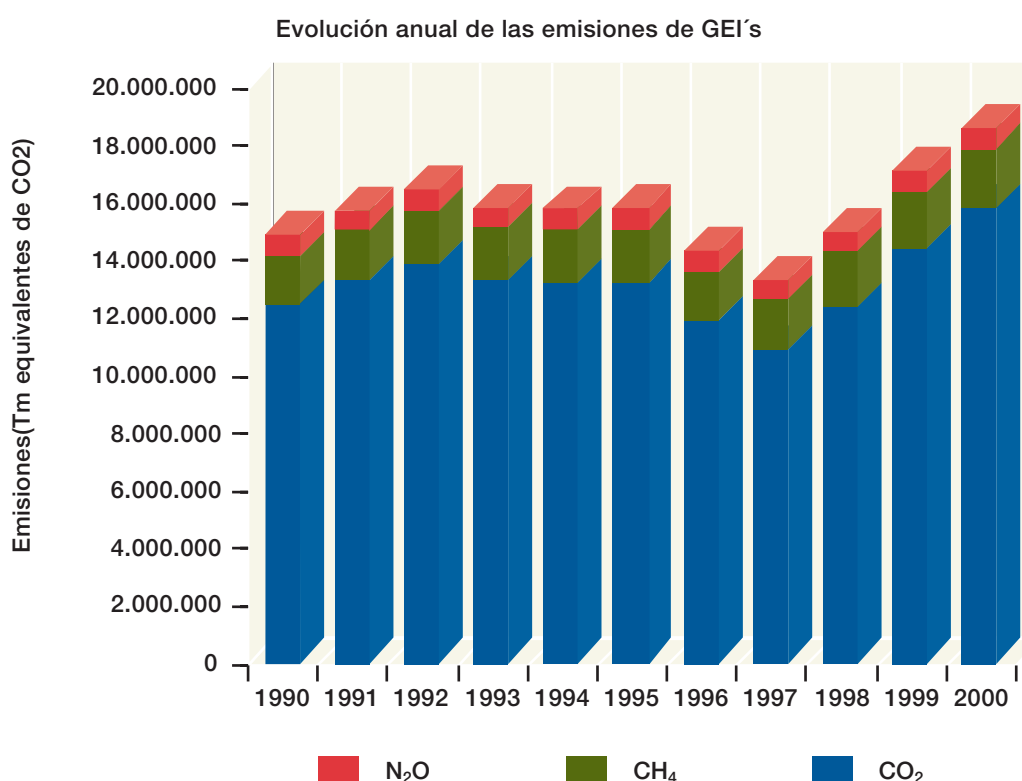
Cambio Climático

Evolución de las emisiones de GEI's producidas en la CAPV

El conjunto de las emisiones de gases de efecto invernadero debidas a los procesos que se incluyen dentro de los grupos 1 "Energía", 2 "Procesos Industriales", 4 "Agricultura" y 6 "Residuos" del

IPCC, producidas en el País Vasco ascendieron a 18.500.000 toneladas de CO₂ equivalente en el año 2000, lo que supone un incremento del 25,3 % respecto a los niveles de emisión del año 1990, año base del Protocolo de Kyoto para las emisiones de estos tres gases.

Figura 23: Evolución de las emisiones de GEI's (CO₂, N₂O y CH₄) producidas en el País Vasco



Fuente: IHOBE.

Tabla 10: Evolución de las emisiones de GEI's (CO₂, N₂O y CH₄) producidas en el País Vasco

GEI's	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
	Miles de Ton. CO ₂ equivalente										
CO ₂	12.479	13.280	13.862	13.305	13.219	13.163	11.870	10.843	12.384	14.414	15.819
CH ₄	1.679	1.735	1.880	1.824	1.855	1.891	1.729	1.773	1.905	1.935	2.056
N ₂ O	669	668	689	682	674	704	728	713	697	704	706
Total	14.827	15.683	16.432	15.811	15.748	15.758	14.326	13.329	14.986	17.053	18.582

Fuente: IHOBE.

Acciones emprendidas

Las **fuentes principales de CO₂** son los procesos de combustión (tanto estacionaria como móvil) y los procesos industriales (manufactura de productos minerales y la reducción del mineral de hierro, este último ha contribuido a las emisiones del País Vasco en los años de funcionamiento de Altos Hornos de Vizcaya).

Las **principales fuentes de CH₄** del País Vasco, son los vertederos de residuos sólidos urbanos y la agricultura, donde los procesos de fermentación entérica y el manejo del estiércol de forma anaerobia, contribuyen significativamente a las emisiones de CH₄.

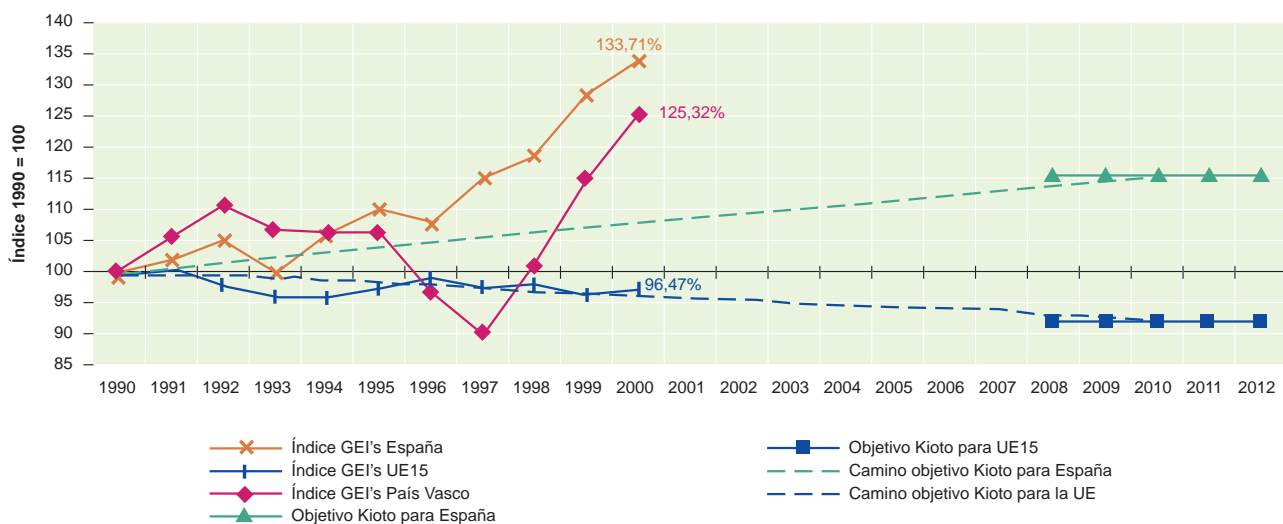
Las **principales fuentes del País Vasco de N₂O** son la agricultura (principalmente al uso de fer-

tilizantes en suelos agrícolas) y la industria química (generalmente debidas a la producción de ácido nítrico). En Europa las emisiones de N₂O de estas dos fuentes, representaron en el año 2000 el 79% de las emisiones totales de N₂O, y el 7% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero.

Evolución de los GEI's con respecto al año base

Tomando como base el año 1990, la evolución anual de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O) producidas en el País Vasco comparándolas con las de la Unión Europea y España, es la que se muestra en la gráfica siguiente.

Figura 24: Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas en el País Vasco, en España y en la Unión Europea con relación a los objetivos de Kyoto para España y la Unión Europea

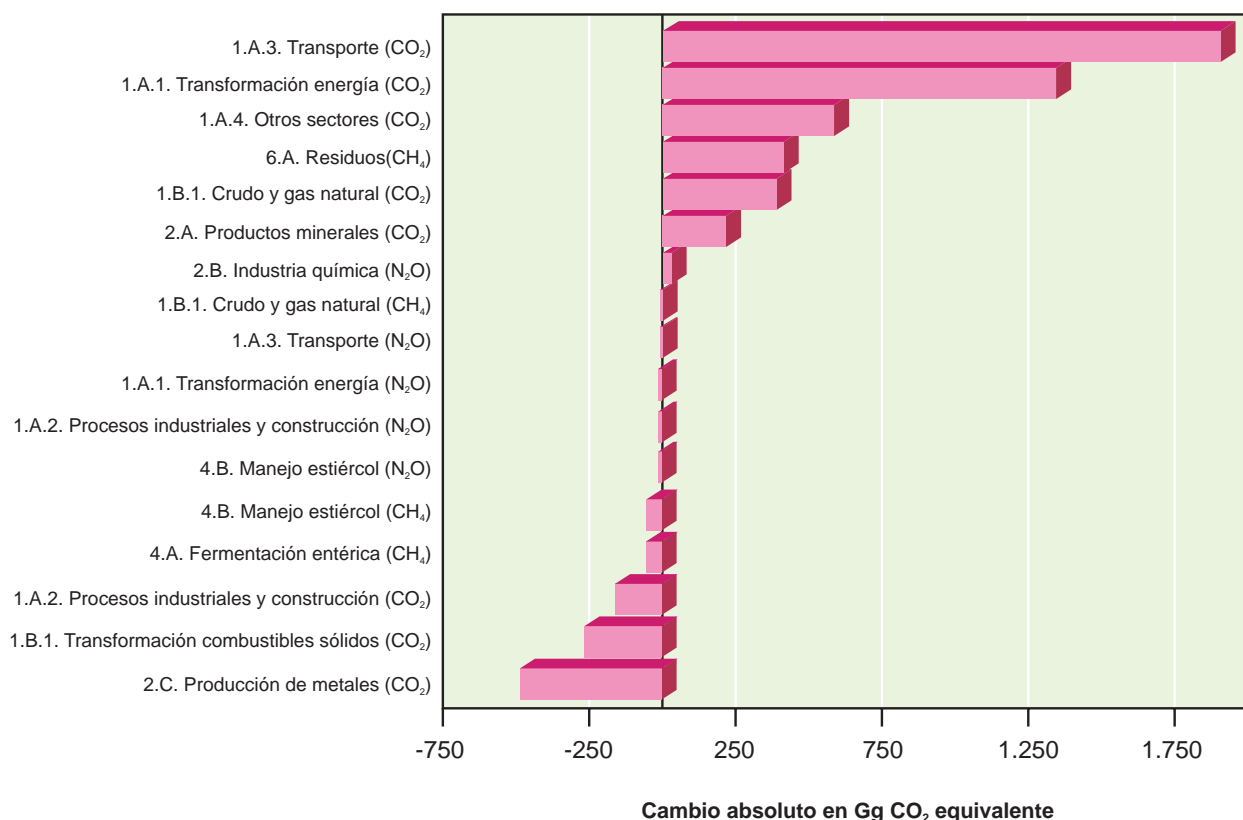


Fuente: IHOBE.

Los grupos de actividad definidos en la metodología del IPCC que más han condicionado este incremento del nivel de emisiones del año 2000 respec-

to al año 1990 en el País Vasco, son las que se muestran a continuación.

Figura 25: Variación absoluta de las emisiones de GEI's del año 2000 en la CAPV respecto a sus niveles de emisión de 1990



Fuente: IHOBE.

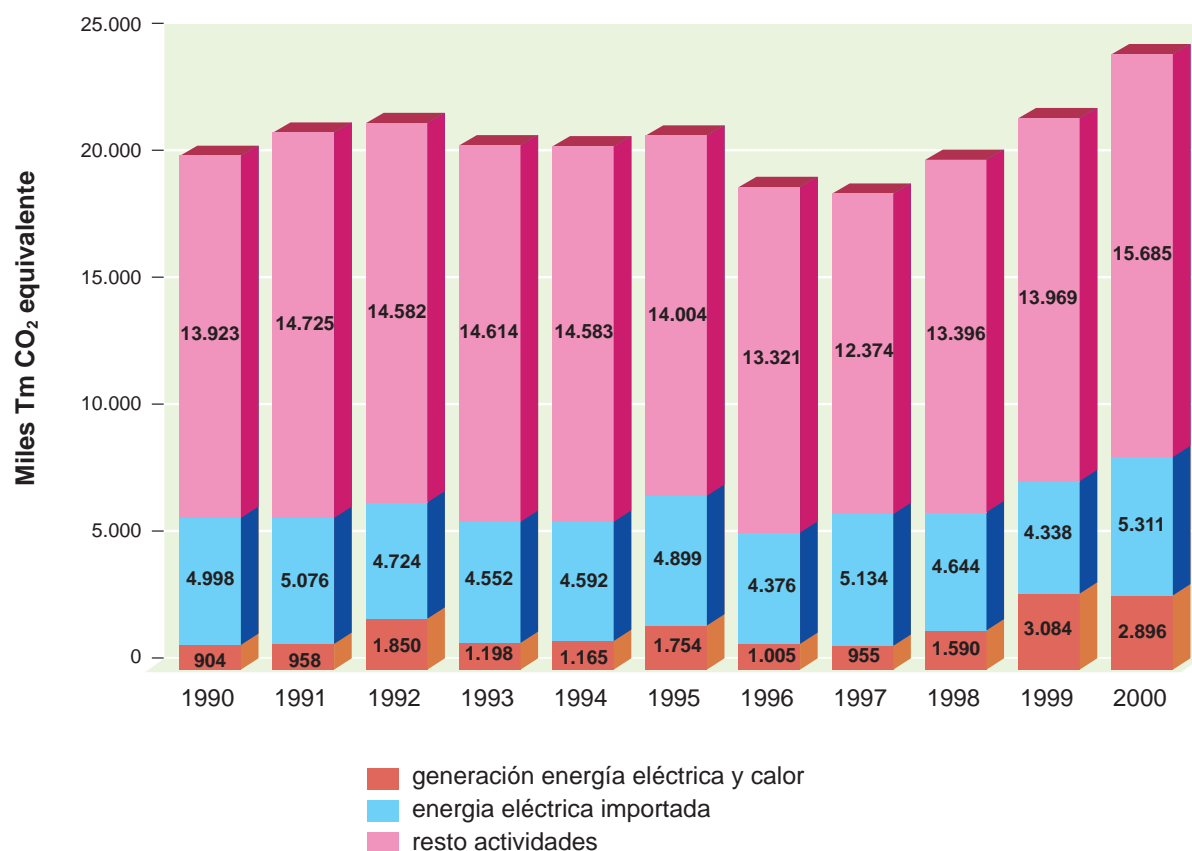
Evolución de las emisiones de GEI's considerando las asociadas a la Energía Eléctrica Importada

Las emisiones estimadas para los procesos de combustión que tienen lugar en el País Vasco, no están teniendo en cuenta los procesos de combustión para la generación de la energía eléctrica que se importa, energía que para su transforma-

ción ha requerido (al menos en parte) el consumo de combustibles fósiles y, consecuentemente, ha generado emisiones de gases de efecto invernadero en su lugar de origen. La cantidad total de GEI's atribuibles a la actividad socioeconómica de la Comunidad Autónoma del País Vasco ascendió por lo tanto a 24 millones de toneladas/año en el año 2000.

Acciones emprendidas

Figura 26: Evolución de las emisiones de GEI's en el País Vasco considerando las emisiones debidas a la energía eléctrica importada



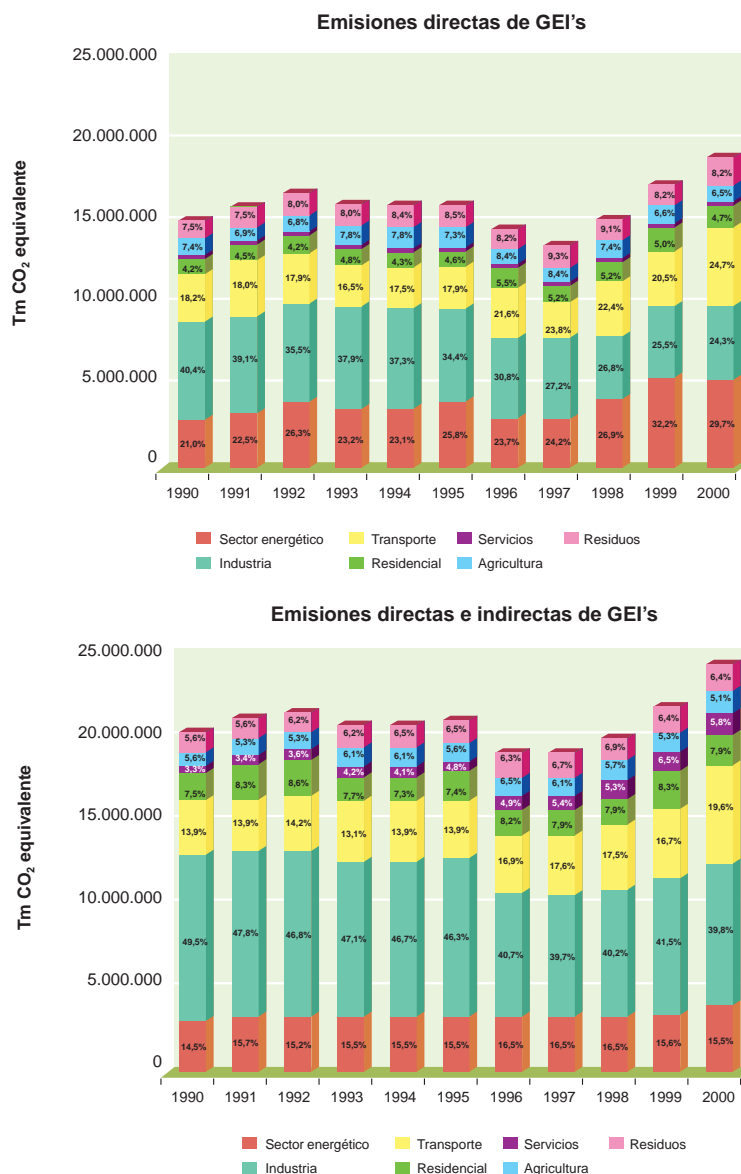
Fuente: IHOBE.

Nota: El descenso observado en los años 1996 y 1997 se corresponde con el cese de la actividad de Altos Hornos de Vizcaya.

Hasta ahora la clasificación sectorial de actividades se ha presentado de acuerdo con el esquema del IPCC. Si las emisiones de los procesos de combustión se distribuyen en las actividades en las que

tienen lugar y no en el sector energético, se observa la incidencia de cada una de las actividades sobre el total de las emisiones.

Figura 27: Emisiones directas (distribuidas en las actividades en las que tienen lugar) producidas en el País Vasco y emisiones directas e indirectas (incluida la energía eléctrica importada) en el País Vasco



Nota: En las emisiones del sector energético se han incluido las emisiones de las refinерías, y las pérdidas de transporte y distribución tanto de combustibles fósiles como de energía eléctrica.

En las gráficas se aprecia que el aumento de emisiones en la generación de energía eléctrica se debe a la demanda creciente de energía eléctrica de la industria, de servicios y del sector residencial.

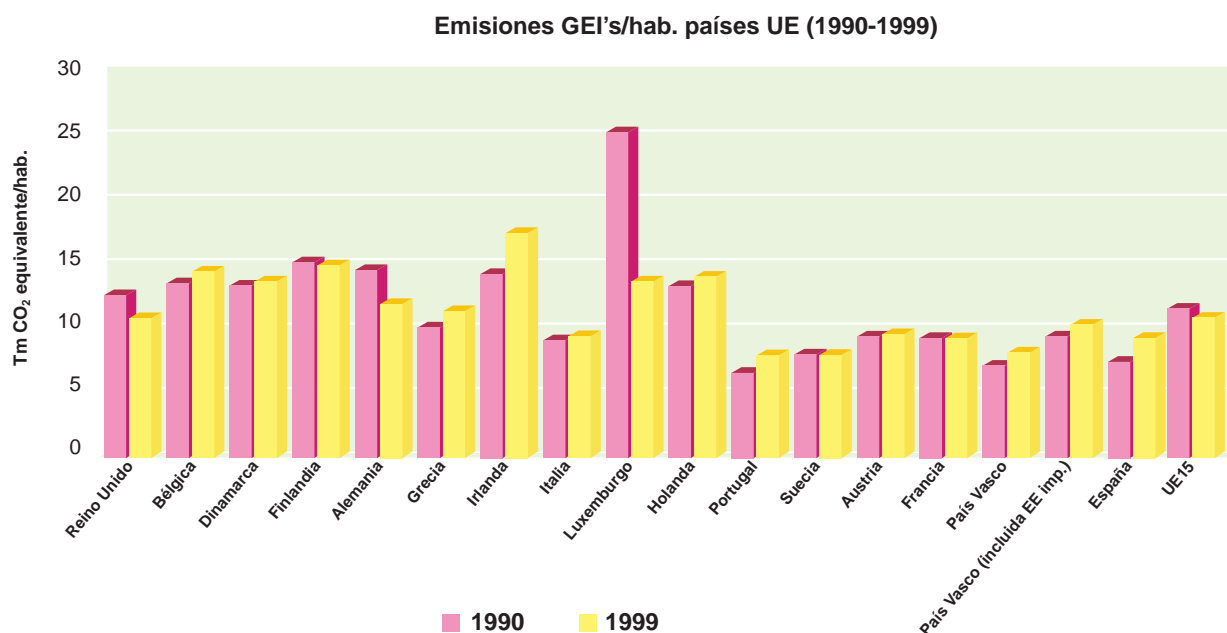
En el siguiente gráfico se presenta una comparación de las emisiones de GEI's por habitante expresadas en Tm CO₂ equivalente per capita en el País Vasco y en otros países. Con objeto de que fueran comparables, sólo se han incluido las emisiones de CO₂, CH₄, y N₂O de los países.

Se observa que las emisiones per capita del País Vasco son una de las menores de toda la Comunidad Europea, pero este hecho es debido en gran medida, a que el País Vasco es un gran consumidor de energía eléctrica importada.

Si contabilizamos las emisiones de esta energía eléctrica importada las emisiones per cápita de la CAPV se sitúan próximas a la media de la Unión Europea.

Acciones emprendidas

Figura 28: Emisiones per capita en 1990 y 1999 de GEI's



Nota: Las emisiones de ambos años se han dividido por el número de habitantes de 1996.

5.5. En el ámbito local europeo

Casi toda la existencia de la mayor parte de los seres humanos en los países desarrollados se ubica en las ciudades, por lo que gran parte de la respuesta a la amenaza del Cambio Climático ha de estar canalizada a través de acciones que se diseñen y promuevan en el ámbito municipal, aunque a nivel práctico interaccionen con iniciativas de otros ámbitos geográficos y competenciales.

Por otro lado, muchas de las actividades de protección del clima a nivel local se dan en el ámbito del ahorro energético. El origen de esta respuesta es en el fondo económico y data de las crisis energéticas de los años 70 y 80. Se desarrollaron conceptos como el ahorro de energía e incluso la reducción de la demanda, sin duda uno de los grandes caballos de batalla en esta cuestión.

Los actuales programas de reducción de emisión de CO₂ se basan en esos conceptos tradicionales de ahorro de energía.

En los casos en que el consistorio actúa como un consumidor:

- Mejorando la eficiencia energética de edificios públicos, a través de la mejora del aislamiento e instalando avanzados sistemas de climatización y control

- Ahorrando energía, con la optimización de la iluminación callejera y sustituyendo las bombillas de incandescencia por unidades de bajo consumo en edificios públicos.
- Cambiando las costumbres de consumo mediante incentivos (Hannover estimuló el ahorro energético en los colegios poniendo a disposición de los mismos el 30% de los beneficios obtenidos).

Un área clave de la acción municipal es el suministro de energía, normalmente gestionado en cooperación con otros ayuntamientos o autoridades. El balance de CO₂ emitido se mejora:

- Expandiendo el suministro a través de gas natural, más eficiente que el carbón o los gasóleos.
- Introduciendo sistemas de cogeneración
- Incrementando el uso de fuentes renovables: solar térmica y fotovoltaica, eólica, biomasa, biogás, etc.

Aunque es más complicado, la acción municipal debiera promover el cambio de patrones de compra y consumo de los ciudadanos y sector privado:

- Distribuyendo información sobre cuestiones relacionadas con el clima y las actividades cotidianas
- Asesorando u orientando sobre energía y consumo sostenible en centros de información locales
- Apoyando económicamente inversiones privadas.

Cambio Climático

En cualquier caso la Política Climática Local debe ir más allá de los aspectos de producción y consumo de energía para influenciar en otras áreas de la acción municipal.

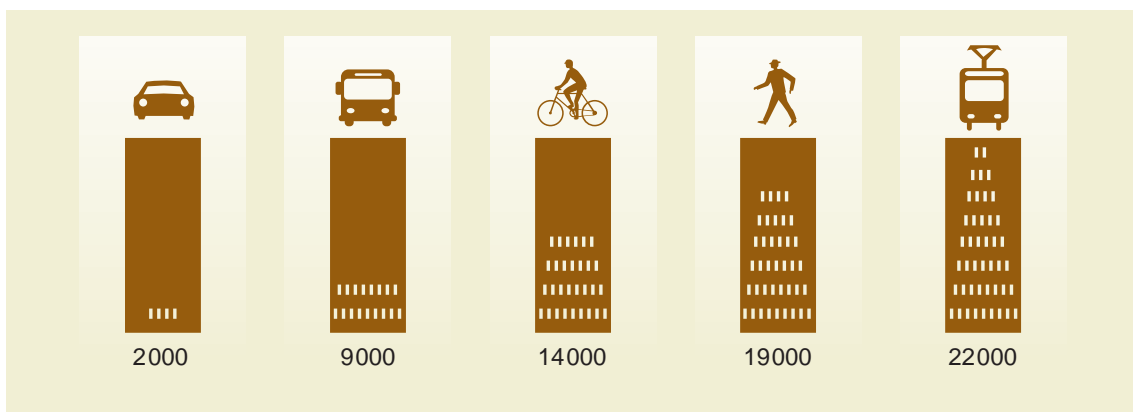
En este sentido, una cuestión importante a nivel local es la gestión de los residuos urbanos. Lograr mayores ratios de reutilización, reciclaje, y compostaje de residuos irán en detrimento de las emisiones, primero porque serán precisos menos energía y recursos para la fabricación de bienes y segundo, porque esos procedimientos de gestión de residuos son los que menos impacto generan.

Pero sin duda el tema clave lo constituye la política de transportes diseñada en las ciudades. Esta política debe necesariamente conjugarse con una ordenación equilibrada del territorio para lograr el di-

seño y construcción de "ciudades compactas" con mezcla de funciones que minimicen el uso de transporte. Algunas ideas en este capítulo conllevan:

- reducir necesidades de transporte innecesarias a través de una buena gestión urbanística
- trasladar los flujos de movilidad mediante transporte privado al uso de la bicicleta, transporte público y el traslado a pie o combinación de éstos.
- promover vehículos de baja emisión
- modificar los hábitos de conducción de cara a reducir el consumo por vehículo
- mejorar la gestión del tráfico para evitar los atascos y con ello las ingentes cantidades de combustible y tiempo perdidos.
- promover la construcción bioclimática.

Figura 29: Nº de personas que circulan cada hora en un espacio de 3,5 m de ancho en el medio urbano



Fuente: Botma & Papendrecht, Traffic Operation of Bicycle Traffic, TU-Delft, 1991.

Es importante señalar que miles de autoridades locales en todo el mundo, más de mil seiscientas en Europa, están involucradas en el diseño e implantación de las denominadas Agendas Locales 21.

Estos procesos de Agenda Local 21 se concretan en los planes de acción, que son un conjunto de actuaciones a desarrollar por el Ayuntamiento y que se agrupan en función de los distintos objetivos propuestos para corregir los principales problemas de cada municipio.

La mayor parte de estos municipios que ya tienen diseñado y están ejecutando su "Plan de Acción Local", incluyen entre sus objetivos estratégicos la

reducción de las emisiones atmosféricas asociada a su vez a objetivos de optimización y reducción de consumo energético y potenciación de un transporte más sostenible.

Los avances o contribución de los municipios a la lucha contra el cambio climático se pueden medir a través de los indicadores de sostenibilidad local que se calculan para cada municipio periódicamente. Indicadores como el de emisiones de CO₂, consumos energéticos municipales o los relacionados al transporte y movilidad nos permitirán comprobar y calcular la contribución de los Ayuntamientos al cambio climático.

Acciones emprendidas

Las acciones emprendidas contra el Cambio Climático tendrán además implicaciones positivas en otros aspectos como la disminución de los niveles de NOx, ozono y polvo, y con ello los gastos en salud pública, menor ruido y mayor seguridad vial, y ahorros económicos derivados de las inversiones en eficiencia energética.

5.6. En la energía, la industria y el transporte en la U.E.

Teniendo en cuenta que el factor determinante del cambio climático son las actividades relacionadas con la generación, transformación y utilización de la energía, son estos procesos los que prioritariamente deben ser atendidos.

Tanto en el sector de generación y distribución de energía como en el ámbito de los usuarios el ahorro, la eficiencia y el cambio en las fuentes energéticas se constituyen en claves para mitigar el Cambio Climático.

Generación y distribución de energía

Sin duda alguna la mejor fuente de energía es aquella que no se usa. El ahorro y la eficiencia energética, es una asignatura frecuentemente pendiente en muchos países de la U.E., pero cuyo potencial, como se ha demostrado, deja pocas dudas acerca de su trascendencia en todas las áreas socioeconómicas.

Por ejemplo, sólo en el sector doméstico y terciario se podrían acometer actuaciones en los siguientes aspectos:

- En la UE en el año 2000 los edificios residenciales y del sector terciario fueron responsables del 41 % de la demanda energética de la Unión Europea. Se estima que el potencial de ahorro para 2010 en este apartado es del 22 %, poniendo en práctica medidas ya disponibles en los sistemas de calefacción, aire acondicionado, iluminación así como en la construcción de edificios.
- La iluminación llega a consumir el 14 % de la energía en el sector terciario. Se puede ahorrar hasta el 50 % si se usan los elementos de iluminación y control más modernos.
- La aplicación de diseño en los edificios que aproveche pasiva y activamente la luz solar y la refrigeración natural pueden lograr una reducción de la demanda de energía de un 60 %

En cuanto a la contribución de las fuentes de energía renovables al balance energético mundial hay que resaltar que sigue siendo modesta respecto al potencial técnico disponible. Los progresos realizados en el sector de las energías renovables se han visto absorbidos por el aumento del consumo. La Unión Europea presenta una cuota renovable del 6 % del consumo global a pesar de un crecimiento anual continuo del sector del 3 % y de crecimientos espectaculares, como el registrado por el sector eólico.

Es necesario apuntar que si no se hace nada, de aquí a 20 o 30 años la Unión cubrirá sus necesidades energéticas en un 70 % con productos importados, frente al 50 % actual. La dependencia se refleja en todos los sectores de la economía. Así, los transportes, el sector doméstico y la electricidad dependen en gran medida de los hidrocarburos y están a merced de las variaciones erráticas de los precios internacionales.

Si la Unión Europea no logra atender una parte perceptiblemente mayor de su demanda energética con fuentes de energía renovables durante la próxima década, habrá perdido una oportunidad de desarrollo al tiempo que le resultará cada vez más difícil cumplir sus compromisos, tanto a nivel europeo como internacional, en materia de protección del Medio Ambiente. El objetivo es alcanzar, para el año 2010, un 12% de consumo de electricidad a partir de fuentes renovables.

No obstante, las tendencias actuales muestran que en los últimos años se han logrado reducir los costes rápidamente y muchas fuentes de energía renovables, en condiciones adecuadas, han alcanzado o se están acercando a la viabilidad económica.

Estamos asistiendo a los primeros signos de aplicación a gran escala de energía eólica y colectores térmicos solares. Algunas tecnologías, en especial las de los biocombustibles y las minicentrales hidráulicas y eólicas, son actualmente competitivas y económicamente viables, especialmente comparadas con otras aplicaciones no centralizadas.

El desarrollo de fuentes energéticas renovables puede contribuir activamente a la creación de empleo sobre todo en las pequeñas y medianas empresas, y llegar a ser una característica clave del desarrollo regional con el objetivo de lograr mayor cohesión social y económica.

Tabla 11: Contribuciones previstas para el año 2010 por cada una de las fuentes renovables

TIPO DE ENERGÍA	PARTE DEL MERCADO EN LA UE EN 1995	PARTE DEL MERCADO PREVISTA EN 2010
1. Eólica	2,5 GW	40 GW
2. Hidroeléctrica	92 GW	105 GW
2.1. Grandes centrales	(82,5 GW)	(91 GW)
2.2. Pequeñas centrales	(9,5 GW)	(14 GW)
3. Fotovoltaica	0,03 GW _p	3 GW _p
4. Biomasa	44,8 Mtep	135 Mtep
5. Geotérmica		
5.a Electricidad	0,5 GW	1 GW
5.b Calor (incl. Bombas de calor)	1,3 GW _{th}	5 GW _{th}
6. Colectores térmicos solares	6,5 Millones m ²	100 Millones m ²
7. Solar pasiva		35 Mtep
8. Otras		1 GW

Fuente: Unión Europea.

En cuanto a la generación de energía a partir de combustibles fósiles se propone un cambio desde los sólidos y líquidos hacia los gaseosos (metano, hidrógeno, etc.).

El gas natural es el combustible fósil más limpio. Se compone principalmente de metano (CH₄). La combustión del gas natural prácticamente no origina emisiones atmosféricas de dióxido de azufre, y una cantidad sustancialmente menor de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y dióxido de carbono que el resto de combustibles fósiles. Concretamente, por cada metro cúbico de gas natural se generan 2,1 kg de CO₂ por 2,8 kg en el caso de petróleo y 3,7 kg para el carbón. En términos porcentuales supone una ganancia del 20-30% respecto al petróleo y del 40-45% respecto al carbón.

El mayor potencial en el uso del gas natural se encuentra en la generación simultánea de electricidad y calor mediante un ciclo combinado.

Las centrales de ciclo combinado aprovechan los gases generados en la combustión para mover los alabes de la turbina, lo que produce electricidad. Estos gases salen de la turbina de gas a temperaturas muy elevadas (alrededor de 600° C), lo que permite aprovechar su energía térmica y generar vapor, que a su vez acciona otra turbina y vuelve a generar electricidad. De esta forma, el mismo combustible, es decir el gas natural, ha servido para obtener electricidad en dos fases o ciclos. Este tipo de centrales eléctricas consume un 35 por ciento menos de combustible que las convencionales de fuel o de carbón, en las que se genera electricidad simplemente a través del vapor obtenido al calentar el agua. Esta explicación, traducida en términos de eficiencia energética, supone 20 puntos de incremento de rendimiento, lo que las hace sumamente atractivas. Esta es la causa de la que Unión Europea plantee doblar la producción de electricidad mediante este procedimiento para el año 2010, pasando del 9% actual al 18%.

Acciones emprendidas

Tabla 12: Potencial de reducción de GEI en los diferentes sectores con políticas y medidas económicamente asumibles en la U.E.

Coste marginal 20€/TCO2 equivalente	Emisiones 1990 o 1995 en Mt CO2 equivalente	Diferencia entre las emisiones de 1990 y las estimaciones para 2010 con las actuales políticas	Potencial de reducción económicamente viable para el 2010 con la aplicación del PECC ¹
Sector energético	1422	-6%	-13%
Industria	757	-9%	-12%
Transporte	753	31%	-4%
Doméstico	447	0%	-6%
Servicios	176	14%	-15%
Agricultura	417	-5%	-4%
Residuos	166	-18%	-13%
Total	4138	1%	-9%

Fuente: Unión Europea.

Industria

El Programa Europeo para el Cambio Climático propone centrar la atención además de la generación y transformación de energía en aquellos sectores industriales que la utilizan de forma intensiva: siderurgia y metalurgia tanto férrea como no férrea, elaboración de materiales de construcción, sector papeler y químico, que suponen los dos tercios del consumo energético de todo el sector industrial.

Hay que tener en cuenta que la eficiencia energética en los procesos básicos de los sectores prioritarios apuntados es muchas veces difícil de mejorar pues la industria percibe la energía como un factor de alto coste, habiendo realizado ya muchas acciones en este sentido, sobre todo en los países desarrollados. Además, muchas de las mejoras posibles están ligadas a inversiones en nuevas plantas.

No hay que olvidar sin embargo a las pequeñas y medianas empresas, que aunque en general son menos intensivas en el uso de la energía, pueden progresar y lograr interesantes resultados a través de una gestión energética eficaz.

Como se muestra en la Tabla 12, dentro de la coyuntura actual se llegaría en el 2010 a una reducción del 9% respecto a la emisiones de 1990. Se prevé que se pueda alcanzar el 12% en Europa

con medidas adicionales tecnológica y económicamente viables.

Para lograr estos objetivos, no sólo son determinantes iniciativas políticas o fiscales como impuestos al consumo de energía, permisos de emisión, o mercados de emisiones. Es preceptiva la realización de auditorías energéticas y procedimientos de gestión energética que están ya siendo realizados por muchas empresas y estimulados por algunas administraciones mediante la concesión de ayudas directas o servicios subvencionados.

La integración de la cuestión energética en los Sistemas de Gestión Ambiental EMAS o ISO 14001 es un aspecto asimismo crucial, especialmente en el ámbito de la pequeña y mediana empresa.

Son también destacables los Acuerdos a Largo Plazo entre los propios sectores energéticamente intensivos y de éstos con la Administración.

La implementación de la Directiva sobre el Control Integrado de la Contaminación (IPPC) además de contribuir al último punto, está acelerando la aplicación de las mejoras tecnologías disponibles. En su artículo 3 establece además la obligación del uso eficiente de la energía en las organizaciones industriales y plantas de combustión.

¹ Programa europeo del Cambio Climático.

Una consideración especial merece la progresiva aplicación de herramientas como el Análisis del Ciclo de Vida o la Política Integrada de Producto que llevan a la consecución de procesos de fabricación más eficientes y a la consideración ambiental de los bienes y servicios durante toda su existencia.

La producción limpia, los mecanismos de desarrollo limpio, y transferencia de tecnología, se suman al repertorio de respuestas desde la industria. La generación de nuevas tecnologías y productos cada vez más respetuosos con el Medio Ambiente es probablemente una de las más efectivas contra el Cambio Climático y un elemento capital para materializar el ansiado Desarrollo Sostenible.

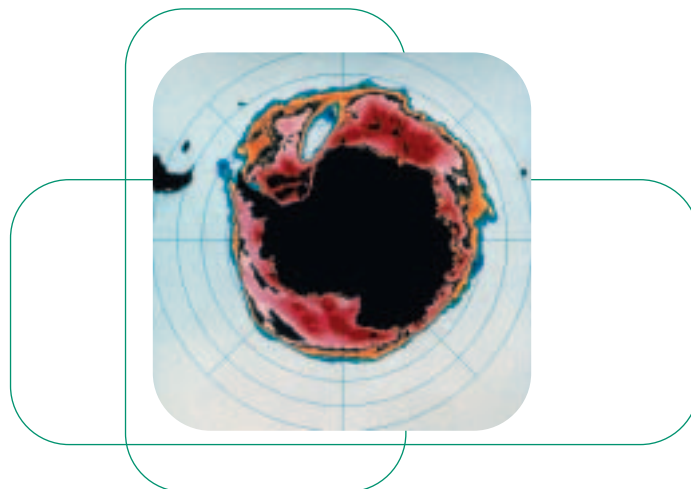
Transporte

Durante las últimas décadas el tráfico de pasajeros y mercancías ha crecido a tasas inéditas. El fuerte crecimiento de la movilidad, incluso superior al crecimiento de la economía, y la hegemonía de la carretera –siendo el modo de transporte más insostenible– han contribuido en gran medida a incrementar los efectos negativos derivados del actual sistema de transporte. Los severos impactos ocasionados sobre el medio ambiente, el bienestar social y la economía han motivado la reacción de la comunidad internacional. La Unión Europea, OCDE y ONU entre otros señalan de manera unánime la necesidad de implementar medidas que respondan a un enfoque más sostenible actualmente no recogido en las políticas de transporte a nivel estatal.

Se prevé que durante el período 1990-2010 la demanda de transporte en la Unión Europea llegue a







duplicarse si se mantienen las tendencias de los últimos años, siendo el principal impulsor de este crecimiento el transporte por carretera. Los datos recogidos durante el período 1990-1998 muestran un importante crecimiento del transporte por carretera en la Unión Europea, siendo su cuota de participación en los desplazamientos de viajeros del 79% y en los de mercancías del 45%. Igualmente, se estima que el fenómeno de la congestión afecta ya al 10% de las carreteras de la Unión Europea (un 50% cubren distancias menores de 5 km), por lo que a la luz de los datos la conclusión resulta inequívoca: el modelo de transporte actual, caracterizado por su creciente demanda de movilidad y el fuerte peso de la carretera sobre el resto de modos de transporte, muestra una clara tendencia hacia la insostenibilidad.


El transporte aéreo y transporte por carretera son los dos modos de transporte cuyas emisiones por kilómetro estimadas son mayores. Si tenemos en cuenta que entre 1990 y 1998 el consumo de energía del sector transporte en la Unión Europea creció un 18%, llegando a utilizar el 34% de la energía consumida por toda la economía, y que la carretera, en relación a la energía utilizada por el transporte, fue responsable del consumo del 73% de energía y del 80% de la energía de origen petrolífero, llegamos a la conclusión que el actual modelo de transporte, cuyo reparto modal es cada vez más favorable a la carretera, ofrece amplias vías de mejora en lo que al consumo de energía se refiere. Un ejemplo lo constituyen los acuerdos entre la Unión Europea y los fabricantes de automóviles para reducir el consumo de combustibles y disminuir las emisiones de CO₂ en un 25%.



Acciones emprendidas

Figura 30: Comparación de los distintos medios de transporte desde el punto de vista ecológico con el coche Base = 100 (Coche individual sin catalizador).

						
Consumo de espacio	100	100	10	8	1	6
Consumo de energía primaria	100	100	30	0	405	34
CO ₂	100	100	29	0	420	30
Monóxidos de nitrógeno	100	15	9	0	290	4
Hidrocarburos	100	15	8	0	140	2
CO	100	15	2	0	93	1
Contaminación atmosférica total	100	15	9	0	250	3
Riesgo inducido de accidente	100	100	9	2	12	3

 = **coche con catalizador**. Hay que recordar que la técnica del catalizador sólo es eficaz cuando el motor está caliente. En distancias cortas en ciudad no se puede contar con un verdadero efecto benéfico anticontaminación.

Fuente: Informe UPI, Heidelberg, 1989, citado por el Ministerio alemán de Transportes.

El transporte se convierte en sector prioritario para la acción contra el cambio climático. Los objetivos principales para mejorar el sistema de transportes y la ordenación del territorio son los siguientes:

- Desvincular de forma significativa el crecimiento del transporte del crecimiento del PIB con el objeto de reducir la congestión y otras externalidades del transporte
- Transferir transporte por carretera al ferrocarril, al transporte navegable y al transporte público de pasajeros
- Fomentar un desarrollo regional más equilibrado

Sin embargo, redirigir el crecimiento económico y la demanda social de movilidad a sus límites ambientales requiere una visión integrada que combine:

- Una concienciación ciudadana, empresarial e institucional de la necesidad de cambiar los comportamientos con respecto al transporte y al modo de vida (demanda de transporte, ordenación territorial, etc.)
- Centrarse en la accesibilidad, la intermodalidad y la gestión de la demanda para la satisfacción eficiente de la necesidad de transporte.
- Una política de precios que incorpore los costes reales del transporte con el fin de influir en el consumo de servicios de transporte y alentar los transportes más respetuosos con el medio ambiente.

- La introducción de mejoras tecnológicas que aumente la eficiencia del transporte reduciendo los impactos ambientales y mejorando la seguridad.

5.7. La innovación científica y tecnológica

A pesar de que la eficiencia energética de los coches es más del doble de la que tenían hace 30 años, el hecho de que nos sigamos moviendo con combustibles fósiles, el aumento vertiginoso en número de unidades y de la intensidad de utilización ha neutralizado por el momento los efectos positivos de ese perfeccionamiento técnico.

A corto plazo será necesario por lo tanto continuar trabajando en:

- a) La eficiencia de los motores convencionales actuales.
- b) Tecnologías de reducción de emisiones de N₂O,
- c) Desulfuración de combustibles diesel.
- d) Uso de combustibles provenientes de biomasa.
- e) Mayor eficiencia aerodinámica. En los años 80 un coeficiente de penetración de 0,30 era excepcional. Hoy en día cualquier valor que supere ese registro es regular.
- f) Utilización de hidrógeno como combustible en motores tradicionales modificados.
- g) Profusión de vehículos híbridos que combinan dos fuentes de energía, baterías recargables con

dispositivos de recuperación de energía junto con motores convencionales.

h) Masificación de los vehículos dotados de células de combustible

El ferrocarril supone el 2 % del consumo de energía. La mejora de la eficacia y el uso de este modo de transporte supone la gran apuesta de la política de transportes de los próximos años, si bien será necesario la introducción de una serie de mejoras.

Hay ya ejemplos próximos como el tren que unirá Hamburgo y Berlín a 400 kilómetros por hora en el 2004. Con un 30% menos de consumo de energía que los actuales trenes de alta velocidad, los niveles de seguridad son 250 veces más elevados que los del ferrocarril clásico.

El tráfico aéreo es el responsable del 13 % del gasto energético en el transporte. En los últimos 30

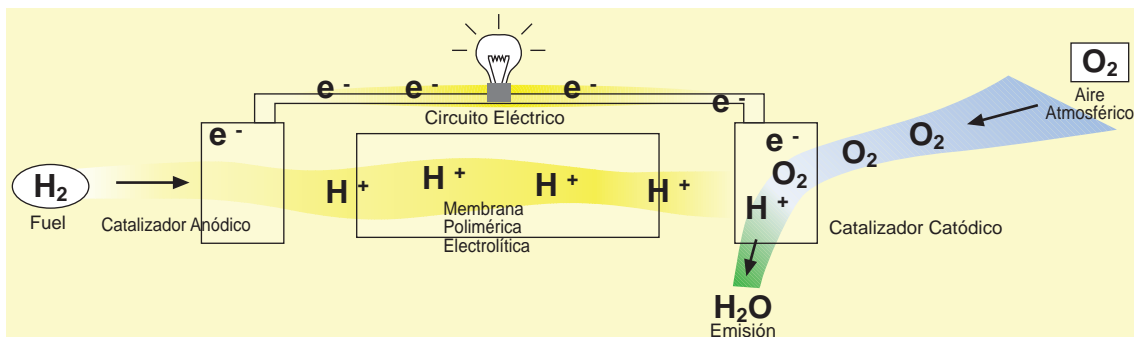
años la energía necesaria para transportar a un pasajero en una milla se ha reducido a la mitad. Por otro lado en los últimos 10 años el tráfico ha aumentado un 50 %.

La presión del mercado, principalmente en el campo de las turbinas de gas aeronáuticas para usos civiles, va encaminada hacia motores menos caros, más eficientes y menos perjudiciales para el medio ambiente y la mejora de la eficiencia aerodinámica aplicada a superficies de avión, en especial a las alas.

La célula de combustible y el hidrógeno

La célula de combustible usa el hidrógeno como fuente de energía para generar electricidad mediante un simple proceso electroquímico. Los únicos productos de la reacción son oxígeno respirable, agua pura y algo de calor.

Figura 31: Esquema de generación de hidrógeno



Las células de combustible pueden funcionar con cualquier fuente de hidrógeno incluyendo hidrocarburos como el gas natural, el metanol o la gasolina. Estos combustibles no renovables serán seguramente los primeros utilizados como fuente de hidrógeno.

El proceso de generación de H_2 no es completamente limpio. Sin embargo una célula de combustible movida a través de hidrocarburos genera la mitad de gases de efecto invernadero comparando este proceso con la quema de esos hidrocarburos en motores de combustión interna.

Además de la generación de energía para el transporte y los edificios, las células de combustible están siendo adaptadas para otros usos. Ya existen prototipos de teléfono móvil accionado a través de una

pila de combustible de metanol. Su duración es diez veces mayor que una batería convencional recargable.

Asimismo se están experimentando estos dispositivos en aspiradoras y todo tipo de minielectrodomésticos.

La superconductividad

La superconductividad es una propiedad de algunos compuestos que no oponen resistencia alguna al paso de corriente ya que los electrones se desplazan sin colisiones y en zigzag a través de los cristales del átomo, es decir materiales con resistencia nula con los cuales se puede ahorrar la energía que se disipa en forma de calor en los otros conductores, debido a la colisión de los electrones entre sí y con los átomos del material. Además de

Acciones emprendidas

lo anterior tienen otra característica muy importante que consiste en que expulsan de su interior los campos magnéticos mientras estos no sobrepasen un valor límite.

Los sistemas eléctricos de potencia podrían ser grandes beneficiarios de la superconductividad. Los sistemas de potencia abarcan todos los sistemas utilizados para producir y distribuir electricidad. Desde los generadores en las centrales eléctricas hasta los consumidores individuales, pasando por la red de distribución, los materiales superconductores podrían ahorrar mucha energía y dinero frente a los sistemas convencionales.

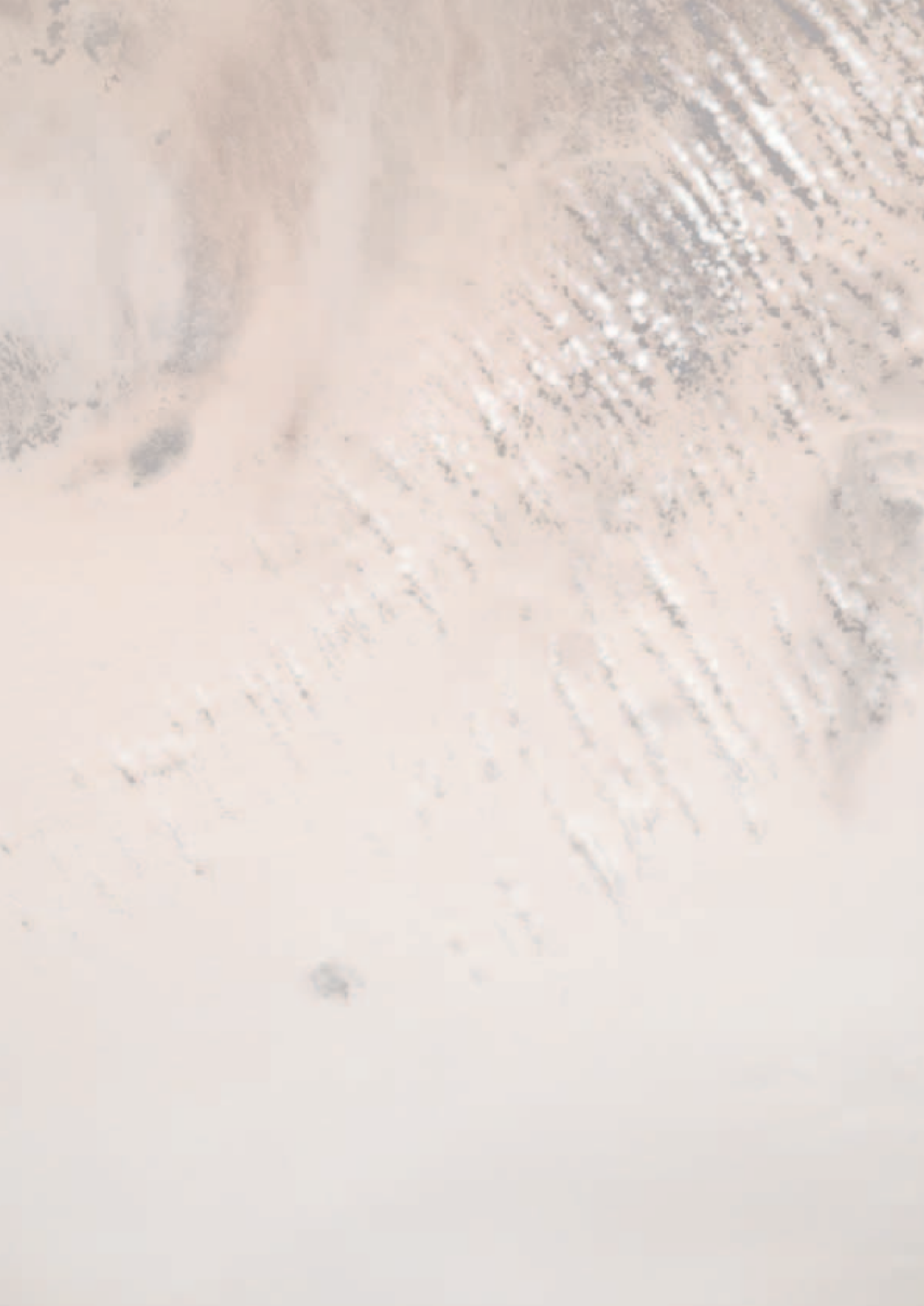
Centrales eólicas off-shore

Se instalan en alta mar, proporcionando los máximos rendimientos posibles a este tipo de energía, evitando a la vez los impactos visuales en los paisajes terrestres.

Alemania, Reino Unido, Dinamarca, etc. ya están llevando a cabo los primeros proyectos. Se usan turbinas de 2MW de potencia nominal colocadas a 90 m. sobre el nivel del mar.

En el año 2020 se esperan que estén instalados en Europa 150 Gigawatios de energía eólica, de los cuales 50 deberían provenir de instalaciones en alta mar.







6

¿Qué puedes hacer tú?

6.1. En casa

A nivel particular también se cumple que la buena gestión de la energía es el factor más importante para minimizar nuestra influencia en el Cambio Climático.

De acuerdo con los datos del Ministerio de Economía, el consumo de energía en el sector doméstico asciende a casi 11 millones de toneladas equivalentes de petróleo (**tep**), para el conjunto del Estado. Expresado en términos de consumo medio por hogar, tenemos aproximadamente una tonelada equivalente de petróleo para un domicilio medio ocupado por tres personas, es decir, el equivalente a un litro diario de petróleo por persona.

Aunque el consumo de energía se mide en tep, en realidad el sector doméstico utiliza muchos tipos de combustibles diferentes, algunos procedentes del petróleo, pero otros no.

- La electricidad supone la tercera parte del consumo de energía en los hogares.
- Butano y propano (gases licuados del petróleo) suponen una quinta parte.
- Los combustibles sólidos incluyen carbones y leñas. Se utilizan casi exclusivamente para calefacción, y suponen una quinta parte del consumo total.
- El gas natural es el tipo de energía doméstica de más rápido crecimiento. Supone una sexta parte del consumo.
- El gasóleo C supone algo más del 10% del consumo. Se usa exclusivamente para calefacción y agua caliente.
- La energía solar térmica (paneles solares para producir agua caliente) supone un porcentaje muy pequeño del consumo total. No obstante, parece estar en rápido crecimiento, y desde luego es un tipo de energía ideal para ciertas aplicaciones en el sector doméstico.

En resumen, los hogares se abastecen en un 80-90% de energía fósil (carbones, derivados del petróleo y gas natural). La energía renovable procede de la electricidad generada en centrales hidráulicas, de la biomasa y de los paneles solares, tanto térmicos como fotovoltaicos, así como de las centrales eólicas.

Si observamos el consumo energético doméstico podemos hacer el siguiente reparto:

En el cuarto de baño

- 11% en agua caliente para la ducha y el lavabo

En la cocina

- 11% en agua caliente para el fregadero
- 8% en la cocina
- 5% en la lavadora
- 6% en el frigorífico

Por toda la casa:

- 46% en climatización (depende en buena parte del aislamiento de que disponga nuestra casa)
- 8% en iluminación
- 8% en otros electrodomésticos

En lo posible no se debería utilizar la función stand-by de los electrodomésticos. Esta funcionalidad puede suponer el 5% del consumo energético de la vivienda. Estos aparatos disponen del modo 'stand by', que les permite estar encendidos en un estado de reposo y accionarlos sólo con el mando a distancia, y que supone un gran consumo de energía. Una cadena Hi-Fi consume una media de 69kWh/año y un televisor 28kWh/año. Es necesario recordar que toda señal luminosa, por pequeña que sea, indica gasto de energía, por lo tanto, apagar totalmente el electrodoméstico es lo más recomendable.

CALEFACCIÓN

- Por cada grado de temperatura adicional, gastaremos un 7% más de energía y aumentaremos las emisiones en la misma proporción.
- Conviene colocar adecuadamente los termostatos, lejos de fuentes de calor y de corrientes de aire y revisarlos.
- Conviene aislar adecuadamente las tuberías. Esto evita hasta un 70 % de las pérdidas de calor.
- Si aislamos los techos y desvanes reduciremos en un 90% las pérdidas de calor por este motivo.

Fuente: IHOBE/CADEM: Guía FOCUS.

¿Qué puedes hacer tú?

6.2. En la calle

Una de las acciones más poderosas de que disponemos individualmente para luchar contra el cambio climático son los hábitos de compra. A la hora de realizar adquisiciones de productos o servicios si tenemos en cuenta la variable ambiental y en este caso el bajo consumo energético y/o emisiones de un producto (automóvil, lavadora, frigorífico, bombillas, etc.) fomentaremos la aparición en el mercado de productos cada vez más eficientes energéticamente y aceleraremos la introducción por parte de los fabricantes de criterios ecológicos en el diseño de los bienes de consumo.

Otro elemento destacable lo constituye la opción que se da en algunos países de comprar energía renovable. Para ello hay que disponer de un mercado regulado y de una oferta diversa de este

tipo de energía que la haga por un lado competitiva y por el otro accesible al mayor número de clientes.

En cuanto a la movilidad necesaria para acceder a los distintos servicios y necesidades es posible plantear como opción personal un uso de vivienda, escuelas, centro de trabajo y el comercio que minimice el uso del coche. Para ello se puede caminar o usar bicicletas en trayectos menores de 3 km (30 min. caminando ida y vuelta), usar el transporte público, utilizar las facilidades de tarjetas mensuales o bonos de ocasión para autobuses, trenes, etc., aparcar el coche considerando que existen otros usuarios de la vía pública, y otras muchas alternativas.

Si a pesar de todo se necesita usar el automóvil, se describen algunos consejos en la Tabla 13.

Tabla 13: Buenas prácticas con tu automóvil

BUENAS PRÁCTICAS CON TU AUTOMÓVIL	
1. Utilizar los medios de transporte más limpios La utilización del vehículo es a menudo demasiado sistemática. Hay que pensar en la utilización de otros medios de transporte para desplazarnos: metro, autobús, tren, bicicleta, avión (únicamente para más de 500 km).	6. Descargar el equipaje y desmontar la baca si no se necesitan Con 100 kg de peso de más en el coche se consume casi un litro extra de combustible cada 100 km.
2. Mantener el vehículo en perfectas condiciones El filtro del aire sucio, no llevar los neumáticos con la presión adecuada y el mal funcionamiento del encendido, de la carburación o de la inyección aumentan al mismo tiempo el consumo de combustible y las emisiones de contaminantes.	7. Compartir el vehículo La utilización conjunta para ir al trabajo, etc. disminuyen los viajes totales de vehículos, sobre todo en trayectos cortos.
3. Conducir suavemente Las aceleraciones y las frenadas bruscas aumentan notoriamente el consumo y las emisiones de contaminantes.	8. Respetar los límites de velocidad La circulación a gran velocidad aumenta notoriamente el consumo de combustible y las emisiones de contaminantes de los vehículos.
4. Calentar el motor circulando El motor se calienta más rápido circulando una vez encendido.	9. Utilizar el más limpio Si se dispone de más de un vehículo, utilizar el más bien equipado desde el punto de vista de prevención de la contaminación.
5. Parar el motor en paradas prolongadas (de más de 30 seg.) La no parada del motor implica un gasto innecesario de combustible.	10. Seguir los consejos del fabricante respecto al combustible a utilizar Los coches están diseñados mecánicamente para que usen unos determinados tipos de gasolina; la selección incorrecta del combustible puede comportar dañar algún componente del vehículo y aumentar las emisiones.

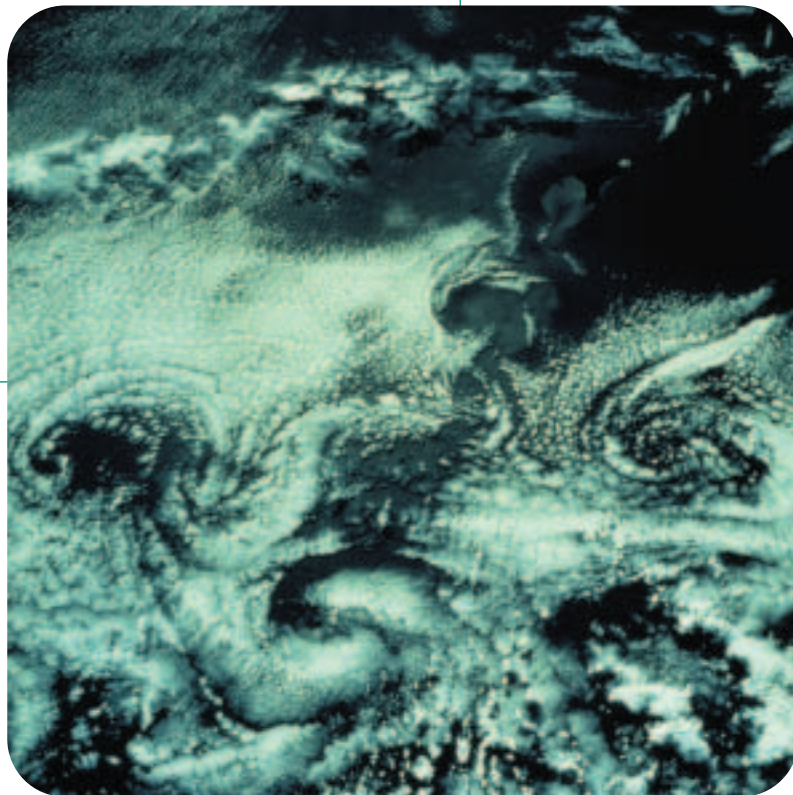
Cambio Climático

REFRIGERACIÓN, AIRE ACONDICIONADO Y AGUA CALIENTE:

- El frigorífico supone un 6% del gasto eléctrico. Evitar dejar la puerta abierta o abrirla innecesariamente. El gasto subirá un 5% por cada grado que baje la temperatura.
- Se debe mantener limpia la superficie de intercambio de calor de los aparatos. De lo contrario su consumo aumenta espectacularmente y se acorta su vida útil.
- Por cada 10° C menos de temperatura en el agua caliente podemos ahorrar un 15% de energía y reducir en la misma cantidad las emisiones en este apartado.
- Una temperatura adecuada de la temperatura del agua en calderas en general es 60°.

APARATOS ELÉCTRICOS E ILUMINACIÓN

- Usar la lavadora y el lavavajillas a plena carga, pues ambos suponen respectivamente el 5% y el 1% del gasto energético. Lavar los platos a mano con agua caliente resulta hasta un 60% más caro.
- Instalar bombillas de bajo consumo. Aunque son más caras e implican una mayor inversión se rentabilizan en sólo tres meses, porque consumen cinco veces menos y duran diez veces más. El recibo puede descender hasta 6 euros.





7

Conclusiones

- 1.** El Cambio Climático no es una amenaza futura, es un hecho. El crecimiento demográfico y el actual modelo socioeconómico originan una gran presión sobre la capacidad autorreguladora de la atmósfera lo que la está conduciendo a una situación próxima a sus límites, y según algunos científicos sobrepasándolos. Aún así hay voces escépticas que señalan que es necesario un mayor perfeccionamiento de los modelos de simulación utilizados, para acotar adecuadamente el estado actual del problema y las previsiones a futuro.
- 2.** La lucha contra el Cambio Climático no se puede demorar hasta que los efectos se hagan notorios. La atmósfera y los procesos relacionados no tienen tiempos de reacción rápidos comparados con las actividades humanas. Por tanto, es necesario tomar medidas para que los efectos no se agraven y sea tarde para evitar algunas de sus consecuencias.
- 3.** El Cambio Climático es un problema global y por lo tanto la búsqueda de soluciones debe ser también global con la involucración de todos los Estados. El Protocolo de Kyoto no resolverá el problema pero su entrada en vigor junto con el establecimiento de políticas y medidas adecuadas permitirán sentar las bases para afrontar este reto. En todo caso se deberá lograr el compromiso de los Estados Unidos
- 4.** El Cambio Climático Global está íntimamente ligado al Desarrollo Sostenible. El progreso en este último conllevará mejoras importantes de aquel. En nuestro país, como reflejo de la política de la Unión Europea, la Estrategia Vasca de Desarrollo Sostenible establece que una de las cinco metas prioritarias para los próximos años será limitar las emisiones de gases de efecto invernadero para contribuir al cumplimiento del Protocolo de Kyoto.
- 5.** En Euskadi, al igual que en resto de Europa los sectores que más contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero son la industria, el transporte y la generación/transmisión de energía. En el año 2000 se emitieron 18,5 millones de toneladas equivalentes de CO₂ lo que representa un incremento del 25 % respecto a los niveles del año 1990. (En el Estado Español el aumento fue del 33,7%, frente al 15% máximo permitido en virtud de la asignación prevista por el Protocolo de Kyoto). Si contabilizamos la energía total consumida por la actividad socioeconómica de la CAPV, el incremento es del 20,5 % con una cantidad total de 24 millones de toneladas de CO₂ equivalente emitidas, lo que supone una cantidad per cápita similar a la media de la UE.
- 6.** La puesta en práctica de las soluciones adoptadas deberá realizarse tanto en las administraciones públicas como en cada uno de los sectores de la actividad socioeconómica. Además, algunas de las herramientas tecnológicas consideradas para ayudar a la resolución del problema se encuentran en un estado avanzado. En concreto, es probable que nos encontremos en estos momentos en las puertas de nuevos modelos en materia de fuentes de generación y distribución energética, y en el ámbito del transporte individual y colectivo.
- 7.** La respuesta frente al Cambio Climático no sólo depende de las acciones institucionales y empresariales. Cada persona tiene una importante cuota de responsabilidad de cara a la minimización de su impacto sobre el medio. Simplemente mejorando la eficiencia energética personal en el domicilio, en el transporte y en el trabajo es posible lograr una significativa reducción en las emisiones.

Unidades y Símbolos Químicos

		W	Kcal/h
W	Vatio	1	0,86
KW	Kilovatio	10^3	860
MW	Megavatio	10^6	$0,86 \times 10^6$
TW	Teravatio	10^9	$0,86 \times 10^9$
Kcal/h	Kilocaloría/hora	1,16	1

Unidades de Energía

		KWh	Kcal
Wh	vatio hora	10	0,86
KWh	kilovatio hora	1	860
MWh	megavatio hora	10^3	$0,86 \times 10^3$
GWh	gigavatio	10^6	$0,86 \times 10^6$
TWh	teravatio hora	10^9	$0,86 \times 10^9$
Kcal	kilocaloría	$1,16 \times 10^3$	1
Te	termia	1,163	1.000
J	julio	$2,778 \times 10^7$	$2,389 \times 10^4$
TJ	terajulio	$2,778 \times 10^2$	$2,389 \times 10^5$
Tep	tonelada equivalente de petróleo	10^7	1
Ktep	miles de tep	10^{10}	10^3
Mtep	millones de tep	10^{13}	10^{13}
Tec	toneladas equivalentes de carbón	7×10^6	0,7

Unidades de Concentración

ppm: partes por millón

ppb: partes por billón

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

Símbolos Químicos

Símbolos		Símbolos	
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		

Notas:

- Esta relación de fuentes es la transcripción de un mapa de conocimiento sobre el Cambio Climático consultable en la página de IHOBE:

<http://www.ihobe.net/publicaciones/alfabetico/alfabetico.htm>

- En este trabajo IHOBE ha seleccionado, sistematizado y/o reelaborado informaciones situadas en los siguientes recursos de Internet y en las referencias bibliográficas apuntadas en el anexo correspondiente.

1. LA NATURALEZA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

- 1.1 **UNEP-GRIP-ARENDAL** <http://www.grida.no/climate>
- 1.2 **Cifras y gráficos**
 - 1.2.1. **Ejemplo 1** <http://www.europa.eu.int/comm/environment/youth/air/flash/greenhouse/detect.html>
 - 1.2.2. **Ejemplo 2** <http://www.grida.no/climate/vital/index.htm>
- 1.3 **Chooseclimate** <http://www.chooseclimate.org/climatetrain/scipolcc.html>
- 1.4 **Respuestas a preguntas frecuentes**
 - 1.4.1 **Ejemplo 1** <http://lwf.ncdc.noaa.gov/oa/climate/globalwarming.html>
 - 1.4.2 **Ejemplo 2** <http://www.gcrio.org/ipcc/qa/cover.html>
- 1.5 **Cambio Climático Global** <http://www.cambioclimaticoglobal.com/>
- 1.6 **Experimenta tú mismo**
 - 1.6.1 **Center for Study of Carbon Dioxide and Climate Change** <http://www.co2science.org/experiments/global.htm>
 - 1.6.2 **Global Warming Games** <http://globalwarming.enviroweb.org/games/index.html>
- 1.7 **Enlaces sobre climatología** <http://www.wmo.ch/web/arep/lib1/climax.html>
- 1.8 **U.S.-E.P.A.** <http://www.epa.gov>
- 1.9 **World Meteorological Organisation** <http://www.wmo.ch>
- 1.10 **Changing Climate** <http://www.changingclimate.org/>
- 1.11 **Inventarios de emisiones**
 - 1.11.1 **Carbon Dioxide Information Analysis Center** <http://cdiac.esd.ornl.gov/>
 - 1.11.2 **UNFCC-GHG** <http://unfccc.int/program/mis/ghg/index.html>
 - 1.11.3 **CORINAIR** <http://www.aeat.co.uk/netcen/corinair/94/summtab.html>

2. IMPACTOS OBSERVADOS ¿Qué puede ocurrir?

- 2.1 **Evaluaciones y escenarios IPPC**
 - 2.1.1 **Informe 2001** http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/index.htm
 - 2.1.2 **IPPC** <http://www.ipcc.ch/>
- 2.2 **Proyecto ACACIA** http://www.jei.uea.ac.uk/projects/acacia_report.htm
- 2.3 **A Compendium data of Global Change** <http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/trends.htm>

Recursos de Internet relacionados

2.4 Pew Center On Global Climate Change <http://www.pewclimate.org/projects>

2.5 Voces escépticas

2.5.1 Global Climate Coalition <http://www.globalclimate.org/>

2.5.2 Science Forum <http://www.scienceforum.net/>

2.5.3 Goddard Institute http://www.giss.nasa.gov/research/intro/hansen_03/

2.5.4 SEPP <http://www.sepp.org/>

2.5.5 STATS Spotlight <http://www.stats.org/spotlight/climate.html>

2.5.6 CO2 Science Magazine <http://www.co2science.org/>

3. PROTOCOLO DE KYOTO <http://unfccc.int/resource/convkp.html>

4. ACCIONES

4.1 A escala mundial

4.1.1 UN Framework Convention on Climate Change <http://www.unfccc.int>

4.1.2 World Bank Group

<http://www.worldbank.org/depweb/beyond/beyondsp/chapter14.html>

4.1.3 World Resource Institute <http://www.wri.org/wri/climate/>

4.1.4 Cumbre de Johannesburgo sobre Desarrollo Sostenible

<http://www.johannesburgsummit.org/index.html>

4.2 En la Unión Europea

4.2.1 Programa Europeo de Cambio Climático

<http://www.europa.eu.int/comm/environment/climat/eccp.htm>

4.2.2 VI Programa Marco de Medio Ambiente

<http://www.europa.eu.int/comm/environment/newprg/index.htm>

4.2.3 EIONET/Cambio Climático

http://www.eionet.eu.int/Topic_Areas/Air_Climate_Change

4.3 En el Estado Español

4.3.1 Ministerio de Medio Ambiente <http://www.mma.es>

4.3.2 Estrategia Española de Desarrollo Sostenible <http://www.esp-sostenible.net/>

4.4 En la Comunidad Autónoma del País Vasco

4.4.1 Estrategia Vasca de Desarrollo Sostenible <http://www.ingurumena.net/>

4.4.2 Inventario de Emisiones

<http://www.ihobe.net/Publicaciones/descarga/emisiones.pdf>

4.5 Tecnológicas

4.5.1 Alternativas energéticas

Ahorro y eficiencia energética

Guía Focus: <http://www.ihobe.net/publicaciones/alfabetico/alfabetico.htm>

Energy Saving Trust <http://www.est.org.uk/>

Envirowise <http://www.envirowise.org/>

CADET <http://www.caddet-ee.org/>

4.5.2. Energías renovables

Energías renovables.com <http://www.energias-renovables.com/>

U.S.-OSTI <http://home.osti.gov/>

Guide Tour on Wind Energy <http://www.windpower.org/tour/index.htm>

Asociación de la Industria Fotovoltaica <http://www.asif.org/>

MySolar <http://www.mysolar.com>

4.5.3. Pila de combustible

Driving the Future <http://www.drivingthefuture.org/>

Ejemplo en marcha <http://www.mercedes-benz.com/e/innovation/fmobil/fuelcell/>

4.5.4. Cogeneración

<http://www.energy.rochester.edu/cogen/>

4.5.5. Otras tecnologías

Responding to climate change <http://www.rtcc.org/>

Informe IPPC http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg3/089.htm

Informe Business Roundtable <http://www.brtable.org/document.cfm/302>

IEA GHG R&D Program <http://www.ieagreen.org.uk/>

4.6 Transporte

4.6.1 Innovative Transportation Technologies

<http://faculty.washington.edu/jbs/itrans/>

4.6.2 Semana Verde de Euskadi - 2002

<http://www.semanaverde.net/>

4.6.3 European Local Transport Information Service

<http://www.eltis.org/>

4.6.4 CarFree Cities

<http://www.carfree.com/>

4.6.5 OCDE-Urban Travel and Sustainable Development

<http://www1.oecd.org/cem/UrbTrav/Document.htm>

4.6.6 Alternative Fuel Vehicles Directory

<http://www.vwc.edu/~gnoe/avd.htm>

4.6.7 The Centre for Sustainable Transportation

<http://www.cstctd.org/CSThomepage.htm>

4.7 Empresas / Grandes corporaciones

4.7.1 Corporate Leadership on Climate Change

<http://www.aspenpublishers.com/Product.asp?catalog%5Fname=Aspen&category%5Fname=&product%5Fid=9111140279&Mode=SEARCH&ProductType=O>

4.7.2 European Round Table of Industrialists

<http://www.ert.be>

4.7.3 Cool Companies

<http://www.coolcompanies.org/>

4.8 Gestión

4.8.1 Comercio de emisiones

International Emission Trading Association <http://www.ieta.org/>

CO2-E.com <http://www.co2e.com/>

4.8.2 Sumideros de carbono

ECOCRAFT <http://www.ierm.ed.ac.uk/ecocraft/>

Carbon removals by European Forests <http://reports.eea.eu.int/tech35pdf/en>

4.8.3 Alternativas en gestión de residuos

<http://waste.eionet.eu.int/>

Recursos de Internet relacionados

4.9 Municipios

4.9.1 Agenda 21 Local en Municipios Vascos <http://www.udaltalde21.net/>

4.9.2 ICLEI-Cities for Climate Protection <http://www.iclei.org/co2/index.htm>

5. ¿QUÉ PUEDES HACER TÚ?

5.1 Climate Care http://www.co2.org/CO2_home2.asp

5.2 Home Energy Saber <http://hes.lbl.gov/>

5.3 Recomendaciones del Gobierno de Alberta <http://www3.gov.ab.ca/env/climate.html>

5.4 Climate change solutions <http://www.climatechangesolutions.com/english/default.htm>

5.5 Calculador de emisiones personales
http://www.epa.gov/globalwarming/tools/ghg_calc.html

6. GLOSARIOS

6.1 Glosario sobre Cambio Climático de Amigos de la Tierra
http://www.foeeurope.org/dike/download/foei_glossary_spanish.pdf

6.2 Glosario sobre Cambio Climático de la U.S.-E.P.A.
<http://www.epa.gov/oppeoe1/globalwarming/glossary.html>

Bibliografía

- OSCAR SANTA COLOMA Y OTROS: Estudio de las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero en la C.A.P.V.; IHOBE.
- Inventory of U.S.Greenhouse Gas Emissions and Sinks; U.S.-EPA, 2001.
- Comisión europea de Medio Ambiente: Mecanismo de seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero; 1999.
- National Communications from parties included in Annex I to the Convention: Greenhouse Gas inventory data from 1990 to 1998; Framework Convention on Climate Change, 2000.
- TAMARA S. LEADLEY, ERIC T. SUNQUIST, E. SCHWARTZ et al.: Climate Change and Greenhouse Gases; TERC- USA.
- Environmental variability and Climate Change; PAGES-Past Global Changes.
- Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-1999; U.S.-EPA, 2001.
- GREGG MARLAND, TOM BODEN: Ranking of the world's countries by 1998 total CO₂ emissions; Oak Ridge National Laboratory-USA.
- Climate change: Assessing the impacts – identifying responses; Department of Energy and Transport-United Kingdom 2000.
- BRIAN C. O'NEILL, F. LINDIS MACKELLAR, & WOLFGANG LUTZ: Population and Climate; NASA-USA.
- Jackson Environment Institute, School of Environmental Sciences, University of East Anglia-U.K.: The Europe Acacia Project-Summary and Conclusions; Comisión Europea.
- MARY GLUECK, CHUCK STOCKTON, et al.: The winter North Atlantic Oscillation; CRU, 2000.
- JOSEPH ALCAMO, TERESA RIBEIRO: Scenarios as tools for international environmental assessments; European Environmental Agency, 2001.
- Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente-Departamento de Industria, Comercio y Turismo: Energía, Sociedad y Medio Ambiente; Eusko Jaurlaritza-Gobierno Vasco, 2002.
- MARK WHITELEY, SIMON MINETT, MARK HINNELLS, ANDRZEJ RAKIEWICZ, EJA ALAKANGAS, SIMON KOLIN: The Future of CHP in the European Market-The European Cogeneration Study; ESD, COGEN Europe ETSU, KAPE, VTT, 2001.
- Economic Evaluation of Quantitative Objectives for Climate Change, ECOFYS.
- Global Climate Change; STATS-USA, 2000.
- Local climate protection measures in Sweden; Ministry of Environment-Sweden, 2001.
- Libro Blanco: Energía para el futuro: Fuentes de Energía Renovables: Comisión Europea, 1997.
- Dirección General de Energía y Transportes: Libro Verde: Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético; Comunidades Europeas, 2001.
- Climate Change: Assessing Our Actions; Overseas Private Investment Corporation (OPIC), 2000.
- APHRODITE MOURELATOU: Energy and Environment in the European Union; AEA Technology-European Environment Agency, 2002.
- A. THORVIK, M. KOSS, K. PLADSEN, C. Schweizer: Movilidad 2001-Perspectiva general; World Business Council for Sustainable Development, 2001.
- JANET RANGANATHAN, DAVE MOORCROFT, JASPER KOCH, PANKAJ BHATIA et al.: The Greenhouse Gas Protocol; World Business Council for Sustainable Development, 2001.
- Report of the parties on its third session, held at Kyoto; Framework Convention on Climate Change, 1998.
- Práctica Medio Ambiente, abogados y consultores: Retos y oportunidades del comercio de los derechos de emisión; Fundación Entorno, 2000.
- RICHARD ROSENZWEIG, MATTHEW VARITEK: The Emerging International Greenhouse Gas Market; Pew Center on Global Climate Change-USA 2002.
- El Medio Ambiente en la Unión Europea en el umbral del siglo XXI; Agencia Europea del Medio Ambiente, 1999.
- JOSÉ SANTAMARTA, JOAQUÍN NIETO: Evolución de los gases de efecto invernadero en España 1990-2000; World Watch-CC.OO, 2000.
- The netherlands' climate policy implementation plan; Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment.
- Innovest Strategic Value Advisors, INC: Value at Risk: Climate Change and the Future of Governance; CERES-Sustainable Governance Project, 2002.

Bibliografía

- ROGER A. SEDJO AND MICHAEL TOMAN: Can Carbon Sinks Be Operational? RFF Workshop Proceedings; Resources for the Future, 2001.
- RISTO PÄIVINEN, TIMO KARJALAINEN, JARI LISKI, MR. ARI PUSSINEN, MR. GERT-JAN NABUURS: Carbon removals by European Forests; European Environmental Agency, 1999.
- Libro Verde sobre el comercio de los derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Unión Europea; Comisión de las Comunidades Europeas, 2000.
- Report of the subsidiary body for scientific and technological advice on its fifteenth session-COP7-Marrakesh; Framework Convention on Climate Change.
- DAVID REAL et al.: The role of land carbon sinks in mitigating global climate change; Royal Society, 2001.
- MANFRED RITTER, BERND GUGELE: Annual European Community Greenhouse Gas Inventory 1990-1999; European Environmental Agency, 2001.
- Environmental signals 2002; Agencia Europea de Medio Ambiente, 2002.
- European Climate Change Program; Comisión de las Comunidades Europeas, 2001.
- ALISON SMITH, KEITH BROWN, STEVE OGILVIE, KATHRYN RUSHTON, JUDITH BATES: Waste management options and climate change; European Environmental Agency, 2001.
- P. CAPROS, L. MANTZOS, L. VOYOUKAS (CONSULTANT) et al.: Analysis of energy system changes to reduce CO2 emissions in 2010 for Spain; National Technical University of Athens-Grecia, 1999.
- PAUL WATKISS, RICK JONES, DARREN RHODES, ANDREW HARDY, CLAIRE HANDLEY, CHARLES WALKER: Comparative Study of the environmental effects of Rail and Short-haul Air Travels; AEA Technology, 2001.
- JEROEN DE BEER AND DIAN PHYLIPSEN: Economic Evaluation of Carbon Dioxide and Nitrous Oxide Emission Reductions in Industry in the EU; European Environmental Agency, 2001.
- AEA Technology Environment: Economic Evaluation of Sectoral Emission Reduction Objectives for Climate Change; Dirección General de Medio Ambiente de la U.E., 2001.
- How government and Industry can work together; E.R.T. European Round Table of Industrials, 2000.
- Tecnologías, Políticas y Medidas para Mitigar el Cambio Climático; IPPC-UNEP, 1996.
- PHILIP S. ANTÓN, RICHARD SILBERGLITT-JAMES SCHNEIDER: The Global Technology Revolution; National Defense Research Institute. The Role of Technology in Responding to Concerns About Global Climate Change; The Business Roundtable-U.S., 1999.
- Buenas prácticas en el transporte de mercancías por carretera; Comisión de las Comunidades, 2000.
- En bici hacia ciudades sin malos humos; Comunidades Europeas, 2000.
- Project on Environmentally Sustainable Transport; OCDE, 1999.
- JOS DELBEKE et al.: Cómo combatir el cambio climático; Unión Europea- Dirección General de Medio Ambiente, 2000.
- LUIS BALAIRÓN Y OTROS: El Cambio Climático; Servicio de Estudios del Banco Bilbao-Vizcaya, 2000.
- JOSEP ENRIC LLEBOT: El Cambio Climático; Editorial Rubes, 1998.
- Energía y Medio Ambiente; Fundación Gas Natural, 2001.
- VARIOS AUTORES: Euroabstracts Vol. 39-5/2001-What's happening to our climate?, Comisión Europea, 2001.
- Exploring sustainable development; World Business Council of Sustainable Development.

