



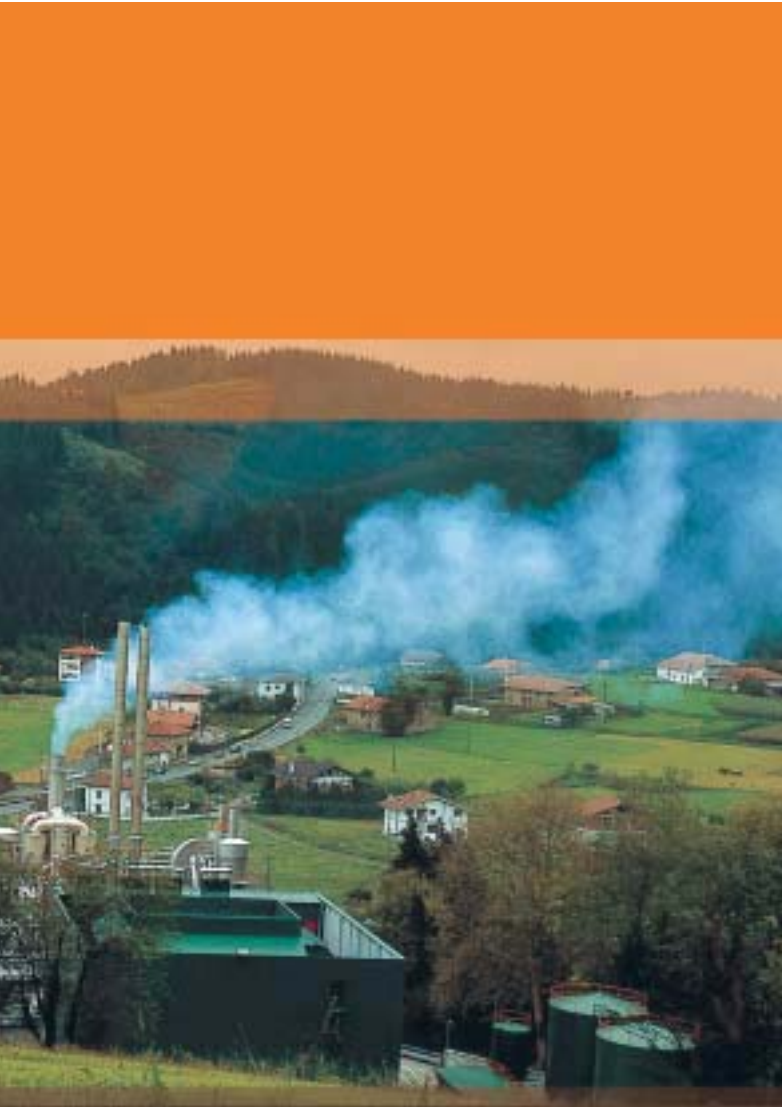
# CAMBIO CLIMÁTICO

9.



CAMBIO CLIMÁTICO

CO



## **9. CAMBIO CLIMÁTICO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

### **2. ELEMENTOS DEL MODELO FPEIR EN LA CAPV**

### **3. (F, P) LA GENERACIÓN DE GEI**

- 3.1. El sector energético**
- 3.2. El transporte**
- 3.3. La industria**
- 3.4. La agricultura y la ganadería**
- 3.5. Los sectores de residuos, residencial  
y de servicios**

### **4. (E) NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

### **5. (I) IMPACTOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO**

### **6. LA RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO**

### **7. BIBLIOGRAFÍA**

El reciente informe de la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA), *EEA Signals 2004*, señala que durante la década de los noventa la incidencia de desastres naturales asociados al clima —sequías, olas de calor, inundaciones, tormentas— se ha duplicado respecto a la década de los ochenta, mientras que los desastres naturales no asociados al clima, terremotos, han permanecido constantes. Su coste económico para la Unión Europea se ha estimado en más de 10.000 millones anuales. Entre los eventos climáticos extremos ocurridos en Europa en años recientes destaca la ola de calor del verano de 2003, que incidió —según el informe de la AEMA *Impacts of Europe's changing climate*— en la muerte de más de 20.000 personas<sup>1</sup>.

El escenario internacional de las políticas respecto al cambio climático ha estado dominado por el rechazo de los Estados Unidos al Protocolo de Kioto y, hasta fechas cercanas, por las dudas de Rusia a ratificarlo, lo que ha impedido hasta el momento su entrada en vigor. No obstante, la reciente ratificación del mismo por parte del Gobierno ruso hace prever su pronta entrada en vigor a nivel internacional. A pesar de las dificultades y de ciertas contradicciones internas —las proyecciones oficiales consideran que sin nuevas políticas y medidas la UE se quedará a unas décimas de cumplir su compromiso de Kioto—, la Unión Europea ha asumido el liderazgo internacional ante este decisivo reto ambiental.

La UE-15 aprobó en el año 2000 el Programa Europeo para el Cambio Climático del que, posteriormente, han surgido diversas Directivas específicas. Entre ellas destaca la relativa al comercio de permisos de emisión de gases de efecto invernadero, que entrará en vigor el 1 de enero de 2005. Dicha Directiva afecta a 62 empresas del País Vasco.

En cuanto a la evolución de las emisiones de GEI (Gases de efecto invernadero), en el año 2002 la UE-15 había disminuido sus emisiones en un 2,9% respecto al año de referencia, 1990. Se consideran necesarias, sin embargo, nuevas políticas, planes y medidas

(.../...)

<sup>1</sup> En su inmensa mayoría eran personas mayores cuyos estados de salud ya eran frágiles, estados que se vieron agravados por la incidencia de temperaturas excepcionalmente altas que se prolongaron durante varios meses.



(.../...)

para garantizar el cumplimiento del compromiso asumido en Kioto: disminución del 8% del total de emisiones respecto a 1990.

En cuanto a los Estados miembros, el Reino Unido ha aprobado una estrategia a largo plazo para el cambio climático en la que ha asumido el compromiso de reducir el 60% de sus emisiones para el año 2050. Alemania, por su parte, se ha propuesto reducir el 30% de sus emisiones para el año 2030<sup>2</sup>. Ambos países representan en torno al 40% de las emisiones totales de la UE-15.

En el País Vasco las emisiones de GEI del año 2003 fueron un 28,2% superiores a las de 1990. El mal resultado se debió a los incrementos protagonizados por el sector energético —aumento del 102%— y por el del transporte (aumento del 85%). El incremento del sector energético estuvo causado, a su vez, por el elevado nivel de emisiones de dióxido de carbono en las dos centrales térmicas de ciclo simple existentes en el País Vasco (Pasaia y Santurtzi).

El Gobierno Vasco ha incluido el tema del cambio climático entre las cinco grandes metas de su Estrategia Ambiental Vasca para el Desarrollo Sostenible (2002-2020). En ese marco ha asumido una serie de compromisos concretos que habrán de ir cubriéndose en los próximos años. La Estrategia Energética Vasca 2010 se ha fijado el objetivo de que las emisiones de GEI derivadas de la combustión de energía no sean, en el período 2008-2012, superiores en más de un 11% a las de 1990.

---

<sup>2</sup> En ambos casos respecto al nivel de emisiones de 1990.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un problema de carácter global. Eso significa que si bien las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)<sup>3</sup> —dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, metano, CH<sub>4</sub>, óxido nitroso, N<sub>2</sub>O— tienen siempre un origen local, la alteración que provocan en la composición de la atmósfera terrestre no se circunscribe al ámbito local que los ha originado. Los gases de efecto invernadero no conocen fronteras. Se dispersan por la atmósfera y crean una alteración en la composición de la misma de carácter global. Los impactos derivados de dicha alteración tienen, en consecuencia, un alcance mundial, afectando a la humanidad en su conjunto y a la totalidad de los ecosistemas y biodiversidad del planeta Tierra.

El carácter global del problema implica que se requieren acuerdos internacionales para poder enfrentarlo adecuadamente. Los esfuerzos particulares de determinados países y regiones sólo cobran sentido como parte de un esfuerzo general, ya que, al final, los indicadores decisivos son el nivel de emisiones de GEI que llegan anualmente a la atmósfera terrestre y el nivel de GEI absorbidos por los sumideros planetarios (océanos, bosques y otros). La necesidad de una respuesta internacional al problema condujo a la aprobación del Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, del que surgió el Protocolo de Kioto en 1997.

Las dos causas principales de emisiones de GEI a la atmósfera son la quema de combustibles fósiles —carbón, petróleo y gas— y los cambios en los usos del suelo a gran escala, especialmente la desaparición de las grandes selvas. Las necesidades energéticas mundiales no han dejado de crecer desde la Revolución Industrial. Dado que la satisfacción de esa demanda se ha realizado en una proporción muy elevada con combustibles fósiles, las emisiones de carbón a la atmósfera en forma de dióxido de carbono no han cesado de incrementarse.

Actuar sobre el cambio climático exige, por tanto, una respuesta mundial y una respuesta encaminada a disminuir progresivamente el contenido de carbono del



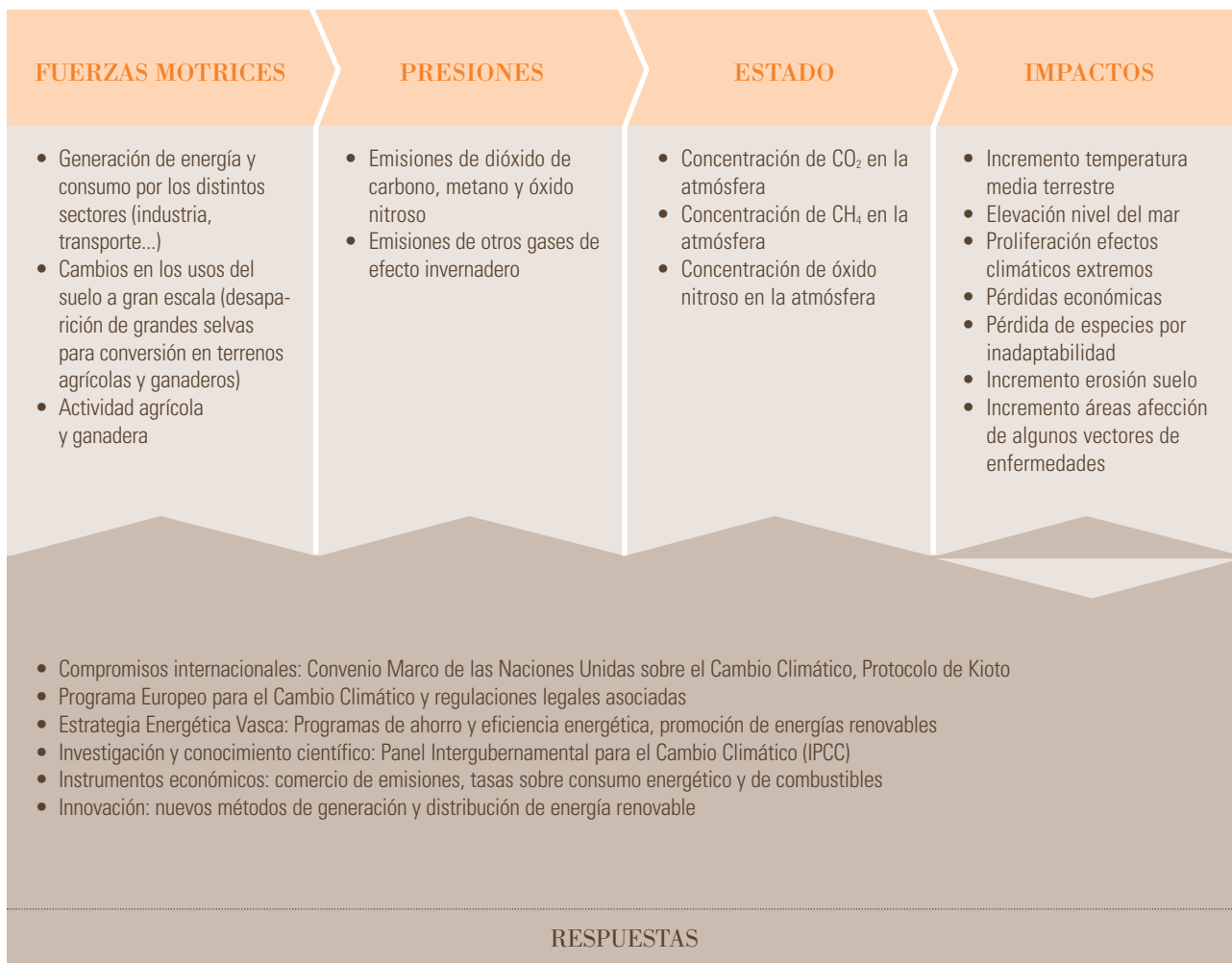
sistema energético que soporta la economía. A largo plazo el horizonte no puede ser otro que una economía no dependiente de los hidrocarburos. La estabilización de los niveles de concentración de GEI en niveles que eviten una interferencia humana peligrosa en el sistema climático requiere que las emisiones se reduzcan a una mínima fracción de las actualmente existentes (Panel Intergubernamental para el Cambio Climático [IPCC], 2001).

Sobre ese horizonte se sitúan los acuerdos del Protocolo de Kioto, donde se acordó una disminución, en el periodo 2008-2012, del 5,2% de las emisiones de los países industrializados en relación a sus emisiones de 1990. Dentro de ese acuerdo general, la Unión Europea asumió el compromiso de reducir sus emisiones en un 8%. La decisión de la UE implicaba que cada Estado miembro realizase, a su vez, su propio compromiso. El de España fue limitar sus emisiones a un máximo del 15%. En el año 2002, las emisiones fueron, sin embargo, un 39,40% más elevadas que en 1990.

En la CAPV las emisiones de gases de efecto invernadero del año 2003 fueron un 28,20% superiores a las del año de referencia. No obstante, quedan unos años hasta la fecha del compromiso de Kioto. En ellos, el País Vasco deberá actuar decididamente si de verdad aspira a cumplir con la parte que le corresponde del mismo.

<sup>3</sup> Son los tres gases con diferencia más importantes. Otros GEI son CFC-12, CFC-22, Perfluorometano, Sulfuro hexafluorhídrico.

## 2. ELEMENTOS DEL MODELO FPEIR EN LA CAPV



La economía vasca ha conocido los últimos años una etapa de fuerte aceleración que se ha traducido en un elevado crecimiento de la demanda de energía eléctrica, así como un fuerte incremento en el transporte de pasajeros y mercancías en las carreteras vascas. Como consecuencia del

incremento en la demanda de energía eléctrica se ha producido un alto nivel de actividad en las dos centrales térmicas de ciclo simple de la CAPV —Santurtzi y Pasaia—, lo que ha implicado un aumento considerable de sus emisiones de gases de efecto invernadero.



Entre los impactos asociados al aumento en el nivel de concentración en la atmósfera de los gases de efecto invernadero están el incremento en la temperatura global del planeta, el deshielo de glaciares, el aumento del número y severidad de las catástrofes naturales asociadas al clima, etc, todo ello ligado a importantes pérdidas económicas, de ecosistemas e incluso de vidas humanas.

El cambio climático es un tema muy importante en la agenda política de la Unión Europea. Fruto de ese interés se aprobó el Programa Europeo para el Cambio Climático que identifica las medidas más efectivas para la consecución de los objetivos del Protocolo de Kioto.

### 3. (F,P) LA GENERACIÓN DE GEI

La Unión Europea (UE-15) ha disminuido sus emisiones de gases de efecto invernadero un 2,9% entre 1990 y 2002, lo que supone algo más de la tercera parte del compromiso adquirido en el Protocolo de Kioto (8% de disminución entre 2008-2012 respecto a las emisiones de 1990).

En la UE-15 el sector de la energía —producción de electricidad y refinerías— es el responsable del 29% del total de las emisiones. Es relevante señalar que aunque el consumo de electricidad se incrementó un 19% entre 1990 y 2000, las emisiones correspondientes a dicha generación disminuyeron un 5%. Ese importante desacoplamiento se produjo por el cambio del carbón al gas en el Reino Unido, por las mejoras en la eficiencia energética conseguidas por Alemania y por el significativo avance en la implantación de la energía eólica en Dinamarca y Alemania.

El sector del transporte, responsable del 20% del total de las emisiones de GEI en la UE-15, incrementó sus emisiones un 21% entre 1990 y el año 2001. El mal resultado fue debido al importante aumento en el tráfico de pasajeros y de mercancías y al importante desequilibrio modal a favor de la carretera.

El sector de la industria de la UE-15 disminuyó sus emisiones de GEI un 18,4% entre 1990 y 2002 como resultado de las mejoras introducidas en los procesos industriales y por los avances en eco-eficiencia que tuvieron lugar en la industria de la antigua Alemania del Este con posterioridad a la reunificación.

El sector de la agricultura, responsable del 10% del total de las emisiones en la UE-15, disminuyó sus emisiones en un 8,7%. El de los residuos, responsable del 3%, disminuyó las suyas en un 27,5%.

A pesar de los resultados sectoriales positivos observados, con la mencionada excepción del transporte, las últimas proyecciones realizadas por la Agencia Europea del Medio Ambiente, *Greenhouse gas emission trends and projections 2003*, indican que con las actuales políticas existentes en los Estados miembros y con las medidas adicionales previstas, no se alcanzará el compromiso de Kioto. La disminución de emisiones de GEI no superará el 7,2% en 2010. Nuevas políticas, planes y medidas son, en consecuencia, necesarios para garantizar el cumplimiento del mencionado compromiso.

En España las emisiones de gases de efecto invernadero del año 2002 fueron un 39,40% superiores a las del año de referencia 1990, muy por encima del 15% acordado en el marco de Kioto.

**Figura 9.1.**  
**EMISIONES DE GEI EN ESPAÑA EN 2002 POR GASES Y FUENTES IPCC**

	% SOBRE EL TOTAL DE GEI	% INCREMENTO 1990-2002
<b>Gases efecto invernadero</b>		
CO <sub>2</sub>	81,30	42,27
CO <sub>2</sub>	81,30	42,27
CH <sub>4</sub>	10,30	36,83
N <sub>2</sub> O	7,20	7,87
Otros	1,20	-
<b>Sectores</b>		
Energía (incluido transporte)	77,00	Producción de energía: 46,5 Transporte: 60,6 Combustión industrial: 40,5 Otra combustión: 30,3
Agricultura y ganadería	10,70	14,10
Procesos industriales	7,30	10,50
Residuos	3,90	65,20
Emisiones fugitivas	1,10	5,20

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente, 2004.

En el año 2003, las emisiones de gases de efecto invernadero en la CAPV alcanzaron los 19,4 millones de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, una cantidad 28,20% superior a las emisiones de 1990. En el País Vasco las emisiones de CO<sub>2</sub> suponen el 86,8% del total de GEI. Las emisiones de metano suponen el 9,3% y las de óxido nitroso el 3,7%.

**Figura 9.2.**  
**PRINCIPALES FUENTES DE GEI DEL PAÍS VASCO EN EL 2003, SEGÚN CLASIFICACIÓN DEL IPCC**

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
1.A. Procesos de combustión	89,0%	2,1%	6,3%
1.B. Pérdidas en transformación	4,5%	5,9%	
2.A. Descarbonatación	6,3%		
2.B. Industria química			49,4%
2.C. Producción de metales	0,2%		
4. Agricultura		22,3%	44,3%
6. Residuos		69,7%	

Fuente: Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, 2004.



En el País Vasco las emisiones de gases de efecto invernadero han aumentado un 28,20% entre 1990 y 2003.



A la hora de analizar la evolución de las emisiones de GEI en el País Vasco entre 1990 y 2003 se observan dos periodos diferenciados. El primero abarca desde 1990 a 1997 y el segundo desde 1998 hasta 2003. En el primero, las emisiones aumentan los dos primeros años y, tras alcanzar un pico en 1992, comienzan a descender hasta alcanzar un mínimo en 1997. Es una coyuntura,

1992-1995, marcada por el estancamiento económico internacional y por el cierre de Altos Hornos de Bizkaia, importante centro emisor de GEI en aquel momento. Desde 1998 y coincidiendo con un periodo de fuerte crecimiento económico de la economía vasca, las emisiones presentan una tendencia creciente, con la excepción del año 2001.

Figura 9.3.

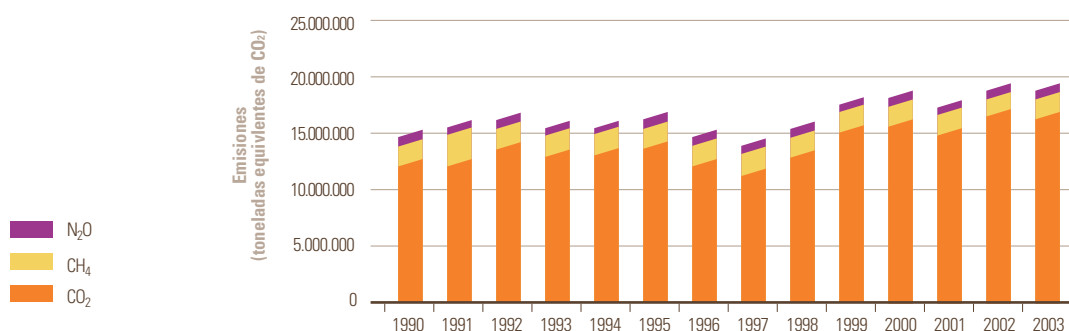
#### EMISIONES DE GEI PRODUCIDAS EN EL PAÍS VASCO (MILLONES DE TONELADAS DE CO<sub>2</sub> EQUIVALENTE)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub>	12,63	13,43	14,02	13,49	13,67	14,07	12,56	11,82	13,30	15,54	16,03	15,44	16,79	16,81
CH <sub>4</sub>	1,75	1,79	1,84	1,84	1,85	1,88	1,89	1,88	1,89	1,83	1,87	1,88	1,86	1,83
N <sub>2</sub> O	0,73	0,74	0,74	0,73	0,64	0,75	0,76	0,74	0,72	0,74	0,73	0,63	0,68	0,71
<b>Total</b>	<b>15,10</b>	<b>15,95</b>	<b>16,59</b>	<b>16,06</b>	<b>16,16</b>	<b>16,70</b>	<b>15,20</b>	<b>14,43</b>	<b>15,91</b>	<b>18,12</b>	<b>18,62</b>	<b>17,94</b>	<b>19,33</b>	<b>19,36</b>

Fuente: Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, 2004.

Figura 9.4.

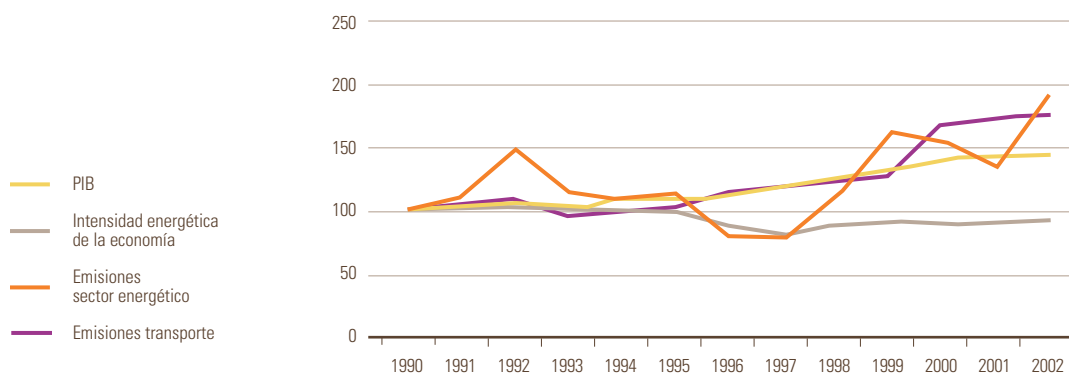
#### EVOLUCIÓN ANUAL DE LAS EMISIONES DE GEI



Fuente: Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, 2004.

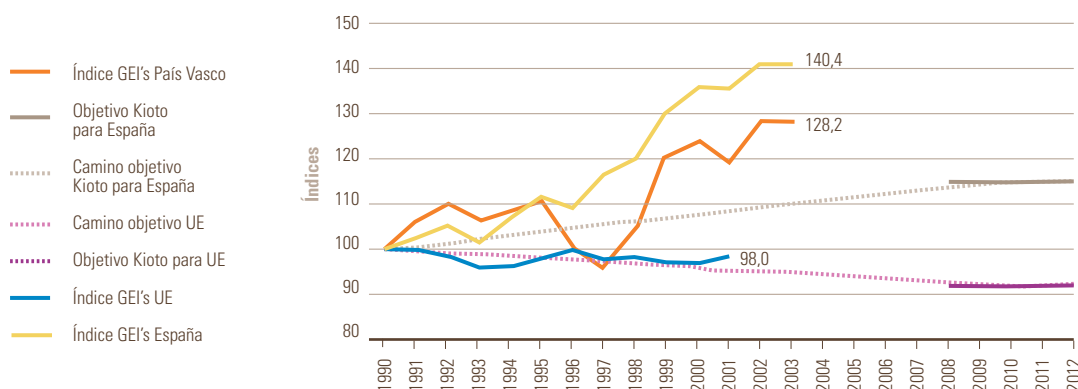
Figura 9.5.

#### EVOLUCIÓN DEL PIB, DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA Y DE LAS EMISIONES DE DOS FUERZAS MOTRICES CLAVE



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, 2003.

Figura 9.6.  
EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI EN EL PAÍS VASCO, EN ESPAÑA Y EN LA UE (15)



Fuente: Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, 2004.

### 3.1. El sector energético

El principal sector emisor de GEI en la CAPV es el energético —centrales térmicas, cogeneración, refinerías y coquerías— con un 30,4% del total (*Indicadores ambientales, 2004*). Las emisiones de GEI del sector energético del año 2003 aumentaron un 102% respecto al año de referencia 1990. Dentro del sector destaca el incremento de emisiones de dióxido de carbono que se ha producido en las dos centrales térmicas de ciclo simple existentes en el País Vasco —Santurtzi y Pasaia—, tal y como puede verse en la siguiente gráfica (ver Figura 9.7).

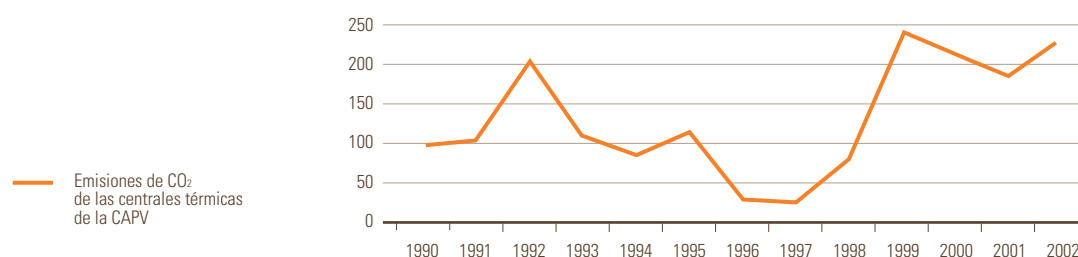
Las dos centrales de ciclo simple tienen una capacidad total de 1.350 MW y una antigüedad superior a los 30 años<sup>4</sup>. Durante mucho tiempo ambas centrales han estado produciendo muy por debajo de su capacidad. Sin embargo, con el fuerte tirón de la demanda de energía

que se ha producido en años recientes, ambas centrales han incrementado de manera significativa su producción de electricidad. Al ser centrales de tecnología antigua, dicho incremento ha supuesto un aumento importante de sus emisiones de dióxido de carbono, especialmente la central de Pasaia basada en el carbón. (Los componentes de la industria de la energía en la CAPV se detallan en el capítulo 4. Energía).



En el año 2003, el sector energético vasco había incrementado sus emisiones de GEI un 102% respecto a 1990.

Figura 9.7.  
EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO EN LAS CENTRALES DE SANTURTZI Y PASAIA



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, 2003.

<sup>4</sup> Desde el punto de vista de su eficiencia energética cabe señalar que la tecnología de ciclo simple puede convertir en energía eléctrica tan sólo el 35% de la energía contenida en el combustible, perdiéndose el 65% restante en forma de calor.

### 3.2. El transporte

El transporte fue en el año 2003 el responsable del 24,8% del total de las emisiones de GEI en la CAPV. Las emisiones de GEI del sector se incrementaron un 85% respecto a las de 1990, si bien es cierto que a lo largo de los últimos años el ratio entre combustible gastado y emisión generada por tonelada transportada ha disminuido de forma importante.

La economía vasca mantiene un alto nivel de acoplamiento con el transporte, es decir los índices de crecimiento económico están altamente correlacionados con los de crecimiento del transporte. El fuerte desarrollo de la economía vasca en años recientes se ha traducido, en consecuencia, en importantes incrementos en el volumen de transporte. Mientras que en el año 1990 la carretera movió 25 millones de toneladas de mercancías, en 2002 había alcanzado los 91 millones (ver capítulo de 7. Transporte).

Dado el fuerte desequilibrio modal existente a favor de la carretera —soporta el 85% del transporte de pasajeros y el 73% de las mercancías—, el incremento del volumen de transporte se ha traducido en un aumento continuo del consumo de energía por parte del sector, con el consiguiente incremento en sus emisiones de GEI, muy por encima del crecimiento de la propia economía vasca.



En el año 2003, el sector del transporte había incrementado sus emisiones de GEI un 85% respecto a las emisiones del año de referencia 1990.



### 3.3. La industria

La industria representa el 24,7% del total de emisiones de GEI en la CAPV. Es el único sector de la economía vasca que ha disminuido sus emisiones de gases de efecto invernadero entre el año de referencia y 2003. La positiva evolución del sector ha servido de relativo contrapeso ante el mal comportamiento del resto de los sectores, especialmente el energético y el de transportes.

El sector industrial vasco fue tradicionalmente un gran consumidor de energía. Sin embargo, en las últimas dos décadas el sector ha conocido un proceso de modernización que le ha conducido a importantes avances en eficiencia energética, fruto de sus innovaciones en equipos y procesos.



Las emisiones de GEI originadas por la industria en el año 2003 disminuyeron un 25% respecto a las de 1990.

### 3.4. La agricultura y la ganadería

El sector primario de la CAPV representa el 6,4% de las emisiones de GEI. Sus emisiones han aumentado un 12% entre 1990 y 2003 debido al incremento del consumo energético en el sector. Las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con dicho incremento han más que compensado los menores niveles de emisión de metano y óxido nitroso que ha conocido el sector en el mencionado periodo de tiempo.

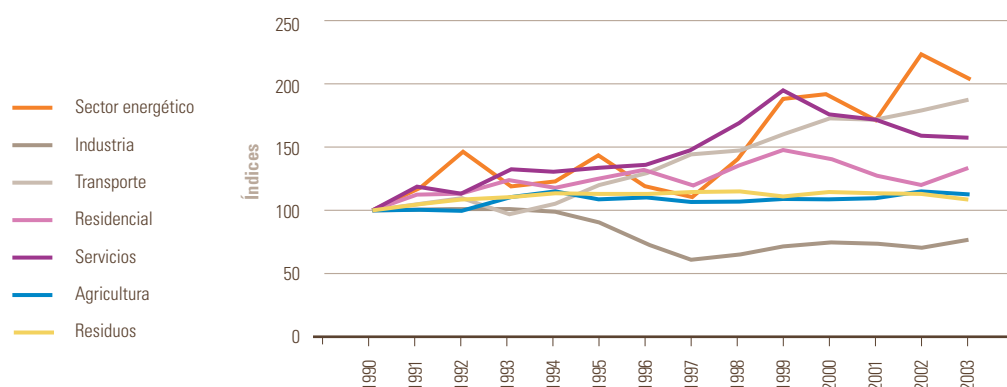
### 3.5. Los sectores de residuos, residencial y de servicios

Las emisiones de gases de efecto invernadero originadas en la gestión de los residuos suponen un 6,6% del total, habiéndose incrementado en un 8% desde 1990 a 2003. Los residuos son una fuente muy importante de emisiones de metano, ya que originan el 71% de las emisiones de ese gas.

El sector residencial es responsable del 4,3% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero del País Vasco. Sus emisiones han aumentado un 32% entre 1990 y 2003. El incremento se ha debido al fuerte aumento en su consumo de combustibles fósiles.

Finalmente, el sector servicios es responsable del 1,6% de las emisiones de GEI de la CAPV. Las emisiones han aumentado un 57% entre el año de referencia y 2003.

Figura 9.8.  
EVOLUCIÓN DE EMISIONES GEI EN LA CAPV POR SECTORES



Fuente: Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, 2004.

## 4. (E) NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Desde la Revolución Industrial hasta nuestros días las ingentes necesidades energéticas mundiales se han cubierto fundamentalmente con combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas. La utilización de esas fuentes no renovables de energía ha generado emisiones de gases a la atmósfera, incrementándose su nivel de concentración.

A finales de los años cincuenta del siglo XX comenzaron a medirse los niveles de concentración atmosférica del principal gas de efecto invernadero —el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )— en un lugar alejado de cualquier foco local de emisión, de manera que los instrumentos de medición captasen los niveles reales de concentración media de dicho gas en la atmósfera terrestre. El lugar elegido fue la isla de Mauna Loa en Hawái. Los datos aportados por el centro de Mauna Loa muestran inequívocamente que los niveles de concentración de dióxido de carbono no han dejado de crecer durante toda la segunda mitad del siglo XX —de 315 partes por millón (ppm) en 1959 a 368 ppm en 2000—.

Por otro lado, a finales de la década de los ochenta se realizaron experimentos de sondeo profundo en los hielos antárticos de la estación soviética de Vostok. El análisis de las burbujas de aire atrapadas en los hielos permitió conocer en detalle la variación de las concentraciones de

$\text{CO}_2$  a lo largo de los últimos 160.000 años, así como su estrecha relación con la variación en la temperatura media del planeta.

Del análisis del aire atrapado en el hielo antártico se sabe que el nivel de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera ha variado a lo largo de la historia de la Tierra por causas naturales.<sup>5</sup> Sin embargo, su concentración durante los mil años anteriores a la Revolución Industrial permaneció prácticamente inalterada. Del mencionado análisis se ha sabido que antes de la era industrial el nivel de concentración de dióxido de



<sup>5</sup> Los gases que existen en la naturaleza, no creados por el ser humano: dióxido de carbono, metano y óxido nitroso.



carbono en la atmósfera terrestre era de 280 ppm y que, previamente, había variado entre 190 ppm y 280 ppm. En los últimos 400.000 años no se habían alcanzado concentraciones superiores a las 300 ppm. Sin embargo, en la actualidad la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera terrestre es de 368 ppm.

La concentración de metano ha pasado de 700 partes por billón<sup>6</sup> (ppb) en el periodo 1000-1750 a 1.750 ppb en el año 2000. La concentración de óxido nitroso se ha incrementado desde las 270 ppb en el periodo 1000-1750 a las 316 ppb en el año 2000 (*IPCC Third Assessment Report, 2001*).

Hoy día, la inmensa mayoría de los científicos del clima de todo el mundo aceptan los análisis y conclusiones del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático de que existe una relación de causa-efecto entre la quema de combustibles fósiles y el aumento observado en la concentración de GEI en la atmósfera. Igualmente, de que existe una relación directa entre la concentración de

GEI y la elevación de la temperatura media de la atmósfera registrada. El incremento de la temperatura en Europa a lo largo del siglo XX fue de 0,95 °C y el incremento medio mundial de 0,6 °C.

Los seis escenarios analizados en el Tercer Informe de Evaluación presentado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático en 2001 proyectan, para el año 2100, un nivel de concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera entre 540 y 970 ppm, comparado con las 280 de la era preindustrial y las 368 del año 2000. Los diferentes resultados sobre los niveles de CO<sub>2</sub> al finalizar el siglo XXI son debidos a las diversas estimaciones socio-económicas asumidas en la modelización de los escenarios (demografía, tecnología, cambios sociales y económicos). Existen, igualmente, importantes incertidumbres en cuanto a los mecanismos de retroalimentación en el sistema climático, así como al comportamiento de los sumideros de carbono (océanos, bosques y otros). Las concentraciones del resto de GEI varían considerablemente en los diferentes escenarios analizados.

## 5. (I) IMPACTOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO

El Tercer Informe de Evaluación del IPCC afirmaba que «globalmente es muy probable que la década de 1990 haya sido la más calurosa desde que existen registros, 1861-2000. El incremento en la temperatura de la atmósfera en el hemisferio norte ocurrido en el siglo XX es probablemente el mayor que ha ocurrido en los últimos mil años».

El mencionado Informe corroboraba una de las principales conclusiones del Segundo Informe del IPCC, 1995<sup>7</sup>, en el que ya se afirmaba la existencia de una influencia humana discernible en el clima global de la Tierra. «La mitad o más

del cambio climático en marcha se debe a las actividades humanas» (Bert Bolín<sup>8</sup>, 2000).

Existe nueva y más sólida evidencia de que la mayor parte del calentamiento observado en los últimos 50 años es atribuible a actividades humanas. Los resultados más compactos obtenidos en la comparación entre los resultados de los modelos climáticos y los datos registrados de la realidad se han logrado al incluir conjuntamente en los modelos tanto los factores naturales como los derivados de la influencia humana.



<sup>6</sup> En terminología anglosajona un billón equivale a mil millones.

<sup>7</sup> El Primer Informe de Evaluación del IPCC fue emitido en 1990.

<sup>8</sup> Fundador, primer presidente y presidente honorario del IPCC (*El cambio climático: el calentamiento de la Tierra, 2000*. Alicia Rivera).

Figura 9.9.  
CAMBIOS EN EL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

INDICADORES	CAMBIOS OBSERVADOS
<b>Indicadores meteorológicos</b>	
Temperatura media de la atmósfera terrestre	Incremento de la temperatura media de 0,6 °C a lo largo del siglo XX. Las zonas continentales se han calentado más que los océanos.
Temperatura media en el hemisferio Norte	Se ha incrementado más durante el siglo XX que en cualquier otro siglo en el último milenio. La década de los noventa fue la más calurosa del último siglo y medio).
Precipitación en los continentes	Incremento de la precipitación en el hemisferio Norte de un 5-10% a lo largo del siglo XX. Disminución de la precipitación en otras regiones del planeta (norte y oeste de África y Mediterráneo).
Eventos de precipitaciones extremas	Se han incrementado en latitudes medias y altas.
Frecuencia y severidad de las sequías	Se han incrementado los veranos secos y los fenómenos asociados a sequías en algunas zonas. En zonas de Asia y África se ha observado en décadas recientes un aumento en la frecuencia e intensidad de las sequías.
<b>Indicadores físicos y biológicos</b>	
Nivel medio de elevación global del mar	Elevación media de entre 1 y 2 mm por año a lo largo del siglo XX.
Duración media de la cubierta de hielo en ríos y lagos	Disminución de dos semanas en latitudes medias y altas durante el siglo XX.
Extensión y profundidad de la capa de hielo en el Ártico	Adelgazamiento de un 40% en décadas recientes en la temporada de final de verano y comienzo del otoño. Desde 1950 disminución de su superficie en un 10-15% en la estación primavera-verano.
Glaciares no polares	Retroceso generalizado a lo largo del siglo XX.
Superficie cubierta de nieve	Disminución de un 10% de la superficie desde que las observaciones globales vía satélite fueron posibles (década de los sesenta).
Permafrost	Deshielo, calentamiento y degradación en zonas de las regiones polares, subpolares y montañosas.
Eventos relacionados con El Niño	Se han convertido en más frecuentes, persistentes e intensos durante las últimas décadas, comparados con los últimos 100 años.
Estación de crecimiento de la vegetación	Se ha alargado de 1 a 4 días por década en los últimos 40 años en el hemisferio Norte, especialmente a elevadas altitudes.
Desplazamientos en la flora y la fauna	Insectos, aves y peces se han desplazado en dirección a los polos y hacia mayores altitudes.
Apareamientos, floraciones y migraciones	En el hemisferio Norte las plantas florecen antes, las aves realizan sus desplazamientos migratorios en fechas previas a las tradicionales, los animales adelantan sus encuentros de apareamiento y los insectos aparecen en fechas más tempranas.
Decoloración de arrecifes de coral	Se ha incrementado su frecuencia, especialmente coincidiendo con los eventos de El Niño.

Fuente: IPCC Third Assessment Report, 2001.

Figura 9.10.

## EJEMPLOS DE CAMBIOS CLIMÁTICOS EXTREMOS Y DE SUS POSIBLES IMPACTOS

EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS PREVISTOS PARA EL SIGLO XXI Y SU PROBABILIDAD ESTIMADA	EJEMPLOS REPRESENTATIVOS DE LOS IMPACTOS ASOCIADOS
Temperaturas máximas más altas, más días calurosos y más olas de calor sobre casi todas las áreas terrestres <i>Probabilidad, muy alta<sup>9</sup></i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento en el número de muertes y agravamientos de salud entre personas mayores y personas pobres de las ciudades.</li> <li>• Incremento del estrés provocado por el calor en la ganadería y en la vida silvestre.</li> <li>• Incremento en el riesgo de pérdida de diversas cosechas.</li> <li>• Incremento de la demanda eléctrica de refrigeración y dificultades en el suministro de energía.</li> </ul>
Temperaturas mínimas más elevadas y ascendiendo. Menos días fríos, menos días helados y menos olas de frío sobre casi todas las áreas terrestres. <i>Probabilidad, muy alta</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de las afecciones de salud relacionadas con el frío.</li> <li>• Extensión del área afectada y de la intensidad asociada con los vectores de determinadas enfermedades.</li> <li>• Menor demanda de energía para calefacción.</li> </ul>
Más eventos de precipitaciones intensas sobre muchas áreas <i>Probabilidad, muy alta</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento en el número de inundaciones, avalanchas, deslizamientos de tierras.</li> <li>• Incremento en la erosión del suelo.</li> <li>• El aumento en las precipitaciones puede suponer la recarga de algunos acuíferos.</li> <li>• Incremento en la presión sobre las compañías aseguradoras y los Gobiernos debido a los riesgos de inundaciones.</li> </ul>

Fuente: IPCC Third Assessment Report, 2001.

Desde que existen registros de temperatura, los años 1998, 2002 y 2003 han sido los más cálidos. Concretamente durante el verano de 2003 se produjo una fuerte ola de calor en el sur de Europa que, según afirma la Agencia Europea del Medio Ambiente en su informe *Impacts of Europe's changing climate*, causó la muerte de más de 20.000 personas, la gran mayoría personas mayores cuyo estado de salud ya era frágil<sup>10</sup>.

Mientras que el número de desastres naturales asociados al clima se ha duplicado en Europa respecto a décadas pasadas, los desastres naturales no asociados al clima como los terremotos se han mantenido constantes.



Recientes estimaciones de los costes económicos asociados a eventos climáticos extremos —inundaciones, tormentas, sequías— publicadas por la Agencia Europea del Medio Ambiente señalan que se han incrementado de manera significativa a lo largo de los últimos 20 años, hasta alcanzar una media anual, durante la década de los noventa, de unos 10.000 millones (AEMA, *EEA Signals 2004*).

Las proyecciones presentadas por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático en su último Informe de Evaluación, 2001, indican un incremento de la temperatura de la atmósfera de la Tierra, a finales del presente siglo XXI, de 1,4 a 5,8 °C. Ese incremento equivale a un rango del doble a diez veces superior al incremento de la temperatura de la atmósfera terrestre que ha sido observado en el siglo XX (+ 0,6 °C). Según los datos paleoclimáticos existentes, una rapidez en el calentamiento de la atmósfera semejante no se ha conocido en los últimos 10.000 años.

Las mismas proyecciones señalan que el incremento medio del nivel del mar entre 1990 y el año 2100 será de 0,09 a 0,88 metros, con significativas variaciones regionales. Se estima, también, que los efectos del cambio climático serán perjudiciales para la salud humana, particularmente en los países en vías de desarrollo.

<sup>9</sup> En los Informes del IPCC, probabilidad muy alta significa superior al 90%.

<sup>10</sup> A la vista del impacto provocado por la ola de calor de 2003, se han creado sistemas de vigilancia y control para el verano 2004 dirigidos especialmente a las personas mayores que viven solas. Es un ejemplo de que, además de prevenir las causas del cambio climático, hay que comenzar ya —tal y como aconsejaban los Informes del IPCC y la Estrategia Europea ante el Cambio Climático— a incorporar medidas de adaptación.

### RETROCESO DE LOS GLACIALES EN EUROPA

La Agencia Europea del Medio Ambiente señala que todos los glaciares europeos, excepto los de Noruega, están en retroceso. Entre 1850 y 1970 los glaciares de los Alpes perdieron aproximadamente la tercera parte de su superficie y la mitad de su masa. Desde 1970 se ha perdido entre el 20 y el 30% del hielo restante. El actual retroceso de los glaciares en Europa está alcanzado los niveles máximos de los últimos 10.000 años. Para 2050 se calcula que el 75% de los glaciares de los Alpes Suizos habrán desaparecido.

*Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente, 2004.*

## 6. LA RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO

La Unión Europea ha hecho del cambio climático uno de los temas prioritarios en su agenda política a pesar de que el Protocolo de Kioto no ha sido todavía formalmente ratificado. En un contexto mundial condicionado por la negativa de Estados Unidos a secundar el mencionado Protocolo y por el retraso de Rusia en ratificarlo<sup>11</sup>, la UE ha asumido el liderazgo internacional ante un tema que buena parte de los científicos de todo el mundo considera la amenaza ambiental más decisiva del siglo XXI.

En junio de 2000, la Unión Europea (UE-15) aprobó el Programa Europeo para el Cambio Climático con el objetivo de identificar las medidas más coste-efectivas para alcanzar el compromiso de Kioto. En el marco de ese programa se han ido aprobando Directivas en los siguientes ámbitos:

- Comercio de emisiones en la Unión Europea.
- Promoción de energías renovables.
- Promoción de la cogeneración.
- Apoyo a los combustibles orgánicos.
- Eficiencia energética en los edificios.
- Eficiencia energética en las adquisiciones de las Administraciones públicas.
- Gases fluorinados.

Diferentes Estados miembros —Dinamarca, Finlandia, Alemania, Italia, Holanda, Noruega, Suecia, Eslovenia y el Reino Unido— han introducido o incrementado sus tasas sobre el uso de la energía y sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Respecto al despegue de las energías renovables destaca el salto de la energía eólica —38% de incremento anual entre 1990 y 1999— en la UE-15. En ese cambio tan positivo han desempeñado un papel central Dinamarca, Alemania y España. Por lo que respecta al comercio de emisiones, el Reino Unido ha desempeñado un papel pionero al ser el primer país del mundo en poner en marcha un mercado nacional para el comercio de permisos de emisión de dióxido de carbono.

Alemania y el Reino Unido han aprobado estrategias nacionales a largo plazo para el cambio climático. Alemania ha asumido el compromiso de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 30% para el año 2030. El Reino Unido se ha comprometido a una reducción del 60% para el año 2050 (en ambos casos en relación a los niveles de emisión del año 1990).

En ese sentido conviene tener presente que el objetivo formulado por el Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero «en un nivel que no suponga una interferencia antropogénica peligrosa en el sistema climático». Ese nivel de estabilización requiere, según los cálculos realizados por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, que «las emisiones de GEI se reduzcan a largo plazo a una muy pequeña fracción de las emisiones actuales» (*IPCC Third Assessment Report, 2001*).

<sup>11</sup> Con la previsible ratificación de Rusia se alcanzará el porcentaje necesario de emisiones para que el acuerdo de Kioto entre formalmente en vigor.



### LA DIRECTIVA SOBRE COMERCIO DE DERECHOS DE EMISIÓN DE CO<sub>2</sub>

La Unión Europea aprobó en octubre de 2003 la Directiva por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de GEI, con aplicación a partir del 1 de enero de 2005. La primera fase, 2005-2007, se ha concebido como una especie de ensayo general para el periodo del cumplimiento de los compromisos de Kioto, 2008-2012, segunda fase.

Los sectores afectados por la Directiva son la energía, el acero, el cemento, el vidrio, la cerámica y el papel/ cartón. En la segunda fase, el Parlamento Europeo ha solicitado que se incorporen el sector del aluminio y el químico. En el País Vasco la Directiva de comercio de emisiones afecta a 62 empresas.

Dentro de los programas prioritarios de investigación promovidos por la Unión Europea se encuentra el denominado «Sistemas Energéticos Sostenibles», encuadrado dentro del eje prioritario de actuación conocido como «Desarrollo sostenible, cambio global y ecosistemas». Los principales objetivos del programa son la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y otras emisiones contaminantes, mejorar la seguridad del suministro energético europeo, potenciar la eficiencia energética, incrementar el uso de las energías renovables y alcanzar un alto grado de competitividad de la industria europea.

En el ámbito de la CAPV limitar la influencia del cambio climático es una de las cinco metas establecidas en la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible (2002-2020), para lo que se plantean compromisos y actuaciones a desarrollar básicamente en los ámbitos energéticos y de transporte como principales fuerzas motrices, y también en los ámbitos industrial y de la construcción. Así mismo la Estrategia plantea el aumento de sumideros de carbono mediante el fomento de la investigación y el impulso de la silvicultura que propicie la máxima asunción estable de carbono y los usos imperecederos de la madera.

Además, el Gobierno Vasco ha presentado una nueva Estrategia Energética para la CAPV en el horizonte 2010, en la que se apuesta por intensificar los programas de ahorro y eficiencia energética y por fomentar el desarrollo de las renovables.

Las Directrices de la Política Energética en la CAPV son las siguientes:

- Consecución de un sistema energético competitivo, equilibrado territorial y ambientalmente.
- Control y reducción del consumo mejorando la calidad de vida.
- Disminución del impacto ambiental derivado del consumo energético.
- Potenciación de la utilización de los recursos energéticos autóctonos.
- Potenciación de la diversificación energética de tipos, orígenes y sistemas de aprovisionamiento.
- Mejora y garantía de la calidad del suministro energético.



### LA ESTRATEGIA VASCA AMBIENTAL DE DESARROLLO SOSTENIBLE (2002-2020) Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Entre las cinco grandes metas formuladas por la EAVDS se incluye la de *limitar la influencia en el cambio climático*. Esa meta se divide, a su vez, en dos objetivos centrales:

1. Limitar las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero para el año 2020.
2. Aumentar los sumideros de carbono<sup>12</sup>.

El primero se concreta, a su vez, en los siguientes objetivos más específicos:

- 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.
- Fomentar el ahorro energético en todos los sectores.
- Fomentar los modos de transporte menos emisores de CO<sub>2</sub>.
- 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 GEI.

El segundo se concreta, a su vez, en:

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

Entre todos los compromisos concretos aprobados en el marco de la EAVDS cabe destacar los siguientes:

- A partir de 2004 todas las nuevas edificaciones/viviendas de promoción pública dispondrán de certificados de eficiencia energética.
- Para 2004 se integrarán los objetivos respecto al cambio climático en la política de gestión de residuos y en la política agraria.
- Para 2006 se realizarán estudios de viabilidad de instalaciones fotovoltaicas en todos los edificios de las Administraciones Vascas y su posterior implantación, conforme a los objetivos de la Estrategia Energética Vasca.
- Respecto a los sumideros de carbono, elaborar para 2006 un análisis del sector forestal-maderero vasco al objeto de determinar el tipo de silvicultura que favorezca la máxima asunción estable de carbono.



La Estrategia Energética Vasca se ha fijado el objetivo de que las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la combustión de energía no superen en más de 11% las emisiones de 1990.

<sup>12</sup> Los bosques capturan dióxido de carbono de la atmósfera por lo que actúan como sumideros del carbono. La extensión de las superficies forestales, al reducir las concentraciones de CO<sub>2</sub>, beneficia la evolución del problema del cambio climático y ha sido incluida entre las medidas del Protocolo de Kioto.



El objetivo se basa en la puesta en marcha de las nuevas centrales eléctricas de ciclo combinado que habrán de sustituir, paulatinamente, a las centrales de ciclo simple de Santurtzi y Pasaia. Se basa, también, en los nuevos programas de ahorro y eficiencia energética y en el impulso que van a conocer las energías renovables en el inmediato futuro.

En lo que respecta a las renovables, éstas representan en la actualidad el 4% de la demanda energética vasca, siendo la biomasa la principal (81% del total). La planificación establece desarrollos importantes tanto en la producción de energía por biomasa como en la eólica y la solar. Las perspectivas de crecimiento futuro de la hidroeléctrica son reducidas, dado que el potencial existente ya ha sido en gran medida aprovechado (ver capítulo 4. Energía).

### BIODIESEL EN EL PAÍS VASCO

Los biocarburantes tales como el etanol o el biodiesel son hidrocarburos fabricados a partir de biomasa. El primero se puede utilizar como aditivo o sustitutivo de las gasolinas, directamente o tras su transformación en ETBE (etilterbutileter). El biodiesel se utiliza como aditivo o sustitutivo de los gasóleos.

Siguiendo los pasos de países como Alemania, Francia o Austria y, dentro del Estado el camino emprendido por Barcelona, Castellón y Huesca, se ha comenzado a comercializar en diversas gasolineras del País Vasco un nuevo combustible, biodiesel, obtenido de la mezcla de diesel (88%) con biodiesel (12%), producto obtenido del tratamiento de aceite vegetal recogido selectivamente.

La empresa vasca Bionor Transformación S.A. construyó en 2003 la mayor planta de España en Berantevilla (Álava), capaz de producir 30.000 toneladas anuales de biodiesel, abasteciendo a todo el norte peninsular. Bionor ha generado 22 puestos de trabajo directos, más de 200 indirectos en labores de recogida selectiva y otros 50 en tareas de distribución y logística.

Aceites empleados en restaurantes, cáterings, residencias, centros escolares o domicilios son recogidos selectivamente y una vez procesados convertidos en biodiesel. El producto, además de contribuir a reciclar aceites que provocan serios impactos ambientales si son arrojados a los desagües, cuenta con un alto poder lubricante, lo que reduce el desgaste del motor. El precio del producto en el mercado es el mismo que el gasoil.

Las gasolineras pioneras en la venta de biodiesel en el País Vasco se encuentran en Bilbao (C./ Sabino Arana), Vitoria-Gasteiz (C./ Reyes Católicos) y Andoain (Polígono Karrika).

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA EUROPEA DEL MEDIO AMBIENTE (2003): *Greenhouse Gas Emission Projections for Europe*, Technical Report, 77.
- (2003): *Europe's Environment: the Third Assessment*, EEA, Copenhagen.
  - (2003): *Greenhouse Gas Emission Trends and Projections in Europe 2003*.
  - (2004): *EEA Signals 2004. A European Environment Agency Update on Selected Issues*.
  - (2004): *Annual European Community Greenhouse Gas Inventory 1990-2002 and Inventory Report 2004*, EEA Technical Report, 2/2004.
  - (2004): *Impacts of Europe's Changing Climate*, EEA Report n.º 2/2004.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2001): *Estrategia de la Unión Europea para un Desarrollo Sostenible: Desarrollo Sostenible en Europa para un Mundo Mejor*, editado por IHOBE, Gobierno Vasco.
- (2001): *Programa Europeo sobre el Cambio Climático*, COM(2001), 580 Final.
  - (2002): *Sexto programa de Acción Comunitaria en Materia de Medio Ambiente 2002-2012*, editado por IHOBE, Gobierno Vasco.
  - (2002): *Hacia una Estrategia Europea de Seguridad del Abastecimiento Energético*. COM (2002) 321 Final.
- ENTE VASCO DE LA ENERGÍA Y DEPARTAMENTO DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE (2003): *Energía y Medio Ambiente en la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Gobierno Vasco.
- GOBIERNO VASCO. DEPARTAMENTO DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE (2001): *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Comunidad Autónoma del País Vasco (1990-2000)*, Serie Programa Marco Ambiental, n.º 11, noviembre 2002. Gobierno Vasco.
- GOBIERNO VASCO. DEPARTAMENTO DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE (2002): *Cambio Climático*, Serie Programa Marco Ambiental n.º 15, enero 2003, Gobierno Vasco.
- (2002): *Programa Marco Ambiental de la Comunidad Autónoma del País Vasco (2002-2006). Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible (2002-2020)*.
  - (2003): *Medio Ambiente en la Comunidad Autónoma del País Vasco: Indicadores Ambientales 2003*, Serie Programa Marco Ambiental, n.º 28, noviembre 2003, Gobierno Vasco.
  - (2003): *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Comunidad Autónoma del País Vasco (1990-2001)*, Serie Programa Marco Ambiental, n.º 23, julio 2003, Gobierno Vasco.
  - (2004): *Estrategia Energética Euskadi 2010. Plan 3E-2010*.
  - (2004): *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Comunidad Autónoma del País Vasco (1990-2002)*, Serie Programa Marco Ambiental, n.º 29, febrero 2004, Gobierno Vasco.
  - (2004): *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Comunidad Autónoma del País Vasco (1990-2003)*. En edición.
- NIETO, J. y J. Santamarta (2004): «Evolución de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en España (1990-2003)», en *World Watch*, n.º 21.
- Panel Intergubernamental para el Cambio Climático, 2001. IPCC, *Third Assessment Report*
- Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [en línea], <<http://unfccc.int/2860.php>>.
- RIVERA, A. (2000): *El Cambio Climático: El Calentamiento de la Tierra*, Ed. Temas de Debate. Madrid.

