

## 5.5 CONTRIBUYENDO A LA MEJORA DEL MEDIO AMBIENTE

La energía es un elemento clave que mueve a la sociedad moderna. El consumo de energía, por ejemplo, proporciona confort en el hogar, nos permite trasladarnos en poco tiempo de un sitio a otro y mueve a la industria para que se puedan fabricar los bienes necesarios para disponer de estas ventajas. Sin embargo, el uso de cualquier tipo de energía tiene asociado un coste medioambiental que se produce no sólo en el punto de consumo, sino también en su cadena de producción y transporte. La extracción y uso de combustibles fósiles, la producción de energía eléctrica o incluso la producción de energías renovables son actividades con impactos ambientales. La única energía que no contamina es, por lo tanto, la que no se consume.

Tabla 5.5.1  
COMPARACIÓN AMBIENTAL DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE  
TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA <sup>101</sup>

TECNOLOGÍA	ÍNDICE IMPACTO AMBIENTAL
Lignito	1.735
Petróleo	1.398
Carbón	1.356
Nuclear	672
Solar fotovoltaica	461
Gas natural	267
Eólica	65
Minihidráulica	5

Por lo tanto, para reducir los impactos ambientales relacionados con la utilización de la energía, es básico potenciar las políticas de eficiencia energética, utilizar las energías renovables, usar combustibles fósiles más limpios y, finalmente, elaborar una legislación medioambiental adecuada para que todos los impactos de la cadena estén por debajo de unos límites de tolerancia y, globalmente, hacer que el impacto conjunto sea el menor posible.

La sensibilización respecto a la relación entre la energía y el medio ambiente es hoy en día mucho mayor que hace unas décadas. Se ha avanzado en la adopción de medidas que han conducido a mejoras ambientales, gracias a una planificación adecuada y a una normativa cada vez más completa y exigente en todos los ámbitos. Las exigencias medioambientales son, sin embargo, cada vez más rigurosas, por lo que se debe seguir trabajando en este sentido.

<sup>101</sup> Análisis de ciclo de vida de ocho tecnologías de generación eléctrica. Elaborado en el año 2000 por el EVE, IDAE, Ciemat, APPA y Gobiernos de las CCAA de Aragón, Cataluña, Galicia y Navarra.

## MARCO MEDIOAMBIENTAL EUROPEO E INTERNACIONAL

El desarrollo sostenible y la integración de las consideraciones ambientales en las políticas comunitarias son parte de los objetivos de la Unión Europea desde su creación<sup>102</sup>. La Unión Europea impone una legislación medioambiental marco a los estados miembros en lo referente, entre otros temas, a la evaluación de impacto ambiental, control integrado de la contaminación, gestión de residuos, protección de calidad del aire, gestión ambiental y derecho de acceso a la información.

El Protocolo de Kioto firmado en el año 1997 es la respuesta de gran parte de los países del mundo al calentamiento global de la atmósfera causado por los gases de efecto invernadero, principalmente CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y HCFs. En el mismo se presenta el compromiso por parte de los principales países consumidores de reducir en un 5% la emisión de gases de efecto invernadero para el período 2008-2012, tomando como referencia el año 1990.

Tabla 5.5.2

### PROTOCOLO DE KIOTO. COMPROMISOS DE CONTROL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL AÑO 2008-2012 RESPECTO A 1990

PAÍSES	ÍNDICE COMPROMISO AMBIENTAL
Australia	8 %
Canadá	-6 %
Unión Europea	-8 %
Japón	-6 %
Federación Rusa	0 %
EEUU	-7 %

A pesar de que no ha entrado en vigor, muchas de las partes firmantes del protocolo, como es el caso de la Unión Europea, están trabajando con su cumplimiento como objetivo. En mayo de 2002 la Unión Europea ratificó el Protocolo, comprometiéndose a reducir en un 8% las emisiones de gases de efecto invernadero en el año 2010 respecto a las del año 1990. La limitación para las emisiones de estos gases en el período asumida por el Estado Español fue de un 15% de crecimiento, según el acuerdo alcanzado por la Unión Europea en Luxemburgo en 1998 atendiendo a las circunstancias de cada país.

Por otro lado, con la firma del protocolo de Gotemburgo en 1999, para combatir la contaminación atmosférica transfronteriza, el Estado Español se comprometió también a reducir las emisiones totales de gases contaminantes.

<sup>102</sup> Artículos 2 y 6 del Tratado de la Unión.

Tabla 5.5.3  
COMPROMISO DE REDUCCIÓN DE EMISIONES PARA EL ESTADO ESPAÑOL  
DE ACUERDO CON LA DIRECTIVA NEC<sup>103</sup> Y SU DESARROLLO

U = %

CONTAMINANTE	REDUCCIÓN 2010/1990	REDUCCIÓN 2010/2000
Dióxido de azufre - SO <sub>2</sub>	-64%	-49%
Oxidos de nitrógeno - NO <sub>x</sub>	-31%	-36%
Comp. orgánicos volátiles - NMCOV	-58%	-57%
Amoniaco - NH <sub>3</sub>	-8%	-23%

En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo (Sudáfrica)<sup>104</sup> se instó a los gobiernos a aplicar sus recomendaciones en materia de utilización de la energía para el desarrollo sostenible, adoptando medidas encaminadas a aportar recursos y tecnología a los países en desarrollo, mejorar la normativa en energías renovables y eficiencia, aumentar la cooperación y la integración de la energía en los programas socioeconómicos, mejorar el funcionamiento de los mercados y favorecer la I+D.

El Sexto Programa de Acción Comunitaria en Materia de Medio Ambiente<sup>105</sup> establece el problema del cambio climático como el principal desafío para el próximo decenio, y determina entre sus metas una mayor eficiencia en la gestión de los recursos para asegurar modelos de producción y consumo más sostenibles. Las acciones prioritarias para hacer frente al cambio climático y para la mejora de la calidad del aire están muy relacionadas con la estrategia energética.

La Estrategia Europea de Desarrollo Sostenible<sup>106</sup> establece también como uno de los seis principales temas que mayores problemas suponen para el desarrollo sostenible en Europa "Limitar el cambio climático e incrementar el uso de energías limpias". Entre las medidas que se establecen están la adopción de una directiva sobre fiscalidad de los productos energéticos, la eliminación progresiva de las subvenciones a la producción y al consumo de combustibles fósiles, la reducción de la emisión de gases con efecto invernadero, los combustibles alternativos en el transporte, actuaciones claras para reducir la demanda de energía, y el apoyo a la investigación, desarrollo y difusión de tecnologías energéticas.

<sup>103</sup> Directiva 2001/81/CE sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos.

<sup>104</sup> Agosto de 2002.

<sup>105</sup> Decisión nº 1600/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de julio de 2002 por la que se establece el Sexto Programa de Acción Comunitaria en Materia de Medio Ambiente.

<sup>106</sup> Desarrollo sostenible en Europa para un mundo mejor: Estrategia de la Unión Europea para un Desarrollo Sostenible. Comunicación de la Comisión COM(2001)264 final.

Tabla 5.5.4

**OBJETIVOS AMBIENTALES DE LA ENERGÍA EN LA UE****PRINCIPALES OBJETIVOS AMBIENTALES DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA EUROPEA**

- La reducción del impacto ambiental de la producción y uso de la energía.
- Promoción de la eficiencia y el ahorro de energía.
- Incremento de la participación de las energías más limpias.

Un informe de la Unión Europea sobre energía y medio ambiente publicado en el año 2002<sup>107</sup> concluye que se ha avanzado en la limitación de impactos dentro de la Unión Europea en el período 1990-2000, pero que también queda mucho por hacer al horizonte 2010, ya que las medidas adicionales a aplicar son más costosas y difíciles de implementar.

Tabla 5.5.5

**ESTUDIO EUROPEO SOBRE ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE****PRINCIPALES CONCLUSIONES**

- Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) han disminuido globalmente en la UE entre los años 1990 y 2000. Sin embargo parece difícil que se reduzcan adicionalmente de manera significativa al 2008-2012 sin nuevas medidas de control.
- Las medidas para controlar la contaminación atmosférica debida al uso de la energía han tenido éxito, y se está en el camino correcto para cumplir los objetivos al 2010.
- La contaminación marítima por hidrocarburos ha disminuido, pero su impacto sobre el medio ambiente marino sigue siendo importante, existiendo un riesgo de derrames por accidente.
- Está creciendo el consumo de energía principalmente en el transporte y el sector terciario. Se espera que la tasa de crecimiento se reduzca por las medidas de eficiencia previstas.
- Se está yendo del carbón al gas natural, que es un combustible más limpio. Sin embargo, tras el 2010 apenas quedarán sustituciones por realizar y, además, dejarán de operar instalaciones nucleares por lo que, si son sustituidas por otras de combustible fósil, se espera un incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Esto refuerza la idea de la necesidad de las fuentes de energía renovables.
- Será difícil cumplir los objetivos de renovables con las tendencias actuales. Sin embargo, algunos estados miembros han demostrado que con medidas de apoyo adecuadas se puede acelerar el crecimiento de las renovables.
- Los precios de la energía se han reducido en la UE debido a la liberalización de los mercados y a la reducción de los precios internacionales de los combustibles fósiles. Esto supone la necesidad de un incentivo al consumo de energía si no se aplican políticas de externalización de costes y de control de la demanda.

<sup>107</sup>Energy and environment in the European Union - European Environment Agency, 2002.

## NORMATIVA MEDIOAMBIENTAL EUROPEA EN RELACIÓN CON LA ENERGÍA

Para limitar los efectos de la combustión sobre la calidad del aire se establecen tres tipos de normas: las que especifican la calidad de los combustibles, las que afectan a las limitaciones de emisión en instalaciones y equipos de combustión, y las que establecen valores guía o límite para la calidad del aire. En todos estos campos se han dado en los últimos años modificaciones legislativas con cuya aplicación se conseguirán mejoras medioambientales futuras en la Unión Europea.

### ■ CALIDAD DE LOS COMBUSTIBLES

Existe una directiva europea<sup>108</sup> que contempla nuevas especificaciones ambientales de carburantes. Se establece en la misma un nuevo límite progresivo al contenido en azufre y benceno en estos carburantes, en los años 2000 y 2005.

Tabla 5.5.6

#### NUEVA NORMATIVA DE CONTENIDO MÁXIMO DE AZUFRE EN CARBURANTES<sup>109</sup>

FECHA LÍMITE DE CUMPLIMIENTO	GASOLINA SIN PLOMO	GASÓLEO A
1 de enero de 2000	150 mg/kg	350 mg/kg
1 de enero de 2005	50 mg/kg	50 mg/kg

Hay que tener en cuenta que la limitación de contenido en azufre en 1987 era un orden de magnitud por encima de las nuevas limitaciones. Otra directiva<sup>110</sup> establece las características mínimas de reducción del contenido de azufre de determinados combustibles líquidos, como gasóleos y fuelóleos industriales. Para el gasóleo el límite es del 0,2 % de azufre en peso a partir del 1 de julio de 2000 y del 0,1 % a partir del 1 de enero de 2008. Para los fuelóleos el límite es del 1% de azufre en peso a partir del 1 de enero de 2003, pudiendo los estados autorizar límites más altos si no se superan las cargas críticas globales asignadas al conjunto del estado. La mejora que se ha producido en estos años en la calidad ambiental de los combustibles y específicamente de los carburantes de automoción ha sido por lo tanto sustancial.

<sup>108</sup> La Directiva 98/70/CE fija las características mínimas de las gasolinas y gasóleos de automoción. El Real Decreto 1728/1999 transpone en parte esta directiva.

<sup>109</sup> Real Decreto 1728/1999.

<sup>110</sup> Directiva 1999/32/CE relativa a la reducción del contenido de azufre de determinados combustibles líquidos.

## ■ LIMITACIÓN A LAS EMISIONES

Las grandes instalaciones de combustión están sujetas a limitaciones en las emisiones de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas a la atmósfera. Una directiva reciente<sup>111</sup> incluye limitaciones a las emisiones procedentes de turbinas de gas, que no estaban reguladas en la normativa anterior y que afectan a las emisiones de las plantas de generación eléctrica mediante ciclo combinado. Existe también una normativa específica para la incineración de residuos en la cual se contemplan las emisiones de otros contaminantes.

Por otro lado, la puesta en marcha de la directiva relativa a la prevención y control integrados de la contaminación<sup>112</sup> mejorará la disponibilidad de información y la posibilidad de control a las grandes instalaciones de combustión. El sector del refino también deberá limitar de manera importante sus emisiones de dióxido de azufre a partir del 1 de enero de 2003<sup>113</sup>.

En lo que respecta a las emisiones del tráfico rodado, como fruto del programa europeo "Auto-Oil" ha surgido una nueva normativa sobre carburantes, ya mencionada, y sobre tecnologías en los motores de automoción<sup>114</sup>. Se establecen nuevas limitaciones denominadas Euro 3, de aplicación en el año 2000 y la Euro 4, de aplicación en 2005. Estas directivas implican una reducción de un 30% de las emisiones en vehículos nuevos en 2000, y reducciones adicionales posteriores para el año 2005. Las limitaciones establecidas afectan a las emisiones de monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y partículas.



## ■ LIMITACIONES A LA CALIDAD DEL AIRE

Este tipo de normativa afecta a las políticas energéticas y de transporte, que deberán limitar el uso de combustibles o tomar medidas para la reducción del tráfico cuando la concentración de contaminantes supere unos umbrales<sup>115</sup>. También afecta, de manera indirecta, a las nuevas grandes instalaciones de combustión que, para su ubicación, deben tener en cuenta los límites impuestos, reduciendo su influencia en la calidad del aire del entorno para obtener una declaración de impacto ambiental positiva.

<sup>111</sup> Directiva 2001/80/CE sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión.

<sup>112</sup> Directiva 96/61/CE relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.

<sup>113</sup> Real Decreto 1800/1995.

<sup>114</sup> Directivas 1999/96/CE y 98/69/CE.

<sup>115</sup> Los límites vienen marcados por la directiva europea 1999/30/CE.

## MARCO MEDIOAMBIENTAL VASCO Y POLÍTICA ENERGÉTICA

### ■ POLÍTICA AMBIENTAL VASCA

Las bases de la estrategia en materia de medio ambiente se recogen en la Ley General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco<sup>116</sup>. A objetivos tales como los de la protección y restauración del medio ambiente, conservación de la biodiversidad, mejora de la calidad de vida y minimización de impactos, se unen los relacionados con el desarrollo sostenible, que implica la coordinación de las políticas económicas, industriales, de planificación urbana, de transporte y agrarias.

Tabla 5.5.7

#### LEY GENERAL DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

##### Objetivos Principales

- Garantizar un desarrollo sostenible que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.
- Conservar la biodiversidad, velando por la utilización sostenible de sus componentes, a fin de obtener una participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos ambientales.
- Mejorar la calidad de vida de la ciudadanía, cualquiera que sea el medio ambiental en el que habite.
- Proteger el medio ambiente, prevenir su deterioro y restaurarlo donde haya sido dañado.
- Minimizar los impactos ambientales, evaluando previamente las consecuencias del ejercicio de las actividades y estableciendo las medidas correctoras.
- Fomentar la investigación en todos los campos del conocimiento ambiental.
- Promocionar la educación ambiental en todos los niveles educativos, así como la concienciación ciudadana en la protección del medio ambiente.
- Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente urbano a través de la integración efectiva de las consideraciones medioambientales en la planificación urbana y la protección del patrimonio histórico.
- Garantizar la sostenibilidad del medio rural, preservando e impulsando el equilibrio entre la actividad agraria y el medio ambiente.

La Ley de Medio Ambiente del País Vasco establece el objetivo de desarrollo sostenible para toda la política ambiental que se desarrolle en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma del País Vasco, indicando que el uso del aire, agua, suelo, paisaje, flora y fauna se hará de forma sostenible. Este compromiso de garantizar un desarrollo sostenible implica que la satisfacción de las

<sup>116</sup> Ley 3/1998, Ley General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco de 1998.

necesidades presentes sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

La Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020 indica que el proceso hacia la sostenibilidad requiere de la integración sectorial de los aspectos ambientales y la participación de todos los agentes sociales. Las directrices estratégicas energéticas están contemplados dentro de este Plan.

Tabla 5.5.8

#### METAS AMBIENTALES DE LA ESTRATEGIA AMBIENTAL VASCA DE DESARROLLO SOSTENIBLE 2002-2020 EN RELACIÓN CON LA ENERGÍA

- Garantizar un aire, agua y suelos limpios y saludables. El objetivo es la reducción integrada de las emisiones y vertidos de contaminantes. Entre las emisiones contaminantes a la atmósfera sobre las que se establecen compromisos de reducción y control, las de mayor peso son las relacionadas con el consumo energético.
- Gestión responsable de los recursos naturales y de los residuos. Se establece la necesidad de mejorar la eficiencia en el uso y el ahorro de recursos naturales y potenciar el uso de las energías renovables.
- Enfoque común del equilibrio territorial y la movilidad. Asegurar la contención del crecimiento del transporte por carretera y conseguir un reparto de la demanda de movilidad hacia la oferta de modos de transporte menos perjudiciales para el medio ambiente son objetivos para los programas vascos de transporte, de desarrollo sostenible y de estrategia energética.
- Limitación de la influencia en el cambio climático. Esta meta está relacionada con los objetivos de la estrategia energética ya que los elementos principales de ésta contribuyen a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero: eficiencia energética, desarrollo de energías renovables y uso de energías limpias.

El Programa Marco Ambiental 2002-2006, como plan de actuación que concreta los objetivos a medio plazo, representa una oportunidad para mejorar algunas de las políticas establecidas en los ámbitos económico y social, cambiar ciertas pautas de comportamiento y aportar desde la Administración respuestas coordinadas. Las cinco condiciones consideradas como necesarias para avanzar hacia la sostenibilidad son:

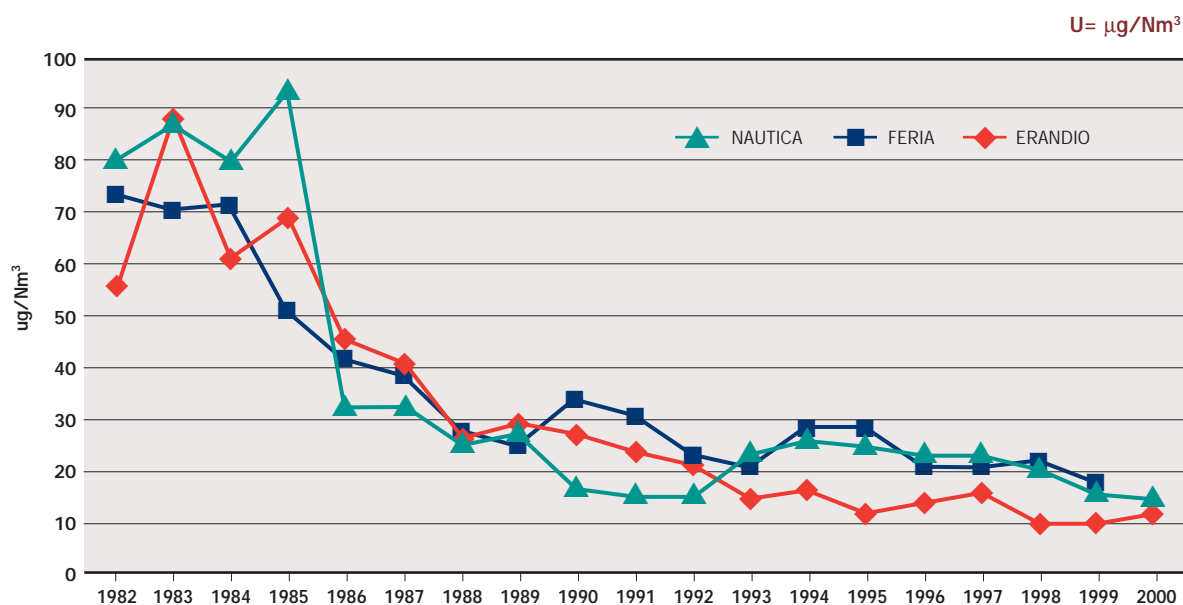
- Integrar la variable ambiental en otras políticas.
- Mejorar la legislación vigente y su aplicación.
- Incitar al mercado a actuar a favor del medio ambiente.
- Capacitar y corresponsabilizar a la ciudadanía, Administración y empresas y modificar sus comportamientos hacia una mayor sostenibilidad.
- Investigación, desarrollo tecnológico e innovación en materia medioambiental.



## ■ ESTRATEGIA ENERGÉTICA Y MEJORA DE LA CALIDAD AMBIENTAL

La reducción en la intensidad energética, la mejora en la calidad de los combustibles y las tecnologías y la sustitución de combustibles por otros más limpios ha producido mejoras significativas en la calidad del aire en Euskadi en los últimos años. Un ejemplo claro es la evolución de los niveles de dióxido de azufre en la zona del Bajo Nervión-Ibaizabal, que son del orden de 10 veces inferiores a las que se dieron veinte años antes. Estas mejoras han llevado a que el Gobierno Vasco en el año 2000<sup>117</sup> anulara la declaración de zona de atmósfera contaminada en este área, vigente desde 1977, aunque se debe continuar con el objetivo de reducir las emisiones.

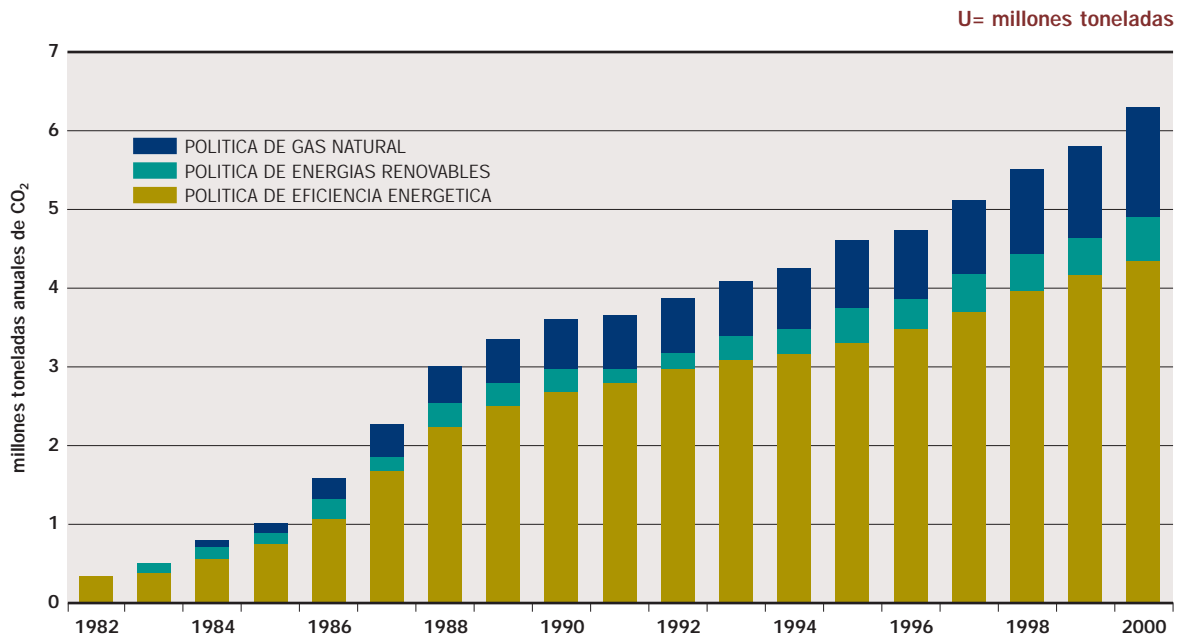
Figura 5.5.9  
EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MEDIA ANUAL DE DIÓXIDO DE AZUFRE  
EN TRES PUNTOS DEL GRAN BILBAO



Las emisiones de los gases de efecto invernadero no tienen impacto sobre el propio territorio sino desde una perspectiva global. El calentamiento de la Tierra es un problema que preocupa al Gobierno Vasco y que hay que afrontar desde un punto de vista solidario. Por ello el Programa Marco Ambiental del Gobierno Vasco señala como una de las metas prioritarias de futuro la limitación de la influencia sobre el cambio climático. En este sentido, la contribución de la política energética vasca es decisiva. En efecto, desde su implantación en Euskadi en el año 1982, los programas de eficiencia energética, diversificación y sustitución de combustibles por energías renovables han generado un ahorro de emisiones de  $\text{CO}_2$ , que en el año 2000 supusieron más de 5 millones de toneladas anuales.

<sup>117</sup> Decreto 42/2000 por el que se aprueba la cesación de la declaración de zona de atmósfera contaminada, establecida por Decreto 3322/1977, de 16 de diciembre, sobre régimen aplicable a los términos municipales del área del "Gran Bilbao".

Figura 5.5.10

CONTRIBUCIÓN REAL EN LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> DE LOS PRINCIPALES PROGRAMAS ENERGÉTICOS DEL GOBIERNO VASCO 1982-2000

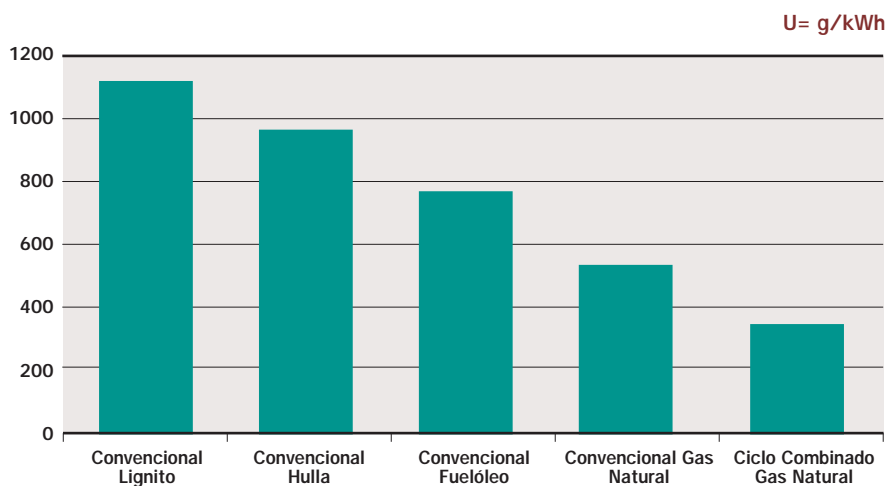
## ■ NUEVA GENERACIÓN ELÉCTRICA

Euskadi ha importado regularmente en los últimos años alrededor del 80% de la energía eléctrica consumida. Con la puesta en marcha de nuevos proyectos de generación eléctrica de elevada eficiencia se reducirán las importaciones y, por lo tanto, las emisiones externas de contaminantes<sup>118</sup>. Al estudiar el efecto neto, se comprueba que el aumento de la generación eléctrica mediante ciclos combinados de gas natural en Euskadi no contribuye al aumento de las emisiones de gases contaminantes. Por un lado, la cantidad de combustible gastado por unidad de energía eléctrica producida en los nuevos ciclos combinados es la menor entre los sistemas de generación termoeléctrica. Por otro, las emisiones de gases contaminantes son más reducidas y, por último, al producirse la energía cerca del punto de consumo, se genera un ahorro adicional al evitarse pérdidas en transporte.

Las plantas con una capacidad de combustión de más de 50 MW, los parques de generación eólica y las líneas eléctricas son proyectos que están sometidos al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, y la imposición de las medidas correctoras que puedan ser requeridas para los impactos locales debe garantizar que estos sean aceptables para la sociedad.

<sup>118</sup> Las unidades de energía eléctrica producidas marginalmente en el mercado estatal se generan en centrales termoeléctricas que emplean carbón con bajo rendimiento.

Figura 5.5.11

COMPARACIÓN DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> DE TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN TERMOELÉCTRICA

## ANÁLISIS DE EMISIONES 2000

Los datos del informe de emisiones 1990-2000 del Gobierno Vasco<sup>119</sup> muestran un crecimiento de las emisiones de dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno derivadas del consumo de energía en Euskadi en este período, y una reducción de las emisiones de monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles y dióxido de azufre.



Existe una relación prácticamente directa entre la demanda de energía y la emisión de gases de efecto invernadero ya que en su mayor parte la demanda de energía está cubierta por combustibles fósiles. La energía en Euskadi supone un 85% del conjunto de las emisiones de gases de efecto invernadero, que constan principalmente de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. De estos gases, el CO<sub>2</sub> es el que más importancia tiene en las emisiones energéticas de gases de efecto invernadero<sup>120</sup>.

Respecto a 1990, año tomado como referencia en el Protocolo de Kioto, el incremento global de emisiones de gases de efecto invernadero en Euskadi en el período 1990-2000 ha sido del 20%. En este mismo período, el incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero causa-

<sup>119</sup> Eusko Jaurlaritza / Gobierno Vasco - Inventario de emisiones de CO<sub>2</sub> 1990-2000 en la C.A. del País Vasco

<sup>120</sup> El CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O participan con el 2% en las emisiones energéticas de GEI (CO<sub>2</sub> equivalente).

das por la energía ha sido del 24%<sup>121</sup>, consecuencia lógica del incremento de la demanda de combustibles fósiles. Las mayores emisiones directas de CO<sub>2</sub> corresponden a los sectores de la transformación energética (refinería y generación eléctrica), a la importación eléctrica y al transporte, destacando la importante aportación creciente de este último sector. Un análisis de la contribución ambiental de los programas energéticos del Gobierno Vasco indica que, sin la contribución de los programas de eficiencia energética y renovables, las emisiones de gases de efecto invernadero habrían aumentado en el período 1990-2000 un 33%<sup>122</sup>.

Las emisiones de óxidos de nitrógeno en el período 1990-2000 han aumentado un 21%. El sector de mayores emisiones de este contaminante es el transporte, cuyo consumo de combustibles creció un 68%. La disminución de emisiones específicas por mejora de los motores en automóviles no ha sido suficiente para compensar el crecimiento en el consumo. Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles, monóxido de carbono y dióxido de azufre han disminuido a pesar del crecimiento del consumo, por la mejora en instalaciones de combustión y motores, y por las continuas mejoras de calidad en los combustibles.

Tabla 5.5.12

#### VARIACIÓN DE LAS EMISIONES DIRECTAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS DERIVADAS DEL CONSUMO DE ENERGÍA 1990-2000 EN EUSKADI

CONTAMINANTE	VARIACIÓN 1990-2000
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	-21%
Óxidos de nitrógeno (NOx)	+ 21%
Compuestos orgánicos volátiles (COV)	-23%
Monóxido de carbono (CO)	-18%

Fuente: Gobierno Vasco – Inventario de Emisiones de CO<sub>2</sub> 1990-2000.

Respecto a los gases de efecto invernadero, si se tienen en cuenta tanto las emisiones directas de la combustión como las asociadas a la energía eléctrica consumida, se pueden diferenciar varias tendencias por sectores: a) el sector industrial presenta una alta participación del 40%, pero su tendencia –debido a cambios estructurales y al positivo impacto de los programas energéticos de eficiencia y diversificación– es de control de las emisiones, b) el sector transporte participa de forma importante con un 20%, pero además con una tendencia preocupante, c) el sector energético es responsable del 15% de las emisiones, pero su tendencia a futuro es de mejora, y d) el resto de sectores, con bajas participaciones entre el 5-8%, aunque con tendencias de aumento moderadas, salvo en el sector servicios, que presenta crecimientos más importantes.

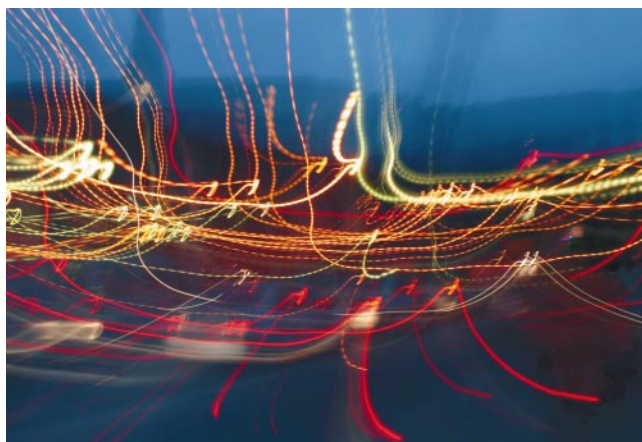
<sup>121</sup> Según el estudio-inventario del Gobierno Vasco, las emisiones de GEI asociadas a la energía fueron en el año 2000 de 20,4 Mt (CO<sub>2</sub> equivalente incluida la importación de energía eléctrica).

<sup>122</sup> El análisis considera unas emisiones en los años 1990 y 2000 aumentadas en las cantidades evitadas por los programas energéticos desde 1982.

Tabla 5.5.13  
SITUACIÓN SECTORIAL EN LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

SECTOR	TENDENCIA 1990-2000 DE LAS EMISIONES DE GEI	PARTICIPACIÓN EN LAS EMISIONES DE GEI 2000
Sector energético	+28%	15%
Industria	-3%	40%
Transporte	+69%	20%
Residencial	+25%	8%
Servicios	+111%	6%
Agricultura	+11%	5%
Residuos	+37%	6%

Fuente: Gobierno Vasco – Inventario de Emisiones de CO<sub>2</sub> 1990-2000.



### CRITERIOS ENERGÉTICOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

En materia de energía, de cara al año 2010, se establecen como criterios básicos de desarrollo sostenible el control de las emisiones de gases de efecto invernadero y la mejora de la calidad del aire mediante reducción del nivel de emisiones de dióxido de azufre, monóxido de carbono, partículas y óxidos de nitrógeno respecto al año 2000.

Tabla 5.5.14  
ESTRATEGIA ENERGÉTICA DE DESARROLLO SOSTENIBLE 2000-2010 EN EUSKADI

- El logro de la sostenibilidad exige la reducción del consumo de combustibles fósiles, por lo que es necesario apoyar el ahorro y eficiencia energética en todos los sectores consumidores, como primera medida energético-ambiental.
- En segundo lugar, alcanzar una participación cada vez mayor del aprovechamiento de los recursos renovables en sustitución de las energías convencionales, tanto en la demanda global de las energías renovables, como en la generación eléctrica mediante este tipo de recurso.
- Como tercera estrategia, en apoyo de las estrategias anteriores, fomentar el uso de energías menos contaminantes y de mayor calidad ambiental.

Tabla 5.5.15

**CRITERIOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE 2000-2010 EN MATERIA ENERGÉTICA EN EUSKADI**

- En relación con los gases de efecto invernadero (GEI) de impacto global:  
Limitar las emisiones debidas al consumo energético en Euskadi en el año 2010 respecto a las de 1990:
  - Aumento GEI por energía: <15%<sup>123</sup>

**EMISIONES AMBIENTALES 2010**

Del marco general y las políticas energéticas se derivan diversas tendencias energético-ambientales para el futuro. Aunque las previsiones indican que aumentará la demanda de energía, se prevé que continúe la tendencia a la disminución de emisiones de dióxido de azufre y partículas debido a la mejora en las especificaciones de los combustibles, a las limitaciones en el empleo de los de alto contenido en azufre como el fuelóleo y a la sustitución por combustibles más limpios. También disminuirán las emisiones de otros contaminantes cuya producción depende de la tecnología de combustión, tales como los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono y los compuestos orgánicos volátiles.

Con la estrategia energética planteada se pretende cambiar la tendencia de crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero, posibilitando una reducción efectiva en el período 2000-2010, que conllevaría limitar el crecimiento 1990-2010 contribuyendo a los objetivos de Kioto.

**■ PREVISIÓN DE EMISIONES ENERGÉTICAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

Una política intensiva y eficaz de mejora tecnológica y uso racional de la energía, fomento de las energías renovables, utilización de energías más limpias y aumento de la calidad de los combustibles producirá globalmente una reducción significativa en las emisiones de contaminantes en el período 2000-2010.

Con ello se podrá lograr una reducción en las emisiones energéticas de gases de efecto invernadero en el período 2000-2010, alcanzando un nivel de emisiones del +11% en el año 2010 con respecto al año de referencia 1990<sup>124</sup>. En el escenario de evolución tendencial de los sec-

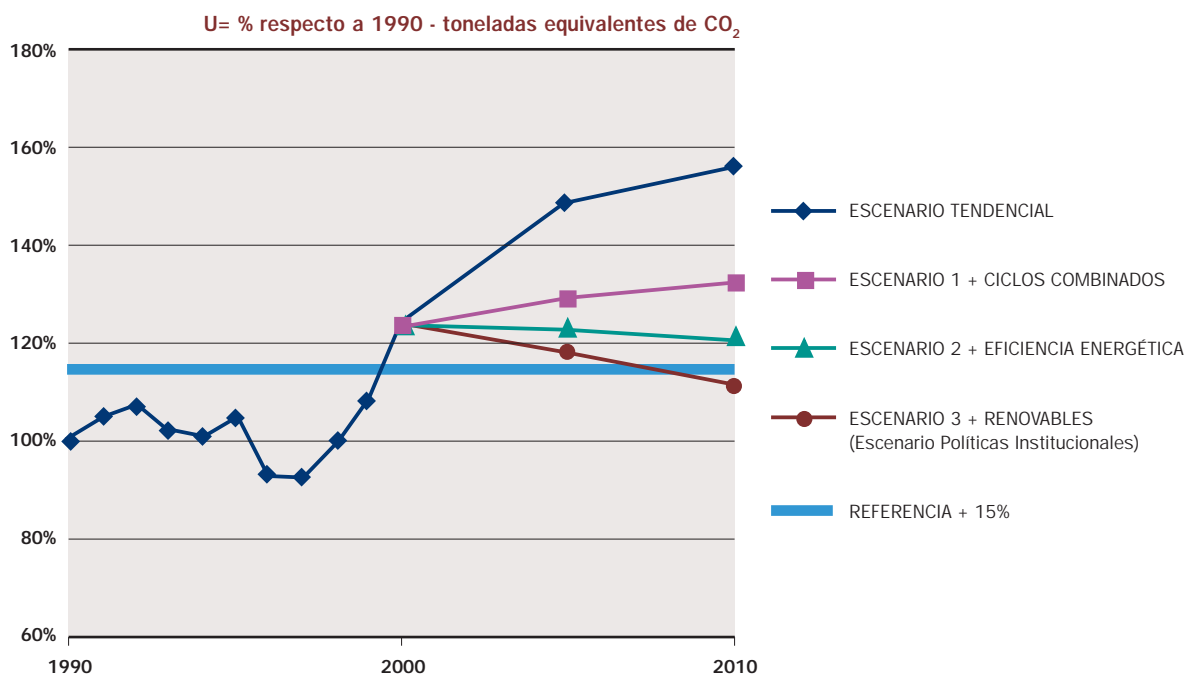
<sup>123</sup> Este aumento es aplicable sólo a las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del consumo de energía, que son aproximadamente el 85% del total. No se tiene en cuenta la reducción de las emisiones de metano en vertedero derivada de la puesta en marcha de plantas de valorización energética de RSU, que producirá beneficios adicionales.

<sup>124</sup> Las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía suponen en Euskadi un 85% de las emisiones de gases de efecto invernadero totales.

tores de actividad, sin considerar los programas energéticos, estas emisiones podrían aumentar un 26% en el período 2000-2010, con lo que el crecimiento total respecto a 1990 sería del +56%.

Figura 5.5.16

### EMISIONES ENERGÉTICAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LOS DIFERENTES ESCENARIOS DE POLÍTICA ENERGÉTICA 2000-2010 EN EUSKADI



#### PREVISIÓN DE EMISIONES DE OTROS GASES CONTAMINANTES

El conjunto de programas energéticos tendrían también un positivo impacto en la reducción de las emisiones de los otros contaminantes atmosféricos como el dióxido de azufre, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, etc.



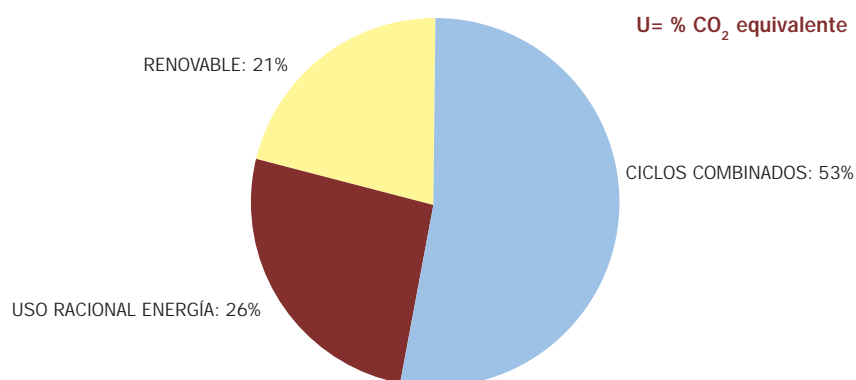
Tabla 5.5.17  
PREVISIÓN DE EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS  
DERIVADOS DEL USO DE LA ENERGÍA 2000-2010 EN EUSKADI<sup>125</sup>

CONTAMINANTE	PREVISIÓN 2000-2011
Dióxido de azufre - SO <sub>2</sub>	-70%
Monóxido de carbono - CO	-52%
Óxidos de nitrógeno - NO <sub>x</sub>	-46%
Comp. orgánicos volátiles - NMCOV	-34%
Partículas en suspensión - PS	-15%

#### ■ CONTRIBUCIÓN DE LOS PROGRAMAS ENERGÉTICOS

Los distintos programas energéticos contribuyen de forma diferente a esta importante reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Mientras que los programas de eficiencia y renovables contribuyen con el 47%, la utilización de ciclos combinados supone un 53%.

Figura 5.5.18  
CONTRIBUCIÓN DE LOS PROGRAMAS ENERGÉTICOS AL AHORRO DE EMISIONES DE GASES  
DE EFECTO INVERNADERO 2000-2010 EN EUSKADI, RESPECTO A LA SITUACIÓN TENDENCIAL



Las medidas de eficiencia energética, ahorro y cogeneración, representan una reducción del consumo energético y, por lo tanto, de los impactos ambientales asociados. Se prevé que la implantación de estas medidas de uso racional de la energía en el período pueda suponer en el año 2010 un ahorro anual de 1.870.000 toneladas de gases de efecto invernadero.

<sup>125</sup> Se tienen en cuenta las emisiones asociadas a la energía eléctrica importada o exportada.



El empleo de las energías renovables (hidráulica, biomasa, eólica, solar y otras), tanto en generación eléctrica como en uso final, tiene un impacto positivo en las emisiones de gases contaminantes, incluidos los de efecto invernadero. Los programas de desarrollo previstos, en especial el eólico, supondrán en el año 2010 una reducción anual de 1.550.000 toneladas de gases de efecto invernadero.

La generación eléctrica mediante biogás en los vertederos o plantas de digestión anaerobia de residuos o lodos tiene una doble ventaja en lo que respecta a las emisiones a la atmósfera. Por un lado se produce energía eléctrica que sería necesario obtener de otro modo con las consiguientes emisiones. Por otro, se elimina metano producido en la descomposición anaerobia de los residuos<sup>126</sup>. A pesar de las plantas de biogás instaladas y debido a que éstas sólo recogen una parte del biogás generado y al crecimiento de los residuos depositados, la cantidad de metano que emiten los vertederos en Euskadi ha seguido creciendo<sup>127</sup>

La puesta en marcha de instalaciones de valorización energética de residuos sólidos urbanos contribuirá a modificar esta tendencia y a reducir el metano emitido a la atmósfera por los vertederos<sup>128</sup>. Dichas instalaciones responden a las tecnologías más avanzadas, tanto en sus aspectos ambientales como de eficiencia energética.



En cuanto a la relación entre transporte y calidad del aire, el principal reto que hay que afrontar es el de frenar el crecimiento en el consumo de energía en este sector. A pesar de este crecimiento, la evolución de la tecnología de los motores de automoción impuesta por la Unión Europea será determinante en la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles, ya que el tráfico es el principal emisor de estos contaminantes. Gracias a la mejora en las futuras especificaciones de los carburantes, se reducirán también las emisiones de dióxido de azufre en el transporte.

Por otro lado, el empleo de biocarburantes en el transporte supone una importante reducción de gases de efecto invernadero, valorada en 560.000 toneladas anuales de CO<sub>2</sub>. El empleo de biocarburantes no tendrá, sin embargo, un efecto tan importante en las emisiones de otros gases contaminantes, debido a la cada vez mayor calidad ambiental de los carburantes convencionales.

<sup>126</sup> El metano es un gas que tiene un capacidad de calentamiento de la atmósfera 21 veces superior a la del dióxido de carbono.

<sup>127</sup> Eusko Jaurlaritz / Gobierno Vasco - Inventario de Emisiones de CO<sub>2</sub> 1990-2000.

<sup>128</sup> El análisis considera unas emisiones en los años 1990 y 2000 aumentadas en las cantidades evitadas por IEL. El metano emitido en los vertederos de Euskadi supone en el 2000 el 8% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Este ahorro no se ha tenido en cuenta en las cifras de ahorro total que se indican para el 2010, ya que las emisiones de metano en vertedero no se consideran como energéticas según IPCC.

Los vehículos eléctricos o híbridos y las pilas de combustible en el transporte, operando con hidrógeno o metano, son tecnologías que podrán contribuir en el futuro de manera adecuada a la mejora de la calidad del aire urbano, siempre que se den condiciones técnico-económicas adecuadas para su implantación a gran escala. El uso de pilas de combustible a pequeña escala en edificios, en fase hoy precomercial, puede también suponer una aportación positiva a la calidad del aire urbana.

La puesta en marcha de nueva generación eléctrica mediante ciclos combinados de gas natural permitirá reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero en torno a unas 3.780.000 toneladas en el año 2010 respecto a la situación tendencial<sup>129</sup>. Al reducirse las importaciones de energía, disminuirán las emisiones en otras plantas externas, con un efecto neto positivo. Los estudios ambientales realizados<sup>130</sup> indican, por otro lado, que los nuevos proyectos de infraestructuras energéticas previstos no van a alterar la tendencia general a la mejora de la calidad del aire que se viene observando en los últimos años en Euskadi<sup>131</sup>.

Tabla 5.5.19  
COMPARACIÓN DE EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS  
EN INSTALACIONES GENERACIÓN ELÉCTRICA

U= g/kWh

Tecnología:	Ciclo Combinado	Ciclo Simple	Mix Estatal 2000
Combustible:	Gas natural	Carbón	Fósil, Nuclear, Renovable
Contaminantes:			
CO <sub>2</sub>	370	958	439
NO <sub>x</sub>	0,2	2,9	1,3
SO <sub>2</sub>	0,0	10,5	4,8
Partículas	0,0	0,4	0,2

<sup>129</sup> La puesta en marcha de una instalación de ciclo combinado utilizando productos residuales de la refinería gasificados y depurados ambientalmente supondrá eliminar del mercado 1.400.000 toneladas de fuelóleos pesados de alto contenido en azufre, además de generar una energía eléctrica con alto rendimiento. El efecto neto es una reducción de las emisiones globales a la atmósfera de dióxido de azufre (con una recuperación del 99,8% de azufre) y otros contaminantes. Se estima una reducción de 560.000 toneladas anuales de CO<sub>2</sub>, en comparación con una central térmica convencional.

<sup>130</sup> Eusko Jaurlaritz / Gobierno Vasco - Estudio Integral del impacto atmosférico de las nuevas instalaciones de generación de energía eléctrica en Bizkaia, 2001.

<sup>131</sup> Por ejemplo, el impacto máximo conjunto de los nuevos ciclos combinados en la Margen Izquierda del Nervión será de unos 2 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> de media anual frente al límite de 40 µg/m<sup>3</sup> establecido en la normativa europea.

## 5.6 IMPULSO A LA INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

### MARCO EUROPEO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

La orientación de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico a nivel europeo se definen a través de un programa marco plurianual. El actual VI Programa Marco<sup>132</sup> contiene las líneas prioritarias de actuación en la UE para el período 2002-2006, y se desarrolla en base a proyectos de colaboración dentro de programas integrados.

El área de investigación denominado como "Sistemas Energéticos Sostenibles" se encuadra dentro del eje prioritario de actuación de "Desarrollo sostenible, cambio global y ecosistemas". Los principales objetivos de este programa son la reducción de los gases de efecto invernadero y otras emisiones contaminantes, mejorar la seguridad del suministro energético europeo, potenciar los niveles de eficiencia energética, incrementar el uso de las energías renovables, y alcanzar un alto grado de competitividad de la industria europea.

Varias son las áreas de la Comisión Europea responsables de desarrollar el programa de investigación en este área dependiendo del horizonte de su aplicación. El presupuesto total destinado al mismo en el período de vigencia del presente Programa Marco es de 810 M€.



Entre las actividades a corto-medio plazo a impulsar desde la DG TREN<sup>133</sup> destacan los programas para la reducción de los costes de inversión de las tecnologías energéticas renovables más maduras de cara a su masiva incorporación, la eficiencia energética en los edificios y la utilización de combustibles alternativos en transporte. Otras actividades serán coordinadas desde la DG RTD<sup>134</sup>,

<sup>132</sup> El VI Programa Marco Europeo de I+D fue aprobado por la Comisión de Competitividad en setiembre de 2002.

<sup>133</sup> DG TREN es la Dirección General de Transporte y Energía de la Comisión Europea.

<sup>134</sup> DG RTD es la Dirección General de Investigación de la Comisión Europea.

y se corresponden con la investigación y desarrollo tecnológico de tecnologías energéticas a medio-largo plazo, como son las pilas de combustible y los sistemas de hidrógeno, la incorporación a gran escala de la generación distribuida, nuevas tecnologías de aprovechamiento de la biomasa residual y de un mercado de los biocarburantes, el desarrollo de nuevas tecnologías fotovoltaicas avanzadas, o de los sistemas de captura del CO<sub>2</sub>.

Tabla 5.6.1

## VI PROGRAMA MARCO EUROPEO DE I+D 2002-2006

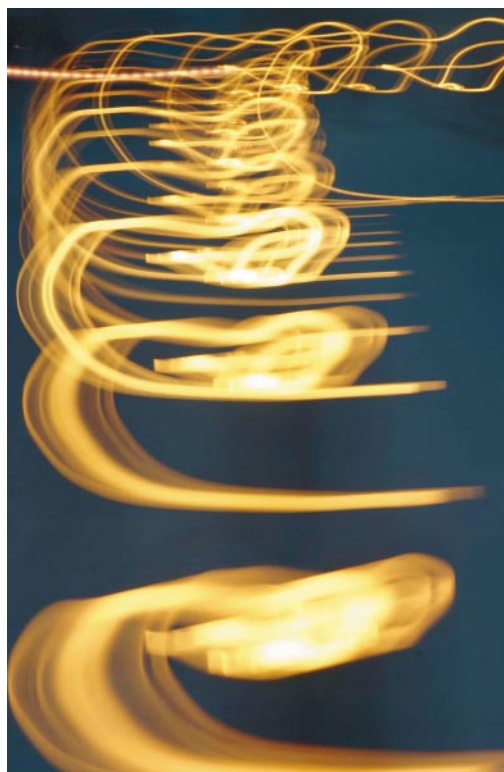
CAMPOS DE ACTUACIÓN Y LÍNEAS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL ÁREA SISTEMAS ENERGÉTICOS SOSTENIBLES	
Actuaciones a corto-medio plazo	
Promotor: DG TREN	
■ Energías limpias, en particular renovables	Disminuir los costes específicos de las energías renovables (electricidad de la biomasa, combustibles residuales, eólica, fotovoltaica, etc.), e integrar a gran escala las energías renovables.
■ Eficiencia energética	Eco-edificios (diseño, construcción y operación de nuevos o reformados edificios), poligeneración (electricidad, calor, frío, etc.) y generación distribuida.
■ Combustibles alternativos	Integración de combustibles alternativos (biocarburantes, gas natural e hidrógeno) en el sistema de transporte, estrategias para un transporte urbano limpio.
Actuaciones a medio-largo plazo	
Promotor: DG RTD	
■ Pilas de combustible	Desarrollo de componentes para pilas de combustible de baja y alta temperatura, optimización, reducción de costes, y aplicaciones de 0'5-5 MW (sistemas portátiles, pequeños vehículos, transporte pesado).
■ Hidrógeno	Sistemas de producción limpia, infraestructuras de distribución y almacenamiento, investigación en materiales básicos, sistemas de seguridad, reducción de costes.
■ Generación distribuida	Potenciación de sistemas a gran escala, almacenamiento de energías y tecnologías para conexión a red, tecnologías de redes interactivas.
■ Fotovoltaica	Placas fotovoltaicas avanzadas, desarrollo de componentes y sistemas, investigación en nuevas tecnologías y materiales, fotovoltaica de alta potencia.
■ Biomasa	Tecnologías de combustión, sistemas de gasificación, biocarburantes para transporte y pilas de combustible, energía de la biomasa residual.
■ Captura de CO <sub>2</sub>	Captura pre y postcombustión, tecnologías geológicas, mineral químico.
■ Aspectos socio-económicos	Externalidades, impacto social, aspectos éticos, métodos cualitativos y cuantitativos de previsión.

Fuente: Comisión Europea – Dirección General de Investigación.

## PLAN VASCO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN: UN DESAFÍO TECNOLÓGICO PARA EUSKADI

Los retos que se presentan en la nueva estrategia energética vasca requieren de una actuación dirigida y coordinada de todas las instituciones, organismos y empresas de cara a desarrollar de forma decidida diversas líneas estratégicas en materia de I+D en el campo de la energía. La importante apuesta por las innovaciones y las tecnologías emergentes de aprovechamiento de los recursos renovables, la potenciación del uso de microtecnologías energéticas en sectores más atomizados como el sector terciario y la pequeña industria, o los retos de la continua mejora de la eficiencia energética en los sistemas y equipamientos energéticos, constituyen buenos ejemplos de esta necesidad.

En Euskadi, se ha diseñado una estrategia específica de desarrollo tecnológico en todos los sectores, y también en materia energética. Las áreas claves y líneas estratégicas de I+D que aquí se presentan se corresponden con las establecidas en el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno Vasco actualmente vigente<sup>135</sup>. En dicho Plan se contemplan básicamente como investigación de carácter energético el Programa Sectorial de Energías Limpias y Uso Racional, y el Programa Estratégico de Microenergías, que se presentan a continuación.



### ■ PROGRAMA VASCO DE INVESTIGACIÓN SECTORIAL DE ENERGÍAS LIMPIAS Y USO RACIONAL

La I+D en el campo de la energía tiene un alto potencial de generación de riqueza y de contribución al bienestar social en el País Vasco. Además de favorecer la competitividad de sectores intensivos en el uso de la energía con fuerte presencia, la continua innovación y mejora energética es imprescindible para lograr un posicionamiento adecuado en ciertos subsectores o tecnologías donde pueden surgir grandes oportunidades para las empresas vascas. Además, como actividad industrial el subsector de bienes de equipo energéticos es uno de los sectores claves en la economía vasca, tanto por su volumen, como por su importancia estratégica. Contribuye

<sup>135</sup> Eusko Jaurlaritza - Dpto. Industria, Comercio y Turismo - Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación 2001-2004. El Plan establece 3 áreas básicas de actuación: Investigación Básica (no orientada), Investigación Estratégica (investigación básica orientada), Áreas Clave (investigación en sectores relevantes).

de forma importante al PIB vasco y es uno de los más relevantes en términos de generación de empleo directo e indirecto. Por otro lado, afecta al conjunto de la sociedad aumentando el bienestar social a través de un suministro energético de mayor calidad y seguridad, competitivo y respetuoso con el medio ambiente.

El Programa debe contribuir desde el ámbito del desarrollo tecnológico y la innovación a la consecución de los objetivos de la Política Energética Vasca. Los objetivos estratégicos de este programa se orientan en torno a las innovaciones en eficiencia energética en todos los sectores consumidores, la aceleración de la aplicación de las nuevas tecnologías, la potenciación del desarrollo tecnológico de las energías renovables y la mejora continua de las infraestructuras energéticas, principalmente en relación con calidad, seguridad y medioambiente.

Tabla 5.6.2

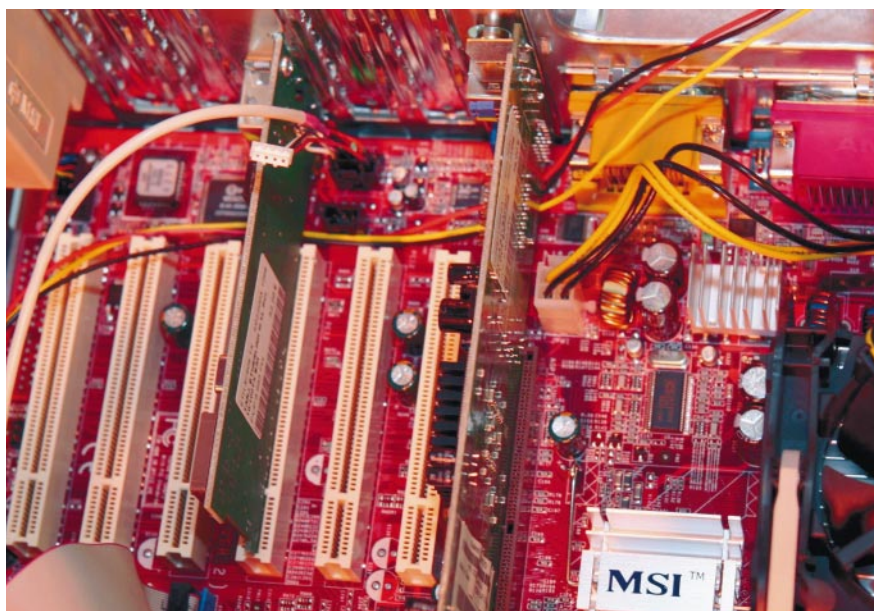
**PLAN VASCO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN 2001-2004**

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DEL PROGRAMA DE ENERGÍAS LIMPIAS Y USO RACIONAL**

- Desarrollar e introducir innovaciones para un uso racional de la energía tanto en la industria como en el transporte, construcción y sector servicios.
- Desarrollar los conocimientos y tecnologías que contribuyan al aumento del peso de las energías nuevas y renovables en el consumo energético vasco.
- Desarrollar e implantar nuevas soluciones que permitan reducir y controlar las emisiones en procesos industriales y energéticos.
- Promocionar el I+D y su explotación para aprovechar oportunidades de negocio en el ámbito energético.
- Introducir innovaciones tecnológicas en el sistema energético vasco que permitan aumentar la calidad y seguridad del servicio.
- Capacitar a los Agentes de la Red Vasca de Tecnología para que puedan dar el soporte adecuado al sector empresarial en las líneas tecnológicas energéticas.
- Fortalecer la cooperación en I+D dentro del sector entre utilities y sus proveedoras de bienes y servicios, en especial las PYMES.
- Fortalecer la cooperación entre empresas del sector energético y los agentes de la Red Vasca de Tecnología.
- Capacitar tecnológicamente a las empresas del sector energético vasco (tanto utilities como proveedoras de equipos y servicios) para favorecer su internacionalización.
- Desarrollar las tecnologías que posibiliten la mejora o lanzamiento de nuevos productos en las empresas proveedoras de equipos y servicios para el sector energético.

Las actividades del programa Energías Limpias y Uso Racional se localizan en las áreas y líneas tecnológicas que han sido identificadas como más relevantes o prioritarias para Euskadi, y se agrupan en actuaciones de apoyo a la investigación básica para la generación de conocimiento, actuaciones relacionadas con la investigación aplicada y el desarrollo de nuevos productos, procesos, o innovaciones tecnológicas, así como actividades complementarias de difusión, formación, etc. Las áreas clave del programa son generación y almacenamiento de energía, energías nuevas y renovables, transporte y distribución de energía, nuevas aplicaciones energéticas, uso racional de la energía, y tecnologías energéticas horizontales.

#### ■ PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN ESTRATÉGICA DE MICROENERGÍAS EN EUSKADI



En los últimos años se observa una evolución del sector energético en general y eléctrico en particular caracterizada por la reestructuración y liberalización, el incremento de las necesidades energéticas y los avances tecnológicos. Estos factores están creando un fenómeno incipiente por el que la generación de la energía eléctrica pasa de concen-

trarse en un número limitado de grandes instalaciones a integrarse de forma extremadamente atomizada en la red de distribución. Previsiblemente una parte de la energía eléctrica se producirá más próxima a los puntos de consumo. Este nuevo concepto de distribución activa, también conocida como generación distribuida, está emergiendo como un nuevo paradigma de la generación y distribución eléctrica, y presenta características de un proceso de ruptura tecnológica y de redes de valor. Se espera un crecimiento importante del mismo a largo plazo.

Este programa tiene como objetivo básico crear una infraestructura tecnológica, industrial y de servicios para propiciar el desarrollo del nuevo sector de la generación distribuida en Euskadi. Las áreas científico-técnicas que se abordan en este programa a medio plazo tienen que ver con la generación y distribución de energía, y con las tecnologías horizontales para sistemas energéticos e industriales. Más concretamente se pueden clasificar en los tres bloques siguientes de líneas tecnológicas: microsistemas avanzados de generación distribuida de electricidad, componentes, sistemas y servicios para la red de distribución activa de electricidad, y servicios orientados al mercado eléctrico.

Tabla 5.6.3  
PLAN VASCO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN 2001-2004

ÁREAS Y LÍNEAS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL PROGRAMA SECTORIAL DE ENERGÍAS LIMPIAS Y USO RACIONAL	
■ Área 1: Generación y Almacenamiento de la Energía	Combustión, Generación avanzada, Motores térmicos, Almacenamiento de energía, Combustibles.
■ Área 2: Energías Nuevas y Renovables	Eólica, Biomasa, Hidráulica, Solar, Otras fuentes de energía, Integración de renovables, Aplicaciones avanzadas.
■ Área 3: Transporte y Distribución de Energía	Energía eléctrica, Gas Natural, Tecnologías GNL, Transporte y distribución activa.
■ Área 4: Aplicaciones	Equipos de combustión, Nuevas aplicaciones gas, Electrotecnologías, Aplicaciones eléctricas.
■ Área 5: Uso Racional de la Energía	Edificación y Servicios, Industria, Transporte.
■ Área 6: Tecnologías Horizontales para Usos Energéticos Industriales	Tecnologías de Mantenimiento, Monitorización y Control, Entorno TICs.
ÁREAS DE ACTUACIÓN Y LÍNEAS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO EN EL PROGRAMA ESTRATÉGICO DE MICROENERGÍAS	
■ Área 1: Microsistemas avanzados de generación distribuida de electricidad	Pilas de combustible de óxido metálico, Generador fotovoltaico, Microturbinas.
■ Área 2: Componentes, sistemas y servicios para la red de distribución activa de electricidad	Sistemas electrónicos de potencia y condicionamiento de red, Sistemas de protección y medida para MT y BT.
■ Área 3: Servicios orientados al mercado eléctrico	Distribución de electricidad., Clientes, Comercio electrónico.

## PRIORIDADES DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN ENERGÉTICA EN LA ESTRATEGIA ENERGÉTICA DE EUSKADI 2010

Los importantes retos y objetivos planteados en la nueva estrategia energética vasca al horizonte del año 2010, conllevan paralelamente asociados un mayor esfuerzo institucional y empresarial en materia de innovación tecnológica de sistemas, equipos y tecnologías energéticas.



En el lado del consumo energético, la necesidad de promover la generalización de las aplicaciones de las mejoras tecnológica-energéticas en los sectores más atomizados (vivienda, pequeña industria, comercio, establecimientos de servicios, transporte por carretera, etc.) obliga a desarrollar normativas energéticas y desarrollos energéticos asociados, sobre todo en relación con el uso racional de la energía. La mejora de la eficiencia de los equipamientos energéticos (hornos, calderas, motores, iluminación, electrodomésticos, aislamientos, etc.) debe ser una estrategia constante, que debe seguir dando fruto a medio-largo plazo. La potenciación de nuevos sistemas y aplicaciones de autoconsumo de las energías renovables, como la energía solar térmica y fotovoltaica, o los biocarburantes, debe también ser promovida dentro de un programa eficiente de desarrollo tecnológico en su vertiente de aplicación a mercado.

Referente a la oferta energética, la investigación y desarrollo tecnológico de los grandes equipos y sistemas de suministro, generación, transformación, transporte y distribución, aunque son relevantes en la economía vasca, está en manos de los grandes grupos empresariales y de los proveedores internacionales, dentro de un mercado más global y competitivo. En este Plan la orientación básica de la innovación tecnológica está enfocada a los objetivos inmediatos, críticos y locales del mismo. El desarrollo de nuevos sistemas de cogeneración y microcogeneración, la implantación de sistemas eficientes de generación o el desarrollo tecnológico del potencial de la energía eólica, son ejemplos de líneas prioritarias de innovación.

### ■ UN GRAN ESFUERZO DE INNOVACIÓN EN MATERIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La innovación y el desarrollo tecnológico de los sistemas, equipos y aplicaciones energéticas debe ser prioritarios en el campo de la eficiencia energética, para la consecución de los objetivos estratégicos planteados al horizonte 2010. Si bien muchas de las medidas de ahorro energético clásico, y en buena medida otras de innovación en procesos y equipos han sido implantadas, sobre todo en el sector industrial, se hace más necesario que nunca impulsar esta área de actuación, que por otra parte no suele ser considerada prioritaria por los tecnólogos, propias empresas fabricantes de componentes y bienes de equipo, y los propios sectores consumidores. Esta necesaria nueva revolución tecnológica en materia de innovación y eficiencia energética va a requerir un gran esfuerzo conjunto de todos los agentes institucionales y privados.

En el sector industrial, que tradicionalmente ha mantenido un esfuerzo continuo en materia de ahorro energético y mejora de su competitividad, será necesario mantener el ritmo alcanzado hasta ahora, independientemente de la coyuntura de evolución de los precios energéticos. La generalización de los sistemas de aprovechando calores residuales en procesos<sup>136</sup>, la incorporación de quemadores de mayor eficiencia, la mejora de los sistemas de combustión, los nuevos sistemas y materiales para aislamiento térmico y refractarios, la sustitución de equipos energéticos por otros más eficientes<sup>137</sup>, las mejoras de los sistemas de regulación y control (en siste-

---

<sup>136</sup> Sistemas de precalentamiento de cargas en hornos, etc.

<sup>137</sup> Como por ejemplo, calderas de alto rendimiento, hornos oxigás, hornos eléctricos de mayor eficiencia, nuevas aplicaciones del gas, electrotecnologías avanzadas, etc.

mas de combustión, motores eléctricos, etc.), o las innovaciones energéticas de los procesos productivos deben ser las principales áreas de desarrollo tecnológico en este sector. No hay que olvidar también que la industria debe ir incorporando en instalaciones auxiliares otros sistemas de menor consumo energético<sup>138</sup>.

En el sector terciario en general, y en la edificación en particular, gran parte de las medidas de eficiencia energética que se requieren implantar van a venir impulsadas por los nuevos criterios normativos de diseño. La generalización de la certificación de la calidad energética en edificios y viviendas nuevas y rehabilitadas pretende ser un importante instrumento para el uso racional de la energía. Los aumentos del equipamiento energético doméstico y servicios deberán ir acompañados de etiquetados de nivel de eficiencia para el consumidor, con objeto de promover la concienciación de la utilización de equipos de menor consumo<sup>139</sup>. Actuación que debe ir acompañada en paralelo con la introducción de nuevos materiales y mejoras de los sistemas para disminuir las pérdidas energéticas<sup>140</sup>. Otro área de actuación la constituye la incorporación de nuevos sistemas más integrados de regulación, control y gestión de equipos y consumos energéticos<sup>141</sup>, cuya presencia actual en instalaciones y viviendas es muy baja. La sustitución energética es otro de los elementos que pueden permitir un uso más racional de la energía. En este sentido, se deben considerar la integración eficiente de las energías renovables o las aplicaciones avanzadas del gas y la electricidad. Finalmente, el esfuerzo de innovación tecnológica a más largo plazo en este sector se debe centrar en las nuevas microtecnologías energéticas<sup>142</sup>.

En el transporte, la industria de automoción debe desarrollar en esta década nuevos motores de combustión de menor consumo para cumplir con las directivas europeas. Además se deberán desarrollar modelos de vehículos de tamaño más reducido y menor potencia para reducir consumos y contaminación sobre todo a nivel urbano. Los diversos proyectos de demostración a nivel europeo de usos de combustibles alternativos en este sector no han dado los frutos deseados, y debe proseguirse con la mejora tecnológica de vehículos de GNC, GLP, eléctricos, etc.



<sup>138</sup> Iluminación eficiente, etc.

<sup>139</sup> Calderas de alto rendimiento, radiadores eficientes, motores eficientes, electrodomésticos de bajo consumo, iluminación eficiente, cogeneración, climatización avanzada, etc.

<sup>140</sup> Mejorar los sistemas de cerramientos, nuevos materiales y sistemas de aislamiento de bajo coste, reducir las pérdidas de distribución, etc.

<sup>141</sup> Sensores de presencia, temporizadores, reguladores de zona, sistemas de domótica, edificios inteligentes, alumbrado público, etc.

<sup>142</sup> Trigeneración, microcogeneración, pilas de combustible, microturbinas, etc.



Las expectativas están puestas en la pila de combustible, pero se precisa todavía un mayor esfuerzo de I+D para ver los frutos a más largo plazo. En cuanto a la calidad de los carburantes, ésta deberá evolucionar al menos para cumplir con el calendario europeo de mejora de las especificaciones técnicas y ambientales.

La decidida apuesta vasca de la incorporación de los biocarburantes debe promover una adecuada utilización en los motores de combustión. Otros aspectos relacionados con el uso racional de la energía, que no son tecnológicos pero deben ser decididamente promovidos, son la mejora de la oferta de transporte público y la generalización de sistemas avanzados de gestión y optimización de flotas de transporte de pasajeros y mercancías.

#### ■ IMPORTANTE DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ENERGÍAS RENOVABLES

Las necesidades y tendencias de evolución de las nuevas tecnologías energéticas para el aprovechamiento de los recursos renovables locales en Euskadi al horizonte 2010 son diferentes dependiendo del nivel de madurez tecnológica con cada tipo de recurso, los potenciales teóricos adicionales existentes y los objetivos energéticos establecidos. En efecto, en minihidráulica por tratarse de una tecnología madura, existen pocas posibilidades de mejora tecnológica. Los posibles progresos estarían en el desarrollo de grupos compactos versátiles de turbina-generador-sistemas de control, y en el diseño de presas adaptables a los cauces de los ríos.

La energía eólica para la producción de energía eléctrica en sistemas conectados a red, presenta madurez tecnológica a unos precios cada vez más competitivos<sup>143</sup>.

El tejido eólico industrial vasco es muy importante, existiendo un elevado número de empresas que fabrican componentes para aerogeneradores (forja, fundición, calderería, manufacturas eléctricas, control y regulación, etc). Las necesarias tendencias futuras del desarrollo de los aeroge-

---

<sup>143</sup> El mercado español es uno de los más dinámicos, fabricándose del orden del 12 % de la producción mundial.

neradores y sus componentes irán dirigidas al incremento progresivo de tamaño unitario, la reducción de su peso, la mejora de los rendimientos de captación, el aumento de la disponibilidad de los sistemas, la mejora de los materiales de fabricación, el desarrollo de sistemas de almacenamiento y la integración en el sistema de suministro eléctrico competitivo.

Por su parte, la energía solar fotovoltaica es una tecnología de vanguardia. Sin embargo, se ha puesto de manifiesto a nivel mundial que hoy en día ha alcanzado un nivel de desarrollo y madurez suficiente como para afrontar los retos presentes y futuros con total solvencia<sup>144</sup>.



Pero quedan por afrontar algunos de los retos tecnológicos como el desarrollo de alternativas más económicas que el silicio en la fabricación de las células fotovoltaicas, la mejora de la eficiencia de conversión del 18% en los mejores casos, el desarrollo de sistemas de concentración y seguimiento solar que con un bajo coste permitan mejorar los niveles de producción, la integración arquitectónica en edificios, la optimización de

los diseños existentes, y el desarrollo de nuevas aplicaciones en componentes y auxiliares (inversores, reguladores, monitorización, etc.).

La energía solar térmica es ya una tecnología madura. La calidad de los colectores, su fiabilidad y durabilidad, y el diseño específico para nuevas aplicaciones de la energía solar y de otros elementos, hacen que las instalaciones de aprovechamiento de la energía solar térmica sean simples de proyectar, instalar y mantener. Y por ello, cada vez más competitivas. Los principales desarrollos tecnológicos futuros se centrarán en la optimización del diseño y fabricación para abaratar el producto, el empleo en refrigeración mediante máquinas de absorción, el diseño de instalaciones para calefacción en invierno y refrigeración en verano, el desarrollo de colectores para refrigeración (de alto rendimiento, de vacío y concentradores de parábola compuesta), la integración arquitectónica en los edificios, así como la mejora en los elementos auxiliares de las instalaciones mediante diseños específicos para el aprovechamiento de la energía solar térmica.

Entre los retos tecnológicos que presenta la energía de la biomasa para los próximos años están la mejora de las tecnologías de gasificación para valorización energética, el desarrollo de la tecnología de pirólisis, los nuevos métodos de recolección de residuos forestales, la optimización de los diseños de los nuevos reactores anaerobios, el desarrollo de la codigestión anaerobia, y en biocombustibles la impulsión de los procesos de obtención de bioetanol a partir de materiales lignocelulósicos.

En el apartado de aprovechamiento de la energía de las olas, al estar la tecnología OWC cercana a la fase comercial, pero aún en fase de demostración, todavía tiene que dar pasos hasta

<sup>144</sup> Eólo Japón y Estados Unidos, líderes mundiales en la producción de células solares fotovoltaicas, superan al mercado estatal, que además de ser el primer productor de la Unión Europea, fabrica del orden del 6,5% de la producción mundial.



alcanzar una madurez suficiente. Es necesario avanzar en campos como la fiabilidad, la optimización en el diseño de turbinas, la reducción de costes, la minimización del mantenimiento y del coste de la línea de evacuación de la energía eléctrica producida. Existen otros tipos de tecnologías de aprovechamiento de la energía de las olas que aún no han alcanzado un nivel de desarrollo adecuado pero sobre las que se deberá realizar un seguimiento exhaustivo.

Tabla 5.6.4

## DESARROLLO TECNOLÓGICO-ENERGÉTICO EN EUSKADI AL 2010

LÍNEAS PRIORITARIAS A CORTO-MEDIO PLAZO: USO RACIONAL DE LA ENERGÍA Y GENERALIZACIÓN DE APLICACIONES RENOVABLES	
■ Normativa energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Certificación energética de instalaciones de la Administración Vasca</li> <li>- Generalización de sistemas de certificación energética de edificios</li> <li>- Incorporación de etiquetado energético en equipos consumidores</li> </ul>
■ Equipamientos energéticos eficientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporación de nuevos sistemas y equipos de alta eficiencia (hornos, calderas, motores, iluminación, etc.)</li> <li>- Generalización de sistemas de alumbrado público avanzado</li> <li>- Nuevos sistemas de gestión eficiente de flotas de transporte</li> <li>- Nuevos motores de combustibles alternativos (GNC, eléctricos, etc.)</li> <li>- Nuevos diseño de refractarios, materiales de aislamiento, etc.</li> </ul>
■ Cogeneración	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nuevos diseños de integración en procesos industriales no tradicionales</li> <li>- Generalización de aplicaciones en el sector servicios</li> </ul>
■ Minihidráulica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de grupos compactos versátiles turbina-generador-control</li> <li>- Nuevos diseños de presas adaptables a los cauces de los ríos.</li> </ul>
■ Avances tecnológicos de aerogeneradores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento progresivo del tamaño unitario y reducción del peso específico</li> <li>- Mejora de los rendimientos de producción específica</li> <li>- Mejoras de la predicción del potencial eólico a corto plazo, con el fin de facilitar su integración en la red.</li> </ul>
■ Implantación generalizada de paneles fotovoltaicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de alternativas económicas de células fotovoltaicas</li> <li>- Optimización de los diseños existentes</li> <li>- Nuevos de sistemas de concentración y seguimiento solar a bajo coste</li> </ul>
■ Integración de colectores solares térmicos en el sector terciario	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimización del diseño y fabricación para abaratar el producto</li> <li>- Integración arquitectónica en los edificios</li> <li>- Mejora en los elementos auxiliares de las instalaciones mediante diseños específicos para energía solar térmica.</li> </ul>
■ Avances de tecnologías de la biomasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de las tecnologías de gasificación</li> <li>- Nuevos métodos de recolección de residuos forestales</li> <li>- Incorporación de procesos de obtención de bioetanol a partir de materiales lignocelulósicos para la producción de biocombustibles.</li> </ul>

<b>LÍNEAS PRIORITARIAS A MEDIO-LARGO PLAZO: NUEVOS CONCEPTOS DE EFICIENCIA Y SISTEMAS RENOVABLES AVANZADOS</b>	
■ Sistemas y tecnologías avanzadas de uso racional de la energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporación del diseño de motores de bajo consumo e impacto ambiental</li> <li>- Incorporación de motores avanzados eficientes en el parque automotor</li> <li>- Desarrollo de nuevos vehículos para uso urbano</li> <li>- Sistemas integrados de control y gestión energética en el sector terciario</li> </ul>
■ Nuevos desarrollos tecnológicos en aerogeneradores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento de la garantía de la curva de potencia</li> <li>- Avances en I+D en aerodinámica, aeroacústica, fatiga de materiales, ...</li> <li>- Desarrollo de sistemas de almacenamiento para sistemas aislados</li> </ul>
■ Nuevos sistemas fotovoltaicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de la eficiencia de conversión</li> <li>- Integración arquitectónica en edificios</li> <li>- Desarrollo de nuevas aplicaciones en componentes y auxiliares (inversores, reguladores, monitorización, etc.).</li> </ul>
■ Desarrollos avanzados de la energía solar térmica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nuevos sistemas de refrigeración mediante máquinas de absorción</li> <li>- Diseño de instalaciones versátiles, para calefacción en invierno y refrigeración en verano</li> <li>- Desarrollo de colectores para refrigeración, de alto rendimiento, de vacío y concentradores de parábola compuesta</li> </ul>
■ Microgeneración	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de sistemas para su incorporación al sector de la vivienda</li> <li>- Diseño de instalaciones versátiles, para calefacción en invierno y refrigeración en verano</li> </ul>
■ Aprovechamiento avanzado de la biomasa residual y biocarburantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de la tecnología de pirólisis</li> <li>- Optimización de los diseños de los nuevos reactores anaerobios</li> <li>- Desarrollo de la codigestión anaerobia</li> <li>- Utilización masiva de los biocarburantes en las flotas de transporte público y vehículos privados.</li> </ul>
■ Pilas de combustible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demostración de aplicaciones en el sector terciario</li> <li>- Introducción en el sector transporte</li> </ul>
■ Olas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avances de la fiabilidad y optimización en el diseño de turbinas</li> <li>- Minimización del mantenimiento y disminución de costes</li> <li>- Proyectos de demostración de sistemas nuevos e integrados</li> </ul>