



Hacia las energías renovables.

Introducción histórica

*por Alicia Lizarraga **

La evolución del hombre y su desarrollo están fuertemente ligados al uso y tipo de energías que ha ido aprovechando, caracterizándose por un mayor consumo a medida que incrementa la complejidad laboral y social de la población. Así, en nuestra sociedad se consume más energía cuanto mayor es el nivel de desarrollo alcanzado. A partir de la Revolución Industrial, siglo XVIII, se produce un cambio importante en la utilización de las fuentes de energía, pasando del fuego, el viento, la fuerza de los animales y del propio hombre, al aprovechamiento del carbón como combustible, al que se unió, posteriormente, el

petróleo. Desde mediados del siglo XX se inició una prometedora época con la energía nuclear como protagonista que, dadas las ventajas sobre los combustibles fósiles, auguraba un desplazamiento de estos. La crisis del petróleo de los años setenta, y la problemática originada por el uso de la energía nuclear (residuos y tratamiento, y la creciente preocupación social tras los accidentes en Three Mile Island y Chernobyl), contribuyeron a una vuelta hacia el uso del carbón.

*Licenciada en Biología Técnica de EHN.

Paralelamente a todo esto, a partir de los ochenta se empezaron a cuestionar los problemas de contaminación atmosférica, entre los que destacan: la lluvia ácida, debida al alto contenido de azufre en muchos tipos de carbón; y el calentamiento del planeta provocado por un incremento en los gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono, CO_2 , emisiones provenientes de la quema de combustibles fósiles.

Sobre el cambio climático

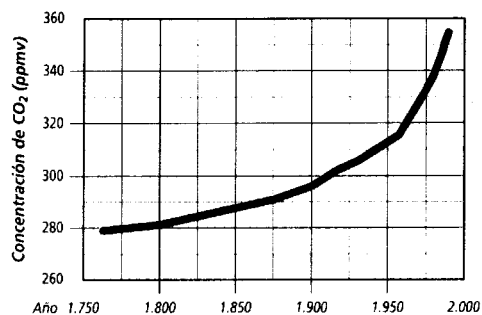
El cambio climático, término familiar en nuestra sociedad, está considerado como el problema ambiental global más importante de nuestra época. Este fenómeno se debe al importante incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (principalmente, vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso) en la atmósfera.

En sí, el efecto invernadero constituye un proceso natural que contribuye a posibilitar la vida en la Tierra. La energía procedente del Sol penetra en la atmósfera, es absorbida y posteriormente emitida por los gases de efecto invernadero, al igual que ocurre en la superficie terrestre. Ambos fenómenos contribuyen al calentamiento de la atmósfera haciendo posible que la temperatura media terrestre sea de unos 15°C , lo que supone unos 33°C por encima de los -18°C que corresponderían a una Tierra sin atmósfera o con atmósfera sin gases de efecto invernadero.

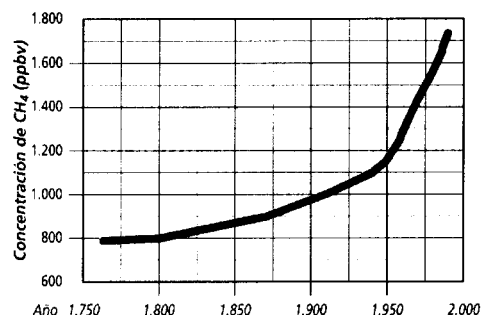
Desde la época preindustrial (1800-1850), la concentración de los gases de efecto invernadero se ha incrementado de forma muy importante, habiéndose constatado relación entre la variación de concentraciones de CO_2 en la atmósfera y la variación de la temperatura en el planeta. Por otra parte, este incremento se produce en un periodo muy corto de tiempo y a unos niveles nunca antes registrados (Gráfico nº 1.7).

Está demostrado científicamente que las emisiones producidas por las actividades humanas aumentan las concentraciones de los gases men-

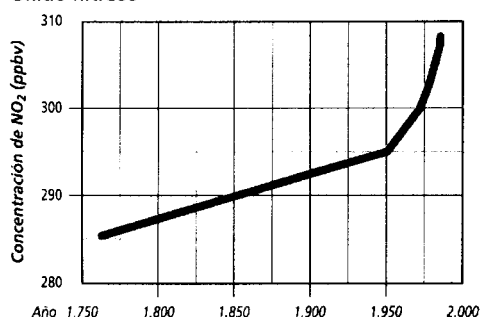
Dióxido de carbono



Metano



Óxido nitroso



Gráficos: Evolución de las concentraciones de los gases de efecto invernadero desde 1750.

cionados e intensifican el efecto invernadero. Esta intensificación implica un aumento de la temperatura global del planeta, cuyas consecuencias ya se han podido detectar: a lo largo de los últimos cien años se ha registrado un calentamiento de la atmósfera entre $0,3-0,6^\circ\text{C}$, se ha constatado un retroceso de los glaciares de montaña y un aumento del nivel del mar en 10-20 cm. Además de la magnitud de los cambios en el clima es

importante tener en cuenta la velocidad con que se producen, ya que ello condicionará la capacidad o no de adaptación de los ecosistemas terrestres y acuáticos ante la nueva situación. Por supuesto, los cambios en el clima también afectan considerablemente a la salud humana y a los sistemas socioeconómicos por su repercusión en la meteorología extrema: sequías, ciclones, “el niño”, fusión de hielo, etc.

Dentro de las distintas actividades humanas responsables de estas emisiones de gases de efecto invernadero destacan, en primer término, las relacionadas con el sector energético seguido de la industria y del transporte.

ACTIVIDAD	Porcentaje de emisiones (%) de CO2
Producción de energía	29,4
Industria	25,7
Transporte	22,8
Agrario	9,6
Urbano	8,0
Otros	4,5

Cuadro 1. Emisiones (%) de CO2 según tipo de actividad.
Fte. Ministerio de Medio Ambiente.



Panel de placas solares de energía fotovoltaica.

Respuestas ante el cambio climático

El fenómeno del cambio climático fue contemplado como un problema importante en la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima en 1979. A partir de entonces se han ido sucediendo reuniones internacionales de carácter científico y político en torno al tema, y, a pesar de las dificultades y altibajos que se han producido, se van estableciendo estrategias económicas, políticas y sociales ante esta situación.

Para evaluar el problema de forma científica e informar a los gobiernos, se creó el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), en 1988. En los dos primeros informes de Evaluación se indicaba que: “las emisiones de las actividades humanas aumentan sustancialmente las concentraciones de los gases de efecto invernadero” y “el balance de pruebas sugiere una influencia humana perceptible en el clima mundial”. En el tercer Informe quedó finalizado en septiembre del 2001, las conclusiones son más firmes y contundentes, indicando que “se han de adoptar acciones de manera rápida, incluyendo la

reducción de emisiones, desarrollo de tecnología, y una reducción de la incertidumbre científica, y así aumentar la flexibilidad para moverse hacia la estabilización de las concentraciones atmosféricas de gases invernadero”.

En 1990 tuvo lugar la Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima en Ginebra. Allí se estableció un Comité de Negociación Intergubernamental para preparar un Convenio Marco sobre Cambio Climático que se presentó en Río de Janeiro en 1992, y que fue firmado por 155 países.

El Convenio sobre Cambio Climático tiene como objetivo la estabilización de las concentraciones de los gases de efecto invernadero a un nivel y tiempo estimados suficientes como para que los ecosistemas se adapten naturalmente, al mismo tiempo que permita el desarrollo económico de manera sostenible.

También se establece la necesidad de acuerdos globales contra el cambio climático, reconoce que los países desarrollados deben soportar los compromisos de forma común pero diferenciada (quien más contamina mayor esfuerzo ha de aportar), y que se debe garantizar el desarrollo de los países pobres promoviendo en ellos el desarrollo sostenible.

El órgano supremo del Convenio es la llamada “Conferencia de las Partes” que se reúne anualmente para desarrollar el contenido del Convenio y determinar los compromisos de los países.

Hasta el momento se han desarrollado siete Conferencias, entre las que destacan, por su relevancia, los siguientes acuerdos:

3ª Conferencia, en Kioto-1997. En ella se establecen los límites de emisiones durante el periodo 2008-2010 hasta alcanzar un 8% de las emisiones en el año 1990 (Protocolo de

Kioto). Dichos límites fueron repartidos de la siguiente manera:

Se establece que el Protocolo entrará en vigor cuando haya sido ratificado por no menos de 55 partes que representen, al menos, al 55% de las emisiones de CO₂ del total de países en el año 1990.

El Protocolo introduce, a fin de facilitar la reducción de emisiones en los países desarrollados, los llamados “mecanismos de flexibilidad” que incluye el comercio de derechos de emisión por el que se permiten acuerdos entre las Partes para comprar o vender parte de su cantidad asignada; y “mecanismos de un desarrollo limpio”, sistemas de financiación para proyectos de desarrollo sostenible en países en desarrollo que permitan a países desarrollados reducir las emisiones asignadas en función de lo que aporten a dichos proyectos.

5ª Conferencia La Haya. 2000. EEUU junto a algunos países tratan de boicotear el Protocolo de Kioto. Se abre una fuerte crisis entre las Partes, pero la Unión Europea mantiene su compromiso de reducir las emisiones.

A principios de 2001, EEUU rechaza el Protocolo de Kioto. Se da la circunstancia de

Limitación respecto del año base (1990)	Países
-8%	Unión Europea
-8%	Liechtenstein, Mónaco, República Checa, Rumania, Bulgaria, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Letonia, Lituania
-7%	Estados Unidos
-6%	Japón, Canadá, Hungría, Polonia
-5%	Croacia
0%	Rusia, Ucrania, Nueva Zelanda
1%	Noruega
8%	Australia
10%	Islandia

Cuadro 2. Relación de países y limitación de CO₂. Protocolo de Kioto.

que con una población del 4% mundial, origina el 25% de las emisiones de CO₂.

6ª Conferencia, Bonn 2001. La Unión Europea mantiene el liderazgo del Protocolo. Se logra un acuerdo político que incluye aspectos como la ayuda financiera a los países en vías de desarrollo, el reglamento de los mecanismos de flexibilidad, la utilización de los bosques como sumideros, y el régimen de cumplimiento del acuerdo internacional.

7ª Conferencia, Marraquech 2001. Se acuerda que el Protocolo de Kioto debe ser ratificado antes de la celebración de la Cumbre sobre desarrollo sostenible (Río + 10) en verano de 2002.

La situación actual a nivel de emisiones

Las emisiones europeas han bajado un 4% respecto al año base, 1990, aunque alcanzar el 8% establecido en el Protocolo de Kioto requiere que todos los países contribuyan con medidas adicionales. Como apunte, indicar que España, dentro del marco de la Unión Europea, se le permitía un incremento del 15 % de emisiones de CO₂ hasta el 2010, pero los datos oficiales señalan que en 1999 el aumento alcanzó el 23 %. Esta situación supone que es uno de los países de la Unión Europea más alejado de cumplir el Protocolo de Kioto.

Otros países como Suecia han anunciado que bajarán sus emisiones al 4% (esta era la cantidad que podía incrementar según el Protocolo), manteniendo el plan de cierre de centrales nucleares que producen el 47% de la energía eléctrica.

El incremento del gas natural frente al uso de carbón y petróleo constituye un primer paso hacia la reducciones de emisiones contaminantes. Se ha de anotar que el petróleo contiene un 17% menos de CO₂ por unidad de energía que el carbón, mientras que el gas natural tiene un 43 % menos.

Los defensores de la energía nuclear intentan aprovechar la situación para volver a potenciarla,

pero la no resolución de la problemática de los residuos y la oposición de la opinión social dificulta la apuesta por esta energía. No obstante, algunos países se están replanteando esta inquietante opción.

Estrategias propuestas

Aunque se ha producido un progreso tecnológico significativo respecto a la reducción de gases invernadero, las estrategias a adoptar para luchar el cambio climático se deben orientan a:

- reducir las emisiones de los gases invernadero
- impedir la destrucción de los sumideros (los bosques suponen un medio de absorber CO₂).

Para ello, se deberían plantear medidas que, sin perjuicio del desarrollo económico de los países, favorecieran:

- el fomento del ahorro y eficiencia energética
- la utilización de fuentes de energía renovable
- el replanteo del tipo y forma de transporte
- la mejora en la gestión forestal
- la mejora de la agricultura y la ganadería
- el avance en la gestión de los vertederos controlados

Todo ello debe conllevar a una revisión de la planificación energética, la política industrial, la gestión de recursos y un cambio de comportamiento en relación al transporte y la vivienda.

Además, los países desarrollados tienen la doble responsabilidad de **limitar de forma más importante** las emisiones, y de establecer **mecanismos de cooperación** con los países en vías de desarrollo que, a su vez, deberán tomar medidas para adaptar sus economías hacia un **desarrollo sostenible**.

Hacia las energías renovables

En 1997, se elaboró la comunicación de la Comisión de las Comunidades Europeas denominada “Energía para el futuro: fuentes de energía renovables”, que tras un análisis de la situación, estableció como objetivo orientativo que antes del año 2010, el 12% del total del consumo de ener-

gía interior bruto de la Unión Europea procediera de fuentes energéticas renovables.

Las energías renovables destacan por las siguientes características:

- Su utilización no incide en el agotamiento de recursos naturales. No producen emisiones de CO₂, excepto en biomasa cuyo el balance final es neutro.
- Por su naturaleza autóctona, permiten reducir la dependencia de importaciones energéticas ya que los combustibles fósiles provienen de países en muchos casos inestables políticamente hablando. Por tanto, aumenta la seguridad de suministro de energía.
- Contribuyen a la creación de empleos en pequeñas y medianas empresas, característica clave para el desarrollo regional con el objetivo de lograr mayor cohesión social y económica. La generación de empleo es superior a la producida en la utilización de energías convencionales.
- El carácter modular de la mayor parte de las tecnologías de energía renovable permite una aplicación gradual, más fácil de financiación y de rápida ampliación.
- La posibilidad de desmantelamiento, tratamiento de instalaciones y recuperación del terreno afectado es mucho mayor que en las energías convencionales, tanto desde el punto de vista económico como ambiental.
- La opinión pública es más favorable al desarrollo de energías renovables debido fundamentalmente a razones medioambientales.

Como aspectos menos ventajosos, se ha de señalar que:

- A diferencia de las energías convencionales en las que la producción está prácticamente garantizada, puede existir una mayor incertidumbre en la disponibilidad de suministro debido a que la generación de energía depende directamente de las condiciones climatológicas (viento, sol, agua); por otra parte, existe

una mayor limitación de producción de energía por instalación.

- El carácter modular, el aprovechamiento se produce allí donde está el recurso y la limitación de producción de las energías renovables implican que se requiera un ámbito físico más extenso para una producción similar con energías convencionales. Ello supone una mayor repercusión visual que puede llegar a producir una saturación paisajística en un determinado territorio (por ejemplo, los parques eólicos, las minicentrales, hidroeléctricas, las plantas solares...).
- También las energías renovables presentan afecciones ambientales (la energía que no contamina es la que no se produce), aunque sin posibles equiparaciones con las generadas a través de combustibles fósiles o de energía nuclear. Los efectos ambientales que se originan tienen una mayor incidencia a nivel local y regional, por lo que su minimización es más fácilmente planteable.

Las tendencias actuales muestran considerables progresos en las tecnologías de energía renovable. Algunas, son actualmente competitivas y económicamente viables, aunque otras se encuentran lejanas a la rentabilidad comercial y requieren mayor investigación y desarrollo.

La situación en Navarra de las energías renovables

Reflejo de lo indicado anteriormente es la importante expansión de la energía eólica, situándose actualmente como la fuente renovable más relevante en implantación y producción. Así, España, con 3.337 MW de potencia instalada de energía eólica, ocupa el segundo estado a nivel mundial, tras Alemania, superando a Estados Unidos. Respecto a las comunidades autónomas, Galicia encabeza la lista, con un 29,1% del total instalado, seguida de Navarra, Castilla-La Mancha, Aragón y Castilla-León.

Este desarrollo ha sido impulsado a través de normativas y planes como la Ley del Sector Eléctrico y el Plan de Fomento de las Energías Renovables, en el que se da prioridad a la entrada en la red de distribución a la energía procedentes de fuentes renovables y se prima esta producción ante otras de origen combustible.

En la Comunidad navarra, el fomento de las energías renovables fue incluido en el Plan Energético de Navarra (PEN) aprobado por el Parlamento navarro en 1995. Entre los objetivos, además del referido a moderar el crecimiento del consumo y obtener ahorro energético, se incluía aumentar la producción de energía eléctrica con recursos propios hasta alcanzar en el año 2000 el 52,6% del consumo.

En el cuadro adjunto se realiza una comparación somera de la previsión de producción realizada por el Plan Energético y la generada en el año 2000.

El consumo de electricidad en Navarra en el año 2000 fue de 3.594,8 GWh/año. La producción de energía renovable representa el 42%, correspondiendo un 28% a eólica y el 14% a minihidráulica. El resto de energías renovables suponen un porcentaje tan pequeño (0,005%) que no influyen en el cómputo total.

Esta notable producción de energía renovable se acerca a las expectativas del Plan Energético, si bien se da la circunstancia de que tanto la potencia instalada como el incremento del consumo

han sido superior a los previstos. El consumo presenta una evolución en continuo incremento.

Esta situación debe servir para reflexionar en cuanto a la relevancia que se debe establecer entre todos (gobernantes y ciudadanos) en relación al ahorro y la eficiencia energética. No sólo es necesario que sustituyamos el tipo de fuente de energía si no que tenemos que ser capaces de racionalizar el consumo y reducir, así, la incidencia ambiental.

En Navarra la implantación de la energía eólica se inició a finales de 1994, alcanzando en la actualidad una potencia instalada de 439 MW en el año 2000, repartidos en un total de 20 parques eólicos.

Respecto a las minicentrales hidroeléctricas, existen 105 instalaciones en funcionamiento que alcanzan una potencia instalada de unos 161,20 MW.

La potencia instalada en energía solar fotovoltaica es muy baja, unas 18,38 kW, que suponen una producción insignificante respecto a las anteriores.

Año	Consumo eléctrico GWh/año
1985	1937,8
1995	2686,0
2000	3594,8

Cuadro 4. Incremento del consumo de energía eléctrica desde 1985-2000. Fte. Gobierno de Navarra

Energía renovable	Producción previsión PEN (GWh/año) Año 2000	Producción generada (GWh/año) Año 2000 (1)	Producción estimada (GWh/año) Año 2003 (2)
Minihidráulica	386	494	494
Eólica	579	1003	1450
Biomasa	80	-	200
Residuos	11	(**)	(**)
Solar fotovoltaica	2	(**)	2
TOTAL	1.058	1497,18	2146

(1) Fte: Dpto Industria. Gobierno de Navarra.
(2) Fte EHN
(**) No significativo
Cuadro 3. Producción prevista y real en el año 2000.



Planta solar fotovoltaica

Energía renovable	Año 2000 Potencia instalada (MW)	Año 2002 Potencia instalada (MW) (1)
Eólica	439,3	700
Minihidráulica	161,2	161,2
Biomasa	-	25
Solar fotovoltaica	0,18	1,88
TOTAL	600,68	888,08

Cuadro 5. Potencia instalada en 2000 y prevista para 2002.

Aunque no se disponen de los últimos datos analizados, podemos estimar que en 2001 el porcentaje de renovables ascendió al 52% debido a la puesta en marcha de nuevos parques eólicos.

La entrada en funcionamiento de otras instalaciones (biomasa, parques eólicos en construcción) hace prever que unos tres años la producción pueda superar el 70% del consumo eléctrico navarro. Se estima que, aunque se incrementará la potencia de solar fotovoltaica, seguirá suponiendo un porcentaje poco significativo.

Normativas específicas de implantación de energías renovables

En la Comunidad Foral existen normativas específicas para la implantación de minicentrales

hidráulicas y de parques eólicos. Se da la circunstancia que también se determinó la suspensión de parques eólicos a la vista de que la potencia en tramitación rebasaba las expectativas previstas.

Repercusiones ambientales de las energías renovables

La implantación de las energías renovables implica un coste ambiental que ha de ser analizado y valorado, aunque partimos de que su incidencia no tiene comparación posible con energías procedentes de fuentes convencionales. Así, en un estudio comparativo de distintos sistemas energéticos realizado por el IDAE atendiendo a la evaluación de las externalidades ambientales asociadas a la generación de un kWh, se clasifican en



Los parques eólicos forman ya parte de nuestro entorno.



Central Biomasa de Sangüesa

tres niveles, de mayor a menor impacto: superior a 1000 (lignito, petróleo y carbón), entre 100-1000 (nuclear y gas natural), e inferior a 100 (eólico y minihidráulico).

La sensibilidad con la problemática ambiental hace que se consideren con gran atención las incidencias ambientales de las energías renovables por propia filosofía implícita. Dado lo extenso del tema, se ha pretendido exponer someramente los aspectos más importantes, emplazando para otro momento análisis más detallados.

En primer lugar, las energías renovables contribuyen a la reducción de los gases invernadero. Así, la energía renovable instalada en Navarra en el año 2000 evitó la emisión de más de 1,4 millo-

nes de toneladas equivalentes de CO₂ por centrales térmicas.

Respecto a los efectos negativos, una de las características más destacadas es su carácter local, por lo que son más fácilmente detectables y, por tanto, con mayor posibilidad de corregirlos.

Las minicentrales hidroeléctricas suponen alteraciones en la dinámica fluvial del tramo de río derivado con posibles incidencias en la comunidad acuática y orillas. El establecimiento de caudales mínimos (mal llamados “ecológicos”)

INSTALACIÓN	NORMATIVA ESPECÍFICA
Minicentrales	Decreto Foral 344/1990, de 20 de diciembre, se determinan los aspectos medioambientales de pequeñas centrales hidroeléctricas. Orden Foral 400/1991, de 23 de mayo, se determinan los caudales de referencia para determinados tramos de ríos.
Parques eólicos	Decreto Foral 225/1996, de 26 de febrero, regulación de implantación de parques eólicos. Decreto Foral 685 /1996, de 24 de diciembre, suspensión de nuevos parques eólicos.

Cuadro 6. Relación de normativas ambientales vigentes para implantación de energías minihidráulica y eólica



Las energías limpias que han jugado un papel esencial en el desarrollo del hombre, son objetivo de futuro.

resulta la medida correctora más importante, y sobre la que todavía existen discrepancias sobre cómo calcularla, aplicarla y regularla. En Navarra, los caudales mínimos están establecidos por la normativa vigente.

Los parques eólicos tienen, fundamentalmente, dos efectos ambientales destacados: sobre el paisaje y sobre la fauna voladora. Respecto del paisaje, por la alteración del horizonte original de un territorio debido a la introducción de estructuras de grandes dimensiones. Además, la producción de cantidades importantes de energía supone la instalación de alto número de aerogeneradores por lo que la ocupación espacial es notable.

Respecto a la afección sobre las aves, la medida más importante es definir previamente espacios con menor grado de riesgo para las aves. La realización de estudios sobre los efectos, en Navarra se han establecido planes de vigilancia de una duración de cinco años, aportarán resultados sobre el alcance real dentro de un contexto local. La escasa información y experiencia en nuestras latitudes generan, a veces, opiniones diversas pero

pocas certezas que habrán de ser contrastadas y valoradas.

La energía solar se encuentra en situación incipiente, y en proceso de investigación. Diferenciamos la energía solar térmica pasiva el aprovechamiento de los aspectos del clima en las características y diseños de los edificios, esto es arquitectura bioclimática. La energía solar térmica activa utiliza sistemas de colectores para calentamiento: agua caliente, invernaderos, u otros líquidos.

Otra forma de energía solar es la que a través sistemas fotovoltaicos obtiene electricidad. Se ha de señalar que el país que más está potenciando el uso de energía solar es Alemania. Los países mediterráneos cuentan con mayor radiación solar por lo que deben aprovecharse estas posibilidades de desarrollo en un futuro, esperemos, próximo. Como inconveniente ambiental más relevante es la importante ocupación de terreno que exige y, por tanto, el efecto visual que implica. No obstante, este efecto puede reducirse si se integran los paneles en tejados y cubiertas de edificios (¿podemos imaginar que superficie cubierta está cons-

truida?). Otro de los aspectos a considerar es que la fabricación de las placas fotovoltaicas utiliza algunos materiales tóxicos y peligrosos.

Por último la biomasa, materia orgánica de origen vegetal o animal, representa la utilización de restos agrícolas, ganaderos, forestales... así como cultivos energéticos, a través de diferentes aplicaciones biomasa para combustión; biocombustibles, biogas,... Se encuentra en proceso de incipiente desarrollo, pero con un potencial muy importante. Entre los aspectos ambientales destaca que la existencia de emisiones atmosféricas, si bien en menores niveles que los combustibles fósiles, y con un balance neutro de CO₂.

Resumen

El tipo de fuentes de energía utilizadas y el consumo en continuo aumento en las actividades humanas han originado la problemática ambiental más importante de nuestro tiempo (calentamiento global), de alcance planetario. La respuesta a esta situación se encuentra en la aplicación de medidas orientadas al ahorro y la eficiencia energética, y al uso de energías renovables. En Navarra se está apostando de forma importante y destacada en las energías renovables como nos indica que en la actualidad suponen en torno al 50% del consumo propio de energía eléctrica.



Bibliografía

- Cambio climático. Hacia un nuevo modelo energético. Colegio Oficial de Físicos.
- La situación en el mundo. Informes del Worldwatch Institute.
- Impactos ambientales de la producción eléctrica. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE).
- Plan Energético de Navarra. 1995
- Informes de Greenpeace sobre el cambio climático.
- Cuadernos sobre Energías renovables IDAE