





# ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>1. DEFINICIÓN DE ELECTRICIDAD LIMPIA</b>	<b>11</b>
<b>1.1. ELECTRICIDAD SUCIA</b>	<b>14</b>
1.1.1. Centrales térmicas	14
1.1.2. Centrales nucleares	17
1.1.3. Incineradoras de residuos	20
<b>1.2. ELECTRICIDAD LIMPIA</b>	<b>21</b>
1.2.1. Energías renovables	21
1.2.1.1. Solar fotovoltaica	22
1.2.1.2. Termosolar	23
1.2.1.3. Eólica terrestre	24
1.2.1.4. Eólica marina	25
1.2.1.5. Biomasa	26
1.2.1.6. Minihidráulica	27
1.2.1.7. Geotérmica	27
1.2.1.8. Olas	28
1.2.2. Otros sistemas aceptables	28
1.2.2.1. Biogás	29
1.2.2.2. Hidráulica	30
1.2.2.3. Cogeneración	30
1.2.2.4. Pilas de combustible	31
<b>2. EL SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL</b>	<b>33</b>
2.1. Cómo funciona el sistema eléctrico	34
2.2. Entidades y empresas que actúan en el sistema eléctrico	35
2.3. Funciones de los órganos de gestión y regulación	36
2.4. La comercialización de la electricidad	38
2.5. Cómo funciona una comercializadora	39
2.6. Los consumidores	40
2.7. ¿Qué es la tarifa eléctrica integral?	43

<b>3. LA COMERCIALIZACIÓN DE ELECTRICIDAD LIMPIA</b>	<b>45</b>
3.1. La importancia de elegir electricidad limpia	46
3.2. Los conceptos básicos	48
3.3. El Contrato Bilateral Físico	49
3.4. Criterios necesarios para una oferta “real” de electricidad limpia	51
3.4.1. Origen de la electricidad	51
3.4.2. Adicionalidad	53
3.4.3. Suministro completo en tiempo real	54
3.4.4. Transparencia	57
3.4.5. Compra de electricidad con su garantía	58
3.4.6. Precio “justo”	58
3.4.7. Suministradores limpios	60
3.4.8. Electricidad limpia para todos	61
3.4.9. Participación	61
3.4.10. Ayudar a consumir menos	61
3.5. Cómo pueden los consumidores elegir electricidad limpia	62
3.6. Elegir electricidad limpia ya es posible en otros países	63
3.6.1. Greenpeace Energy (Alemania)	63
3.6.2. Enercoop (Francia)	65
<b>4. BARRERAS A LA COMERCIALIZACIÓN LIMPIA: POR QUÉ NO PODEMOS ELEGIR ELECTRICIDAD LIMPIA AQUÍ Y AHORA</b>	<b>67</b>
4.1. La tarifa integral: una barrera a la comercialización	68
4.1.1. ¿Cómo afecta la Tarifa Integral a las comercializadoras?	68
4.1.2. ¿Quién puede suministrar electricidad a un precio inferior al real del mercado?	70
4.2. La garantía de origen	70
4.3. El engaño verde	73
<b>5. PROPUESTAS DE GREENPEACE</b>	<b>75</b>
5.1. Una tarifa que refleje los costes	76
5.2. Política de precios favorable al medioambiente	76
5.3. Separación de actividades	77
5.4. Garantías de origen no transmisibles	77
5.5. Etiquetado eléctrico	78
5.6. La participación de los consumidores	79

<b>ANEXO I</b>	
Criterios específicos para la energía eólica terrestre	81
<b>ANEXO II</b>	
Criterios específicos para la energía eólica marina	85
<b>ANEXO III</b>	
Criterios específicos para la biomasa	91
<b>ANEXO IV</b>	
Criterios específicos para la energía minihidráulica	99
<b>ANEXO V</b>	
Criterios específicos para la cogeneración	103
<b>REFERENCIAS</b>	107





## PRESENTACIÓN

El sistema eléctrico es causa de grandes preocupaciones políticas y mediáticas por sus enormes implicaciones económicas. Sin embargo, suele prestarse menos atención a sus implicaciones ambientales, a pesar de tratarse del sector de mayor incidencia en problemas ambientales de máxima gravedad, como el cambio climático y el problema nuclear.

Hasta ahora hemos asistido a un proceso de liberalización del sector eléctrico en el que no sólo no se han tenido en cuenta las consecuencias ambientales, sino que se ha realizado al margen del sector social en el que descansa todo el sistema: los consumidores.

Greenpeace cree que ha llegado el momento de que los consumidores tengan la oportunidad real de pasar de ser compradores pasivos a sujetos activos, que puedan elegir el origen de su electricidad, ejerciendo su derecho a elegir suministrador. Es el origen de la electricidad lo que determina el impacto ambiental del sistema eléctrico, y es un derecho de los consumidores **Elegir electricidad limpia**, para influir en la transformación del sistema hacia la sustitución de fuentes de energía sucias por limpias. En definitiva, se trata de crear las condiciones necesarias para facilitar la participación de los consumidores en la "revolución energética", es decir, el cambio que permita sustituir

completamente las energías sucias por limpias.

Este informe expone los elementos fundamentales para que el derecho a elegir electricidad limpia se pueda materializar. En primer lugar, definimos la electricidad "limpia"; en contraposición a la "sucias"; estableciendo los criterios que Greenpeace considera para aplicar esta definición. Por otro lado, explicamos las cuestiones básicas del funcionamiento del sistema eléctrico español. Y con todo ello, en el tercer capítulo tratamos de plantear cómo se puede integrar la elección de electricidad limpia en nuestro sistema eléctrico, explicando la importancia de elegir electricidad limpia, los criterios en que se debe basar la elección y, en definitiva, cómo hacerlo.

El objetivo último del consumidor que demanda "electricidad limpia" es ayudar a conseguir que todos los consumidores reciban "electricidad limpia"

De poco serviría poder elegir si el resultado fuese obligar a los demás consumidores a utilizar más "energía sucia".



Esos criterios deben servir también para determinar por qué parámetros deben regirse las empresas comercializadoras de electricidad limpia para asegurar a los consumidores que se materialice de un modo eficaz su voluntad de sustituir energía sucia por energía limpia.

Pero la realidad actual no permite que esa elección se pueda llevar a la práctica. En el capítulo cuarto explicamos las principales barreras que se interponen, que tienen que ver con la forma en que está regulado el sistema. Finalmente, presentamos las principales propuestas de Greenpeace para que los consumidores puedan, aquí y ahora, elegir electricidad limpia.

En un momento político en el que se están preparando profundas reformas en el sector eléctrico<sup>1</sup>, estamos ante una ocasión única de incluir las propuestas de Greenpeace, y asegurar que el proceso de liberalización del sector se conjugue con el necesario nivel de participación social y respeto al medioambiente.

<sup>1</sup> Para la elaboración de este informe se ha tenido en cuenta la normativa vigente en abril 2006.





## DEFINICIÓN DE ELECTRICIDAD LIMPIA

En primer lugar expliquemos por qué utilizamos estas dos palabras: electricidad limpia.

En este informe hablamos de “electricidad” limpia y no de “energía” limpia, porque nos referimos al mercado de electricidad (en el que actúan consumidores, comercializadores, productores...). La electricidad en sí no contamina, lo que contamina es la generación de la electricidad, según la fuente de energía y el sistema empleado para la generación. El transporte de la electricidad a grandes distancias también implica impactos ambientales y pérdidas de energía, que no dependen directamente de la fuente de energía, aunque hay fuentes y sistemas que se pueden generar más próximos que otros al lugar de consumo, y por tanto implican unas menores necesidades de transporte y de impactos asociados. Por último, el consumir de manera racional y eficiente, evitando derroches, reduce a su vez las necesidades de generar y transportar electricidad, y el impacto ambiental asociado.

Al hablar de electricidad “limpia” nos referimos a la obtenida mediante aquellas fuentes de energía necesarias para sustituir a las energías “sucias”. Aunque desde distintos ámbitos se emplean términos aparentemente similares (energía “verde”, “positiva”, “pura”, “ecológica”, etc.), lo

importante es aclarar qué se esconde debajo del término.

La cuestión fundamental es la línea divisoria que establece la distinción entre electricidad sucia (procedente de fuentes de energía o sistemas de generación inaceptables) y limpia (la procedente de fuentes o sistemas aceptables). En el caso de la electricidad limpia, debemos además evitar que su producción pueda derivar en otros daños ambientales de importancia que no estuviesen en proporción con el beneficio ambiental que conlleva su uso, y para ello será necesario especificar condiciones concretas. Sin embargo, hay que dejar claro que no existe ninguna fuente de energía inmaculadamente limpia, de manera que por el simple hecho de utilizar energía ya estamos alterando de una u otra forma el medioambiente.

El origen de la electricidad que suministra una comercializadora de electricidad limpia debe ser:

- **0% nuclear**
- **0% carbón**
- **0% petróleo**

Esto significa que “ningún porcentaje” del pago que el cliente realiza por la electricidad que consume debe llegar a instalaciones que usen estas fuentes de producción.

No se trata de buscar las fuentes de energía perfectas, sino de dejar claro en qué condiciones deben desarrollarse las energías limpias, partiendo de la base de que son absolutamente necesarias para lograr la sustitución de las energías sucias, que es el objetivo.

El concepto de “electricidad limpia” viene determinado por las fuentes de energía que se utilizan para la producción de electricidad, así como por los procesos de transformación a los que sometemos esa energía para generar la electricidad. Partimos de la base de que la sociedad tiene legítimo derecho a procurarse la energía que necesita para su subsistencia y desarrollo, pero que al hacerlo no debe hipotecar la subsistencia y desarrollo del resto de seres vivos ni de las generaciones futuras (es decir, los sistemas energéticos han de ser sostenibles). Por tanto, si bien la energía más limpia es la que no se consume, y por ello debe ser prioritario en todo momento el ahorro y la eficiencia energética, no es posible renunciar a consumir la energía necesaria para obtener los servicios energéticos que necesitamos. Es decir, siendo eficientes se podría ahorrar mucha energía, pero habrá que determinar de qué forma procurarnos la energía necesaria.

Por ello el objetivo de este capítulo es distinguir qué tipo de centrales<sup>2</sup> son aceptables para producir electricidad

limpia y cuáles no, lo que dependerá de las fuentes de energía utilizadas y de los sistemas empleados para transformar las fuentes de energía en electricidad.

Por lo tanto, abordaremos la definición apoyándonos en dos principios básicos:

- Reducir progresivamente la producción sucia, hasta su eliminación.
- Promover la producción limpia lo más rápido posible, hasta que llegue a cubrir el 100% de la demanda<sup>1</sup>.

En consecuencia, partiendo de estos principios básicos, para distinguir electricidad sucia y limpia consideramos dos criterios generales:

- *Ausencia de contaminación.* Tanto como la tecnología actual lo permita, la electricidad limpia debe proceder de una producción de energía libre de contaminación. Esto por tanto excluye a la energía nuclear, la incineración de residuos y las centrales térmicas basadas en combustibles fósiles.
- *Ambientalmente benigna.* La electricidad limpia debe ser ambientalmente benigna en términos de su impacto ambiental local. Esto excluye la construcción de nuevas grandes centrales hidroeléctricas, por ejemplo, o la incineración de materia orgánica mezclada con

<sup>2</sup> El término “central” lo utilizamos aquí para referirnos a cualquier instalación destinada a la generación de electricidad, independientemente de su tamaño o potencia.

basura. También pone en cuestión los contaminantes secundarios, como los agroquímicos en la biomasa.

Aplicando estos criterios entendemos por “Electricidad limpia” aquella que:

- No proviene de centrales nucleares.
- No proviene de centrales térmicas con combustibles fósiles.
- Cumple todos y cada uno de los criterios enunciados en este capítulo.

Los criterios son diferentes según la realidad de cada país, así como según el estado del arte de cada tecnología.

**En este informe nos referimos a los criterios a aplicar en la realidad actual del Estado español.**

## 1.1. ELECTRICIDAD SUCIA

Consideramos electricidad sucia, en términos generales, la procedente de centrales nucleares o térmicas (con combustible fósil). Lamentablemente, la mayor parte<sup>3</sup> de la generación de electricidad en nuestro país se produce actualmente en este tipo de centrales.

Además, también hay que considerar electricidad sucia la procedente de otras instalaciones que, aunque son prácticamente irrelevantes desde el punto de vista energético, suponen importantes impactos ambientales y

para la salud, como es el caso de las incineradoras de residuos. Estas instalaciones, sin embargo, más que producir energía la consumen, ya que el balance energético de la reducción y reciclaje de residuos es mucho más favorable que el de la incineración.

A continuación vamos a explicar con más detalle por qué consideramos electricidad sucia la procedente de estas centrales.

### 1.1.1. CENTRALES TÉRMICAS

Las centrales térmicas utilizan algún combustible fósil (carbón, productos petrolíferos o gas) para generar electricidad. Las emisiones de CO<sub>2</sub> dependen fundamentalmente del combustible utilizado, de forma que para producir un kilovatio-hora de electricidad, se emiten a la atmósfera desde 0,53 Kg de CO<sub>2</sub> si se quema gas natural hasta 1,18 Kg si se quema lignito pardo. De los combustibles fósiles, el carbón es el más contaminante en cuanto a CO<sub>2</sub>, y también emite otros contaminantes como óxidos de azufre (causantes de la lluvia ácida) y mercurio (metal pesado altamente tóxico). El lignito es el carbón más intensivo en emisión de CO<sub>2</sub>, y la hulla es el segundo más intensivo, con emisiones por kWh producido superiores en un tercio a las del petróleo, y el doble que las del gas natural.

No se debe dar crédito a conceptos de relaciones públicas como el llamado "carbón limpio", idea desarrollada por la industria en un intento de autojustificarse en un mundo que cada vez aplica más restricciones a los combustibles de alto contenido en carbono. Incluso la central térmica de carbón más eficiente y moderna emite mucho más CO<sub>2</sub> que aquellas que utilizan otros combustibles. La "promesa" de un carbón de bajas emisiones a través del uso de tecnologías de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> está a varias décadas de distancia en el mejor de los casos, tanto técnica como económicamente, e independientemente del papel que pueda tener en un futuro, no sólo no puede contribuir al reto de la lucha contra el cambio climático en las próximas dos décadas, que son las cruciales, sino que podría usarse para justificar un uso más prolongado del carbón, retrasando las verdaderas soluciones.

En España, las centrales térmicas son responsables de la emisión de unos 100 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año, siendo la principal fuente de emisión, con alrededor de la cuarta parte del total de las emisiones de este gas. Las previsiones del Gobierno, a través de la Planificación de los sectores de Electricidad y Gas<sup>11</sup>, darán lugar a un aumento de las emisiones derivadas de la generación de electricidad: el parque de generación

propuesto incrementaría las emisiones en más de 33 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año para 2011, con lo que el sector eléctrico habrá aumentado sus emisiones en un 44% respecto a 1990. Ello es debido a la puesta en marcha de nuevas centrales térmicas (entre 14.000 MW y 25.000 MW). Dado que este sector es el que más peso tiene en las emisiones y que es el que más alternativas tiene para reducir las, esto haría imposible el cumplimiento del Protocolo de Kioto (que obliga a España a no superar el 15% de aumento).

El CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) es el principal gas responsable del cambio climático. Se produce principalmente cuando se queman combustibles fósiles. A escala planetaria, desde la industrialización, la proporción media de CO<sub>2</sub> en la atmósfera ha subido desde 275 ppmv (partes por millón en volumen) hasta aproximadamente 380 ppmv, una subida del 38%. Teniendo en cuenta que la concentración ha subido en 20 ppmv en los últimos diez años, podemos temernos que en cuestión de otros diez años hayamos entrado en el umbral de los 400-450 ppmv. Este es el límite máximo que no se debe sobrepasar para mantener la temperatura media planetaria por debajo de 2°C de incremento respecto al nivel estable que había antes de la revolución industrial, lo que a su vez se considera necesario para evitar un cambio climático "peligroso"<sup>12</sup>

Para evitar que el cambio climático siga acelerándose hasta niveles peligrosos, las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> deben reducirse en un 50% para 2050 respecto a 1990. Esto implica una reducción del orden del 80% en los países desarrollados, y para lograrlo deberían comprometerse a reducir sus emisiones a corto y medio plazo en un 15% para 2015 y 30% para 2020 (respecto a 1990).

Todo esto quiere decir que los combustibles fósiles han de ser sustituidos progresivamente y con urgencia. Según los científicos, si se quiere evitar que los ecosistemas superen el punto a partir del cual no puedan adaptarse al cambio climático, sólo podría quemarse una cuarta parte de las reservas de combustibles fósiles que pueden desarrollarse comercialmente hoy<sup>iv</sup>.

Algunas de las evidencias y consecuencias del cambio climático que pueden observarse actualmente son, por ejemplo<sup>v</sup>:

- Los cinco años más cálidos desde que comenzaron los registros modernos en el decenio de 1890 han sido en el último decenio, según los análisis del Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA. El año con la mayor temperatura media mundial registrada fue 2005, seguido por este

orden de 1998, 2002, 2003 y 2004. A través de mediciones indirectas, se sabe que nunca en varios miles de años ha habido temperaturas tan altas. La subida de las temperaturas medias del último cuarto de siglo ha sido el triple de la experimentada en los cien años precedentes.

- El espesor del hielo ártico se ha reducido en un 40% en los últimos 40 años. La tendencia de deshielo del Ártico conduce hacia la desaparición total del casquete helado en verano antes de que acabe este siglo, según la NASA.
- La masa de glaciares terrestres ha disminuido en un 50% desde que comenzó la industrialización.
- Se ha detectado una aceleración en la descarga de hielo de Groenlandia, habiéndose duplicado el déficit de masa de hielo en la última década de 90 a 220 kilómetros cúbicos al año, tanto en la parte occidental como particularmente en la oriental. Según avanza el deshielo hacia el norte, la contribución de Groenlandia a la subida del nivel del mar seguirá aumentando<sup>vi</sup>.
- El nivel del mar ha subido unos 10-20 cm en los últimos 100 años, 9-12 cm de ellos en los últimos 50.
- Las precipitaciones en las latitudes templadas y nórdicas han aumentado un 5% desde 1950, mientras la tendencia en las zonas secas como la mediterránea es hacia mayor sequedad.



- La velocidad media del viento ha aumentado significativamente.
- El número de desastres naturales en los últimos años y el daño económico resultante se ha multiplicado. Según un reciente estudio de la empresa líder mundial del sector de los seguros y reaseguros, Munich Reinsurance<sup>vii</sup>, *"Si se compara el decenio de 1993 a 2002 con los años sesenta se verá que el número de catástrofes medioambientales se han más que duplicado al pasar de 27 a 70. En cuanto a las pérdidas económicas, se han multiplicado por algo más del factor 7 al pasar de 75 millardos a 551 millardos entre 1993 y 2002". Según el mismo estudio, "los costes que han tenido que soportar las compañías de seguros se han multiplicado casi por catorce al pasar de 6.100 millones a 84.500 millones de dólares"*.

El peligro real de los impactos del cambio climático sólo se conocerá en toda su magnitud en el futuro, pero lo que es seguro es que sobrepasará con mucho los daños observados hasta ahora. La lentitud de la atmósfera como sistema significa que las consecuencias que ya vemos hoy han sido causadas por las emisiones de las pasadas décadas. De todas formas, cada vez se sabe más sobre el cambio climático observado y sus probables consecuencias, habiéndose producido grandes avances en el

conocimiento científico en los últimos años<sup>viii</sup>.

### 1.1.2. CENTRALES NUCLEARES

Las centrales nucleares generan electricidad a partir de la energía liberada en las reacciones de fisión de los átomos de uranio en el reactor nuclear. Esas reacciones son posibles gracias a una propiedad que sólo tienen determinados elementos químicos: la radiactividad.

El uranio es una fuente de energía finita desde el punto de vista geológico. Las sustancias radiactivas suponen riesgos considerables para la salud humana, permanecen en el medioambiente durante muchos cientos de miles de años, y se emiten en todas las etapas del ciclo nuclear. Al final de la vida útil de las centrales, los problemas no han hecho más que comenzar, puesto que no existe una solución definitiva para la gestión de los residuos radiactivos que sea válida para las decenas de miles de años que permanecen activos.

Durante todo el ciclo nuclear, se libera radiactividad al medioambiente de forma rutinaria. Además, siempre que se utiliza la energía nuclear, es posible que ocurran graves accidentes que produzcan la liberación de radioactividad a grandes zonas. Es un riesgo

inherente a la energía nuclear, con consecuencias impredecibles para las personas y el medioambiente. El riesgo es mayor aún en un país como el nuestro, que cuenta con centrales nucleares que han demostrado reiterados problemas de seguridad. El desastre de Chernobyl nos dio una idea del posible alcance del daño en caso de un accidente severo en una central nuclear. Éste fue el momento decisivo en la historia del uso de la energía nuclear.

Los niveles de seguridad empleados afectan a las probabilidades de que ocurra un incidente, pero el riesgo no se puede evitar completamente ni con las más avanzadas tecnologías en materia de seguridad de centrales nucleares. Nunca se puede asegurar que no vaya a suceder un grave accidente.

En cuanto a los residuos radiactivos, las centrales nucleares españolas producen unos 250 metros cúbicos anuales de residuos de alta actividad (combustible nuclear gastado), más otros mil metros cúbicos de residuos de baja y media actividad. 38 años después de que se pusiera en marcha la primera central nuclear en España, la cuestión de cómo deshacerse de los residuos sigue sin resolverse. Según ENRESA, teniendo en cuenta la vida útil de operación de las centrales nucleares existentes en la actualidad,

la previsión de generación de residuos radiactivos que será necesario gestionar en España será de 200.000 m<sup>3</sup> para los residuos de baja y media actividad (equivalente al volumen de un estadio de fútbol) y de 12.000 m<sup>3</sup> para los de alta actividad (equivalente al volumen de una piscina olímpica de 50 metros).

La salida que encuentran muchas centrales es el reprocesamiento del combustible nuclear gastado, que en Europa se realiza en las plantas de Sellafield (Reino Unido) y La Hague (Francia). Aunque las centrales españolas ya no recurren a este procedimiento, Sellafield ha recibido residuos de las nucleares de Zorita y Garoña, y La Hague de Vandellós, estos últimos pendientes de regresar a España. Las plantas de reprocesamiento causan contaminación radiactiva en una gran zona. El nivel de contaminación radiactiva en las zonas alrededor de las plantas de Sellafield y La Hague ha sido documentado mediante análisis y medidas realizados por Greenpeace. La industria nuclear europea, como mayor cliente de estas plantas, tiene una gran responsabilidad en la destrucción del medioambiente que provocan.

El almacenamiento provisional a largo plazo del combustible nuclear gastado tampoco es una solución a los problemas de los residuos radiactivos.

Es más bien una clara indicación de que el problema de los residuos no está resuelto. Es una "solución" temporal porque el residuo tiene que sacarse de esos depósitos después de 30-40 años y transportarse a otro lugar. No se han encontrado emplazamientos para un depósito final seguro de los residuos de alta actividad en ningún lugar del mundo. Hay que dudar que alguna vez se encuentren soluciones que aislen los residuos radiactivos de la biosfera durante los muchos miles de años que sería necesario. Los graves altercados que se producen alrededor de los transportes peligrosos de material radiactivo de alta actividad muestran el poco apoyo social que tiene la utilización de la energía nuclear.

Otro problema de la energía nuclear es su elevado coste. Se tarda mucho tiempo (unos diez años) en construir una central, y el capital invertido conlleva enormes costes de oportunidad. La energía nuclear cuesta al menos un 20% más, y hasta 10 veces más por kilovatio-hora generado que la energía renovable, la cogeneración o la eficiencia energética. Y se tarda muchos más años en poner en servicio. Después de 50 años y cientos de miles de millones de dólares de subvenciones públicas, ninguna central nuclear puede competir en el mercado libre. Todos y cada uno de los intentos de hacer la nuclear competitiva han fracasado

miserablemente. Ninguna empresa privada asegurará completamente los riesgos de las centrales nucleares, y la industria depende de los gobiernos para asumir los riesgos a largo plazo asociados con el desmantelamiento y el almacenamiento de los residuos radiactivos que, después de 50 años, siguen sin solución a la vista.

Por otro lado, los riesgos de proliferación de armas nucleares vinculados al desarrollo de la tecnología nuclear están a la orden del día en los conflictos internacionales. Cada central nuclear es en sí misma un objetivo vulnerable de ataque terrorista.

Por último, hay que recordar que el uso de la energía nuclear es contrario a los objetivos de sostenibilidad formulados en la Cumbre de la Tierra de Río y en muchos otros foros. Los principios del desarrollo sostenible se deben exigir a cualquier fuente de energía:

- El uso de un recurso no debería ser mayor a largo plazo que su tasa de regeneración o de sustitución de todas sus funciones.
- La liberación de sustancias no debería ser mayor a largo plazo de lo que pueda soportar el medioambiente o su capacidad para asimilarlas.
- Se deben evitar los peligros y riesgos discutibles, debidos a las acciones humanas, para las personas y el medioambiente.

- La escala de tiempo de la intervención antropogénica en el medioambiente debe estar en proporción equilibrada al tiempo que el medioambiente necesita para estabilizarse.

Es evidente que la energía nuclear no puede cumplir estos principios, ya que:

- El uranio es una fuente de energía geológica finita.
- En todas las etapas del ciclo del combustible nuclear se emiten sustancias radiactivas que permanecen en el medioambiente durante largo tiempo.
- Obliga a asumir considerables peligros y riesgos para la salud humana, particularmente en caso de un accidente con fusión del núcleo.
- Hay que considerar un plazo de más de 10.000 años para el depósito final de los residuos radiactivos.

La energía nuclear es la forma más peligrosa y cara que jamás se ha inventado para generar electricidad. No puede tener ningún papel en un futuro energético sostenible, ni puede ser nunca la “solución” al cambio climático.

### 1.1.3. INCINERADORAS DE RESIDUOS

Llamamos incineradoras a aquellas instalaciones que queman residuos (hayan sido construidas o no específicamente

para este fin como es el caso de las cementeras), que en algunos casos se emplean también para generar electricidad.

La recuperación de energía de los residuos puede hacerse mediante la incineración (incluyendo la gasificación y la pirólisis). También puede realizarse una digestión anaeróbica de la materia orgánica para producir “biogás”.

Las incineradoras no son aceptables para la producción de energía ni para la eliminación de residuos, debido a una serie de motivos:

1. Las incineradoras son ineficientes y se ha demostrado que, en general, no son eficaces para recuperar cantidades significativas de energía en comparación con una adecuada política de reciclaje de materiales. En particular, desde el punto de vista energético, el potencial de ahorro de energía del reciclaje de los residuos urbanos en España es unas cuatro veces superior al potencial de obtención de energía mediante incineración<sup>x</sup>.
2. Las emisiones tóxicas asociadas con la combustión de los residuos incluyen algunas de las sustancias más tóxicas conocidas, como las dioxinas.
3. El uso de productos desechados para la obtención de energía por combustión es inaceptable porque

destruye el producto que debería ser reutilizado o reciclado.

4. La incineración favorece la actual tendencia de pérdida de materia orgánica en los suelos, puesto que ésta se quema, en lugar de ser compostada una vez separada del resto de los residuos.
5. Muchos residuos urbanos no arden espontáneamente, por lo que necesitan el consumo de energía adicional para facilitar la combustión.

La mejor alternativa para la gestión de los residuos es la de la reducción, reutilización y reciclaje (las famosas "3R"), y las políticas de residuos deben ir orientadas a favorecer estas alternativas. La producción de energía nunca debe servir para justificar sistemas de tratamiento de residuos finalistas (incineración, vertederos...). La incineración supone un obstáculo a esas alternativas, y es siempre peor ambientalmente.

## 1.2. ELECTRICIDAD LIMPIA

Consideramos electricidad limpia la procedente de fuentes de energía renovables. Sólo en las circunstancias en que éstas no sean suficientes para atender la demanda, también pueden ser aceptables otras opciones como el biogás procedente de residuos o como la energía obtenida mediante la producción simultánea

de electricidad y calor (cogeneración) con un mismo combustible fósil. La electricidad limpia debe proceder de centrales que cumplan los criterios generales enunciados al inicio del capítulo 1, y además los criterios concretos que en cada caso se especifican en este apartado.

En todos los casos, estos criterios han de entenderse como adicionales a los derivados de la legislación vigente (en materia de evaluación de impacto ambiental, por ejemplo), de forma que la electricidad limpia sólo podrá proceder, de entrada, de centrales que cuenten con todas las autorizaciones reglamentarias.

### 1.2.1. ENERGÍAS RENOVABLES

Una buena aproximación a las ventajas de las energías renovables la encontramos en un artículo del Grupo de Reflexión sobre Energía y Desarrollo Sostenible, grupo formado por profesores universitarios, representantes de organizaciones no gubernamentales y profesionales de la Administración y de empresas del sector energético:

*"Tres atributos caracterizan principalmente a las energías renovables avanzadas. El primero está precisamente asociado a la denominación de renovable: se trata de recursos energéticos de libre disposición e inagotables,*

*como el viento o el sol, o que pueden reponerse en un espacio breve de tiempo, como es el caso de la biomasa o de la energía hidráulica. El segundo atributo es que el impacto ambiental derivado de su utilización es generalmente mucho menor que el de las fuentes de energía más convencionales, como los combustibles fósiles, la nuclear o incluso las grandes centrales hidroeléctricas. Finalmente, el tercero es su amplia dispersión geográfica, favoreciendo además a aquellas regiones del planeta donde se encuentran los países menos desarrollados. Hay que reconocer que un problema añadido de algunos recursos fósiles, como el petróleo o el gas, es su localización concentrada en unos pocos emplazamientos, con las consecuentes implicaciones geopolíticas y militares. Una economía global que descansase sobre fuentes de energía renovable sería sin duda mucho más segura que la actual."*

Las fuentes de energía renovables son las más positivas desde el punto de vista ambiental, lo cual no quiere decir que carezcan de impactos ambientales. Lo que ocurre es que esos impactos no pueden alcanzar la gravedad de los que producen las energías sucias. No obstante, para poder ser considerada electricidad limpia, según los criterios de Greenpeace, la procedente de fuentes renovables tiene que cumplir también determinadas condiciones.

Como norma general, todo nuevo desarrollo industrial debe ubicarse adecuadamente, es decir, teniendo cuidado de evitar impactos ambientales locales irreversibles o inaceptables.

Además, existen consideraciones particulares a tener en cuenta según las distintas tecnologías.

#### **1.2.1.1. Solar fotovoltaica**

La radiación solar, directa o difusa, se transforma directamente en electricidad mediante células fotovoltaicas, aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores. El material base para la fabricación de la mayoría de las células fotovoltaicas es el silicio, que se obtiene a partir de la arena. Las células fotovoltaicas, por lo general de color negro o azul oscuro, se agrupan y se protegen de la intemperie formando módulos fotovoltaicos. Varios módulos fotovoltaicos, junto con los cables eléctricos que los unen y con los elementos de soporte y fijación propios de esta instalación, constituyen lo que se conoce como un generador fotovoltaico<sup>x</sup>.

La electricidad limpia puede provenir de generadores solares fotovoltaicos formados por células de silicio, en cualquiera de sus tres formas comerciales actuales: monocristalino, policristalino y amorfo.

Existen otros tipos de células, en un nivel de desarrollo mucho más temprano, basadas en otros materiales (cobre, indio, selenio, cadmio, telur...). Algunos de estos materiales, o algunos gases (como el silano) empleados en la fabricación de determinados tipos de células, son altamente tóxicos, por lo que su uso sólo podría considerarse válido si existe garantía de que en todo su ciclo de vida (desde la extracción hasta su abandono) no existan vertidos de esas sustancias al medioambiente y se observan las necesarias precauciones para la salud de los trabajadores<sup>vi</sup>.

Una instalación de tecnología fotovoltaica se caracteriza por su simplicidad, silencio, larga duración, requerir muy poco mantenimiento, una elevada fiabilidad, y no producir daños al medioambiente. A diferencia de las energías sucias, la energía fotovoltaica no contamina. No obstante, como ya hemos señalado, ninguna fuente de energía es absolutamente inocua. En el caso de los módulos fotovoltaicos, aunque su uso no comporta ningún impacto, su fabricación requiere un elevado consumo energético y el uso de elementos tóxicos. Se debe exigir a los fabricantes una reducción en el uso de compuestos nocivos y una gestión sostenible de los residuos, que priorice su reutilización y reciclado cuando sea posible y evite en cualquier caso el vertido al medioambiente.

Una ventaja muy importante de la fotovoltaica es su capacidad de generar electricidad a pequeña escala y directamente en el punto de consumo, por lo que resulta una alternativa óptima para un sistema eficiente de generación distribuida.

Las instalaciones fotovoltaicas se pueden integrar en edificios y conectar a la red eléctrica, con lo que se consigue la máxima cercanía entre la generación y el consumo de electricidad, además de no competir en el uso del suelo con ninguna otra tecnología ni uso.

Otra tecnología disponible de gran potencial son las agrupaciones de generadores fotovoltaicos -energía solar fotovoltaica con seguimiento- que cuenta con un mecanismo que permite seguir el "movimiento" del sol de este a oeste, con lo que se consigue un mayor rendimiento.

#### **1.2.1.2. Termosolar**

Los campos solares de las centrales solares termoeléctricas concentran la radiación solar directa por diversos procedimientos (utilizando para ello espejos concentradores), y mediante distintas tecnologías proporcionan calor a media o alta temperatura. Ese calor se utiliza para generar electricidad, del mismo modo que en una

central térmica. El calor solar recogido durante el día se puede almacenar, de forma que durante la noche o cuando está nublado se puede igualmente estar generando electricidad. Puesto que funcionan con radiación solar directa, para obtener un máximo rendimiento es lógico ubicarlas en zonas de elevado índice de claridad atmosférica.

Desde el punto de vista ambiental, las ventajas para sustituir a las energías sucias son claras, mientras que no presentan inconvenientes ambientales significativos. Tan sólo habría que señalar, de manera particular, que en los casos en los que se utilicen aceites como fluido para la transferencia de calor, se debe evitar cualquier tipo de vertido.

Por tanto consideramos electricidad limpia a la procedente de centrales solares termoeléctricas (de cualquiera de los tipos: colectores cilindro-parabólicos, centrales de torre, discos parabólicos...). Si la central funciona en modo híbrido, es decir en combinación con un combustible fósil, sólo se considera electricidad limpia la parte generada con energía solar.

Existen otras tecnologías que permiten aprovechar la energía solar térmica para su conversión en electricidad, que podrá considerarse electricidad limpia una vez esté disponible comercialmente.

Una de esas tecnologías son las chimeneas solares: una central de chimenea solar consiste en un gran colector solar plano que, a modo de invernadero, convierte la radiación solar total en energía térmica. En el centro del colector se sitúa una chimenea de gran altura, por la que asciende por convección natural el aire caliente, accionando una turbina situada en el interior de la chimenea para generar electricidad. Funciona las 24 horas del día, gracias a la energía almacenada en el suelo y a la protección de pérdidas que proporciona el colector. Debido a su elevada ocupación de superficie, aunque puede ser compatible con otros usos, se deben seleccionar los emplazamientos con usos compatibles o sin ningún otro uso, y que respeten los valores naturales protegidos.

También se están desarrollando sistemas de captación solar térmica en baja temperatura para su conversión en electricidad, que sería considerada electricidad limpia siempre y cuando no se utilicen fluidos térmicos de alto potencial de calentamiento global (como los HFCs).

### 1.2.1.3. Eólica terrestre

La energía eólica convierte directamente la energía cinética del viento en electricidad, a través de aerogeneradores



(versión moderna de los molinos de viento), que se agrupan en parques eólicos. Es la energía renovable que más rápido está creciendo, y ya forma parte destacable del sistema eléctrico.

La eólica tiene un cierto impacto a escala local, que puede variar significativamente según cómo se lleve a cabo la instalación.

No podemos negar que cualquier parque eólico a instalar producirá un cierto impacto sobre la zona donde se establezca, pero de nuevo hay que tener en cuenta que cualquier actividad humana produce algún impacto medioambiental. Por tanto, hay que estudiar las necesidades reales y elegir aquellas actuaciones con menor impacto sobre el ecosistema. Lo que nunca se debe perder de vista es lo que significa el impacto del parque eólico con relación al de las fuentes de energía que debe reemplazar. Aunque también se deben tener en cuenta otras cuestiones, como el impacto que sobre el área de instalación produciría un parque eólico frente al impacto de las actividades existentes en esa zona.

Obviamente, desde el punto de vista de la protección del entorno, hay que exigir tanto a los responsables públicos como a los constructores y promotores de los parques eólicos que realicen los estudios y acometan

todas las medidas necesarias para seleccionar adecuadamente los emplazamientos y garantizar que se van a reducir al mínimo los daños que durante la construcción y explotación de los parques se pudiesen producir. Por eso, para considerar electricidad limpia la procedente de parques eólicos se deben respetar las condiciones que se especifican en el Anexo I.

#### **1.2.1.4. Eólica marina**

Los parques eólicos marinos tienen el mismo fundamento tecnológico que los terrestres, aunque al ubicarse en el mar suelen ser aerogeneradores de mayor tamaño. El principal cuidado hay que tenerlo en la selección de emplazamientos, pues hay que evitar su ubicación en zonas marinas especialmente sensibles.

Al ser una tecnología emergente, los criterios de desarrollo habrán de establecerse progresivamente y revisarse con la experiencia que se vaya adquiriendo. No obstante, Greenpeace ha establecido inicialmente una propuesta de criterios dentro del informe "Viento en popa"<sup>xii</sup>, del cual se adjuntan en el Anexo II los capítulos relevantes para determinar en qué condiciones podemos obtener electricidad limpia de parques eólicos en el mar en nuestro país.

### 1.2.1.5. Biomasa

Las plantas usan energía del sol para fijar carbono de la atmósfera y concentrarlo en su organismo. Llamamos biomasa a la materia de la planta, la cual es efectivamente un almacenamiento a corto plazo de energía solar en forma de carbono. La biomasa es parte del ciclo natural del carbono entre la tierra y el aire.

Existen muchas fuentes de energía clasificables bajo el concepto de biomasa, así como diversas técnicas para su conversión en electricidad (o en otros vectores energéticos). Evidentemente, son estas formas modernas de aprovechamiento las que pueden ser utilizadas para la obtención de electricidad limpia, nada que ver con las formas tradicionales (leña, excrementos, etc.), en muchos casos insostenibles, que todavía se emplean ampliamente en países empobrecidos, y que aún constituyen más del 10% del consumo mundial de energía primaria.

En el concepto de biomasa no se debe incluir la turba, que a efectos de emisiones de CO<sub>2</sub> equivale a un combustible fósil; además, dados los impactos ambientales derivados de la explotación de turberas, no se podría considerar electricidad limpia la obtenida de esta fuente de energía. También se excluye la fracción

biodegradable de los residuos municipales e industriales, a no ser que hayan sido previamente separados en origen.

La biomasa es una de las fuentes de energía renovable que puede realizar una aportación muy significativa al sistema eléctrico a corto y medio plazo.

Los siguientes criterios generales definen la biomasa sostenible y ambientalmente aceptable, de la cual se puede obtener electricidad limpia:

- El balance energético del sistema producción-uso debería ser positivo, es decir, que se genera más energía primaria equivalente a eléctrica que la energía primaria empleada en la producción, procesamiento y transporte del combustible.
- Neutralidad respecto al carbono atmosférico.
- Libre de transgénicos.
- Agricultura y plantaciones sostenibles.
- No Toxicidad.
- Deben aprovecharse prioritariamente aquellos recursos que sean excedentarios.
- Son preferibles los sistemas de pequeña escala y cercanos a los lugares de producción del recurso.
- Cualquier instalación de aprovechamiento deberá dimensionarse en función de la disponibilidad del recurso biomasa en el entorno próximo previamente valorado.

- Se excluyen, ya que no pueden ser considerados biomasa, los residuos urbanos (RU), radiactivos, tóxicos, peligrosos y hospitalarios, así como la turba.

Estos criterios se encuentran más desarrollados en el Anexo III, que reproduce el documento sobre criterios ambientales acordados por Greenpeace, Ecologistas en Acción, CC.OO. y la Asociación de Productores de Energías Renovables<sup>xiii</sup>. En él se detallan además los criterios particulares según el tipo de biomasa y tecnologías de aprovechamiento:

- Restos agrícolas.
- Residuos forestales.
- Restos de madera antes de transformación de las industrias forestales.
- Cultivos agrícolas energéticos.
- Cultivos forestales energéticos.

#### 1.2.1.6. Minihidráulica

Existen muchas formas de aprovechar la energía potencial del agua para convertirla en electricidad. La más desarrollada son los saltos en los ríos, regulados a gran escala mediante embalses. Pero en este apartado nos referimos como formas de generación de electricidad limpia a la minihidráulica y la microhidráulica, en cuanto a aprovechamiento de cursos fluviales naturales

o artificiales, con potencia eléctrica no superior a 10 MW.

En cuanto a la minihidráulica, debe tenerse especial cuidado, desde el punto de vista ecológico, para seleccionar los emplazamientos. Deben descartarse emplazamientos en parques nacionales y en cualquier otro lugar sometido a figuras de protección que explícitamente excluyan esta forma de aprovechamiento energético.

La instalación debe diseñarse y gestionarse de forma que se protejan las calidades ambientales del sistema fluvial. Además, recomendamos seguir los criterios específicos establecidos en el Anexo IV.

#### 1.2.1.7. Geotérmica

La energía geotérmica es la proveniente del subsuelo. A su vez, puede proceder del calor solar acumulado en la tierra o, lo que es más propiamente la energía geotérmica, el calor que se origina bajo la corteza terrestre. En términos estrictos no es una energía renovable, aunque se considera como tal debido a que no es agotable a escala humana. Ese calor se puede aprovechar para usos térmicos o para su conversión en electricidad.

Debe tenerse especial cuidado, desde el punto de vista ecológico,

para seleccionar los emplazamientos. Deben descartarse emplazamientos en parques nacionales y en cualquier otro lugar sometido a figuras de protección que explícitamente excluyan esta forma de aprovechamiento energético.

La instalación debe diseñarse y gestionarse de forma que se protejan las calidades ambientales del acuífero, si se extrae agua caliente subterránea.

Para ser considerada electricidad limpia es exigible que no se utilicen fluidos térmicos de alto potencial de calentamiento global como los HFCs.

#### **1.2.1.8. Olas**

La energía mecánica de las olas se puede aprovechar para su conversión en electricidad, aunque aún no se encuentra en fase comercial en nuestro país. Parte de las infraestructuras serían compartidas con las destinadas a la eólica marina, pues ambas pueden coexistir en un mismo emplazamiento.

Por ello, le serían de aplicación los mismos criterios que a la eólica marina para su consideración como electricidad limpia, exceptuando lo relativo a la zona aérea, sobre la que no tienen ninguna incidencia. Particularmente, en instalaciones de gran tamaño, es recomendable distribuir

los sistemas intercalados de forma que no exista una barrera continua frente a la costa.

Existen otras formas de aprovechamiento energético, basadas en la energía del mar, mediante el aprovechamiento de la fuerza de las mareas. Otra forma de energía marina se basa en el aprovechamiento del diferencial térmico de los océanos, pero aún no se ha desarrollado comercialmente. Algunos o todos estos sistemas podrían ser importantes en el futuro, pero para establecer criterios más específicos habrá que esperar a que existan suficientes ejemplos de desarrollo comercial.

#### **1.2.2. OTROS SISTEMAS ACEPTABLES**

Hoy por hoy, algunas centrales basadas exclusivamente en energías renovables, debido a la intermitencia de su fuente energética (viento, sol...) presentan dificultades para atender la totalidad de la demanda eléctrica en el momento en que ésta se produce. Para los momentos en que la demanda supere a la oferta de origen renovable, no todos los sistemas alternativos son igualmente válidos. Hay determinadas opciones que son claramente mejores que el recurso a los sistemas que hemos clasificado como electricidad sucia.

### 1.2.2.1. Biogás

El aprovechamiento energético de los residuos es admisible mediante la generación de biogás, única forma aceptable de obtención de energía de residuos urbanos e industriales. En el caso de los residuos de la industria agroalimentaria se puede aceptar la combustión de la materia orgánica, si se separa en origen, y en este caso se considera biomasa. Sin embargo, como cualquier otro sistema de tratamiento de residuos, la liberación de sustancias (específicamente, el potencial de que las emisiones y vertidos causen daños) depende grandemente del contenido de los materiales residuales, que pueden contener por ejemplo COPs (Contaminantes Orgánicos Persistentes). En otras palabras, ningún método de gestión de residuos puede respaldarse con un “cheque en blanco”, porque el que un determinado método sea aceptable o no, depende enormemente de la naturaleza del residuo a tratar.

La producción de biogás a partir de la materia orgánica de los residuos urbanos conlleva diversas dificultades prácticas, que van desde las obstrucciones que las bolsas de plástico pueden causar en el sistema, hasta el problema de las sustancias contaminantes o la complicación de conseguir un residuo de calidad suficiente. Realmente, es mucho más fácil el proceso

a partir de materia orgánica de origen industrial, que normalmente constituye una fracción mucho más homogénea. La mezcla de estiércol con materia orgánica industrial puede aumentar la producción de biogás considerablemente y estabilizar todo el proceso. El mayor potencial está en la obtención de biogás a partir del estiércol antes de su aplicación a los campos como abono. Por otro lado, es necesario desarrollar y mejorar los motores que queman el biogás obtenido para reducir las pérdidas de metano sin quemar.

Podemos establecer los siguientes criterios específicos para poder obtener electricidad limpia a partir de residuos ganaderos (purines y otros excrementos del ganado) y de lodos de depuradora:

- Sólo mediante sistemas de digestión anaerobia para obtener biogás combustible (sin combustión directa de los residuos o lodos, salvo que el balance energético y ambiental resultase positivo, ni secado con combustible fósil).
- Si contienen residuos tóxicos, debe analizarse previamente a su digestión qué tipo de emisiones van a resultar.
- Los residuos tras el aprovechamiento del biogás deberían ser utilizados prioritariamente como materia orgánica para tratamiento de suelos (si

no son tóxicos) o ir a vertedero controlado (si son tóxicos), sin olvidar que hay que evitar la generación en origen de los residuos tóxicos.

#### 1.2.2.2. Hidráulica

El impacto ambiental y social de la energía hidráulica puede ser muy grave, si conlleva la inundación de espacios, y puede tener otros impactos locales significativos.

Aunque se suele considerar nula en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub>, en realidad esto depende de la capacidad de fijación de CO<sub>2</sub> de la biomasa inundada, así como de las emisiones de metano por descomposición anaerobia de esa biomasa inundada.

Por tanto, en ningún caso se puede aceptar en nuestro país la construcción de grandes embalses, ni en los ríos ni en los estuarios, debido a los extensos impactos ambientales de estas instalaciones, entre los que se incluyen la inundación de tierras ribereñas y graves impactos sobre los flujos fluviales y los ecosistemas fluviales aguas abajo del embalse.

Sin embargo, el aprovechamiento de los embalses **existentes** es lógico, y es una de las partes más limpias del sistema eléctrico actual, puesto que el daño ambiental ya se ha producido,

y por tanto su explotación debe mantenerse para proporcionar parte de la mezcla de energías renovables. A estos efectos, consideramos aceptable el uso de la electricidad producida en centrales hidroeléctricas que estuviesen en funcionamiento desde antes del año 1990.

No es aceptable para la generación de electricidad limpia la utilización de estaciones de bombeo, salvo que se demuestre que para el bombeo del agua sólo se utilice electricidad limpia.

#### 1.2.2.3. Cogeneración

Hacemos aquí referencia a sistemas de transformación energética de alta eficiencia, independientemente de su fuente de energía. En el caso de utilizar fuentes renovables supondrían un uso óptimo de esos recursos. En el caso de utilizar fuentes fósiles, podría ser aceptable su uso si se cumplen determinadas condiciones.

La cogeneración no es una fuente de energía, sino un sistema de transformación de la energía de alta eficiencia, pues con un mismo combustible se obtienen dos formas de energía final: calor y electricidad. Por ejemplo, cuando una industria necesita calor para un determinado proceso, mediante una unidad de cogeneración puede utilizar el mismo

combustible para producir simultáneamente el calor que necesita y electricidad (la unidad de cogeneración sería como una central térmica, que transforma la energía del combustible en electricidad, pero aprovechando para las necesidades de la industria el calor sobrante de la generación eléctrica). O podría instalarse una central térmica accionada por el calor sobrante de un proceso industrial de muy alta temperatura. Como sistema de transformación, la cogeneración es altamente recomendable.

Las fuentes de energía óptimas para la cogeneración serían la solar térmica y la biomasa. La única fuente fósil aceptable en las condiciones que aquí se especifican sería el gas natural.

En países como el nuestro, donde los combustibles fósiles tienen un gran peso en la generación de energía, la cogeneración puede aportar beneficios ambientales importantes incluso utilizando el menos malo de los combustibles fósiles: el gas natural. Para que esto sea aceptable, deben cumplirse determinadas condiciones específicas, tal como se indica en el Anexo V.

#### **1.2.2.4. Pilas de combustible**

Las pilas de combustible funcionan a partir de hidrógeno, que al reaccionar químicamente con el oxígeno<sup>4</sup> libera energía y agua. La gran aportación de estos sistemas, desde el punto de vista de la sostenibilidad energética, vendrá si el hidrógeno que utilizan se obtiene por métodos sostenibles, como la hidrólisis del agua, utilizando para ello fuentes de energía renovables. El hidrógeno puede llegar a ser una forma muy eficaz de almacenar la energía renovable, superando las limitaciones debidas a la intermitencia de algunas de éstas, y las pilas de combustible permitirían gestionar eficazmente un sistema eléctrico (y otros sistemas energéticos, como el de transporte) basado en energías renovables. Pero ese día aún está lejano debido a los costes actuales de las tecnologías. Entretanto, las pilas de combustible, por su alta eficiencia como sistema de generación distribuida, podrían ayudar en la transición hacia un sistema renovable, siéndoles de aplicación condiciones análogas a las de la cogeneración.

<sup>4</sup> La ventaja es que al pasar de energía química del combustible a energía eléctrica, la generación de electricidad no tiene las limitaciones termodinámicas que impone el paso intermedio a energía térmica mediante la combustión.







## EL SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

### 2.1. CÓMO FUNCIONA EL SISTEMA ELÉCTRICO

La Ley del Sector Eléctrico aprobada en el año 1997, y su complejo desarrollo reglamentario posterior, fija los principios fundamentales en los que se basa el funcionamiento del sistema eléctrico español y pueden resumirse del siguiente modo:

- a. Se declara el suministro eléctrico como un *servicio esencial* que debe ser accesible a todos los consumidores dentro del territorio español, en las condiciones de calidad y seguridad que reglamentariamente se establezcan por el Gobierno, con la colaboración de las Comunidades Autónomas.
- b. Existe una separación jurídica entre actividades de la energía eléctrica:
  - actividades reguladas:
    - transporte
    - distribución
  - actividades no reguladas:
    - generación
    - comercialización
- c. Se aprueba la libertad para la instalación de nuevas centrales, sometidas solamente a autorizaciones administrativas. No obstante, el Gobierno puede establecer una planificación indicativa en esta área y hacer cumplir obligatoriamente ciertas condiciones que, entre otras, son:
  - la eficiencia y seguridad de la instalación;
  - el cumplimiento de los criterios de protección del medioambiente;
  - la adecuación de su localización;
  - y la suficiente capacidad legal, técnica y económica de la empresa solicitante.
- d. El desarrollo de la red de transporte eléctrico queda sujeto a la planificación del Estado, condicionado por las exigencias de la planificación urbanística y de ordenación del territorio.
- e. El funcionamiento de las centrales generadoras se basa en decisiones de sus titulares, siempre dentro de las reglas de un *mercado mayorista* de producción eléctrica.
- f. Se establece el principio del *Derecho de Acceso a Terceros* a las redes de transporte y distribución eléctricas. Estas redes se consideran monopolio natural en razón de la eficiencia económica que representa la existencia de una red única “que se pone a disposición de los diferentes agentes del sistema eléctrico”. La retribución económica de este derecho de acceso es fijada administrativamente a través de las tarifas de acceso.
- g. Se regula la *comercialización* de la electricidad que se basa en los

principios de libertad de contratación y de elección de suministrador por parte del cliente. Desde el 1 de enero de 2003, todos los clientes pueden elegir a su suministrador de electricidad.

- h. Existe libertad para comprar o vender electricidad a empresas y consumidores de otros países miembros de la Unión Europea.

## 2.2. ENTIDADES Y EMPRESAS QUE ACTÚAN EN EL SISTEMA ELÉCTRICO

El número de entidades y empresas que juegan un papel relevante en el funcionamiento del sistema eléctrico es más numeroso que en el pasado.

Esto se debe a las nuevas características del sistema como:

- la capacidad teórica que tienen los consumidores de elección de suministrador;
- la libertad de instalación para las nuevas centrales;
- la creación de nuevos órganos de gestión y regulación del sistema;
- la liberalización de los intercambios internacionales de electricidad;
- la separación entre las actividades de transporte y distribución (reguladas) de las de generación o comercialización (totalmente liberalizadas), etc.

Los *agentes principales* que actúan en el sistema eléctrico actual son los siguientes:

- *Los agentes productores* cuya función es generar energía eléctrica, y por tanto, deberán construir, operar y mantener las instalaciones necesarias para ello.
- *Productores del "régimen especial"*. Son titulares de instalaciones de potencia no superior a 50 MW que generan electricidad a partir de sistemas de cogeneración, energías renovables y residuos. Tienen una normativa específica.
- *Los agentes externos*, es decir, sujetos de sistemas eléctricos extranjeros que venden y compran electricidad del sistema eléctrico español, en el marco de la liberalización de los intercambios internacionales de energía eléctrica.
- *Las empresas distribuidoras*. Empresas cuya función principal es distribuir la energía eléctrica y deben desarrollar, operar y mantener las instalaciones necesarias para tal fin. Asimismo, pueden vender electricidad a los consumidores finales que optan por la *tarifa regulada* o a otras empresas distribuidoras<sup>5</sup>.
- *Las empresas comercializadoras*. Empresas encargadas de vender energía eléctrica a los consumidores

<sup>5</sup> En el anteproyecto de ley presentado por el Gobierno para reformar la Ley del Sector Eléctrico, las distribuidoras ya no podrán realizar la actividad de comercialización.

finales que optan por esta alternativa o a otros agentes cualificados del sistema (empresas generadoras, distribuidoras u otras comercializadoras).

- Los consumidores. Actualmente todos los clientes finales tienen reconocida su capacidad para elegir el suministrador de la electricidad que consumen. También pueden optar por pagar la electricidad de acuerdo con lo fijado en la tarifa regulada establecida por la Administración.
- *Los órganos de gestión:*
  - el operador del mercado. Es la entidad encargada de la gestión económica del sistema. Corresponde a la Compañía Operadora del Mercado Español de Electricidad (OMEL).
  - y el operador del sistema. Es el organismo encargado de la gestión técnica del sistema. Corresponde a Red Eléctrica de España (REE).
- *La empresa gestora de la red de transporte*, Red Eléctrica de España, está también encargada de la expansión, operación y mantenimiento de las líneas, transformadores, etc. de tensión igual o superior a 220 kV, así como de las interconexiones internacionales y de las que puedan establecerse en el futuro en los sistemas insulares de nuestro país.
- Finalmente, *los órganos reguladores del sistema*. Fundamentalmente:

- la Administración General del Estado, a través del Ministerio responsable en materia energética.
- la Comisión Nacional de Energía (CNE).
- las Comunidades Autónomas, las cuales van adquiriendo una participación cada vez mayor en el desarrollo y funcionamiento del sistema eléctrico.
- Exclusivamente en el ámbito de la operación de las centrales nucleares, el Consejo de Seguridad Nuclear es el organismo encargado de velar por la seguridad de esta actividad.

### 2.3. FUNCIONES DE LOS ÓRGANOS DE GESTIÓN Y REGULACIÓN

1. Operador del mercado. La Compañía Operadora del Mercado Español de Electricidad (OMEL) es el *operador del mercado* que gestiona la “casación” de las ofertas y las demandas en el Mercado de Producción de electricidad, para ello:

- recibe las “ofertas” de venta de energía que formulan, para cada hora del día siguiente, los productores de electricidad que operan en el sistema.
- recibe las “demandas” de energía que realizan los agentes del sistema autorizados para ello.

- selecciona para cada hora del día siguiente la entrada en funcionamiento de las unidades de generación, empezando por las que han comunicado las ofertas de energía más baratas, hasta cubrir la totalidad de la demanda.

A partir de estas "casaciones", teniendo en cuenta los contratos físicos bilaterales suscritos entre agentes cualificados y los intercambios internacionales de electricidad, elabora un "programa diario base" de funcionamiento del sistema, que comunica al *operador del sistema* para tener en cuenta las restricciones técnicas de la red de transporte.

El operador del mercado, en base a esta casación, determina los precios finales resultantes para cada hora, e informa a los agentes vendedores y compradores de los cobros y pagos que deben realizarse entre ellos. Además, tiene que poner a disposición de los agentes del sistema toda la información relativa a las ofertas y demandas casadas y no casadas en cada sesión horaria y publicar en los medios de difusión nacional toda la información de interés general.

Además, en el mismo día del suministro se realizan varios procesos similares al descrito que se denomina Mercado Intradiario y cuya función es la de ajustar las previsiones realizadas y los posibles desvíos producidos.

2. El operador del sistema. Red Eléctrica de España (REE), además de la red de transporte de alta tensión en España, es el *operador del sistema*. Por tanto, está encargado de garantizar una correcta coordinación del sistema de producción y transporte de electricidad, a fin de asegurar la calidad y la seguridad en el suministro de energía. Como es obvio el grado de coordinación entre el operador del mercado y el operador del sistema debe ser muy elevado con el fin de garantizar la resolución adecuada de las diferentes situaciones que se presenten en el funcionamiento del sistema eléctrico en cada momento.

3. La Administración del Estado. Desde el punto de vista ejecutivo, la responsabilidad máxima en materia de regulación del sistema eléctrico la ejerce la *Administración General del Estado*, a través del Ministerio competente en materia energética, a quien la actual legislación define como el "Órgano Regulador Principal" del sistema.

Algunas de las responsabilidades más importantes que la Ley del Sector Eléctrico le encomienda son:

- Establecer la regulación básica de las actividades eléctricas.
- Regular el funcionamiento del Mercado de Producción de

electricidad y los mercados que puedan derivarse de él.

- Autorizar las nuevas instalaciones eléctricas cuando su aprovechamiento afecte a más de una comunidad autónoma.
- Fijar la tarifa eléctrica regulada y los peajes por el uso de las redes.
- Establecer los requisitos mínimos de calidad y seguridad del suministro.

#### 4. La Comisión Nacional de la Energía.

Es un organismo consultivo en materia energética perteneciente a la Administración General del Estado, y que tiene como función “velar por la competencia efectiva en el sistema y por su objetividad y transparencia, en beneficio de todos los sujetos que operan en él y de los consumidores”.

## 2.4. LA COMERCIALIZACIÓN DE LA ELECTRICIDAD

Uno de los principios básicos del sistema eléctrico actual es la liberalización de la actividad de comercialización, es decir, de todo lo relacionado con la contratación del suministro eléctrico por parte de los consumidores.

La comercialización está considerada en la Ley del Sector Eléctrico como una actividad con naturaleza propia, al igual que la generación, el transporte y la

distribución; y está desarrollada, a partir del 1 de enero de 2003, totalmente para los consumidores españoles.

La liberalización de la actividad de comercialización ha promovido la creación de un nuevo tipo de empresas, las comercializadoras, dedicadas exclusivamente al suministro de electricidad a través de una contratación directa con los consumidores de electricidad.

Estas empresas comercializadoras no necesitan disponer de redes eléctricas propias para entregar la electricidad, ya que se ocupan de las relaciones contractuales, en términos económicos y legales, con los clientes:

- Venta de electricidad, exceptuando la entrega física,
- Medición del consumo,
- Facturación,
- Gestión de pagos por el transporte de la electricidad,
- otros servicios comerciales, etc.

Además, las empresas comercializadoras deben fomentar el uso racional de la energía, exigiendo a los clientes que sus instalaciones cumplan con las condiciones técnicas y de uso adecuadas, a fin de que su utilización no perjudique la calidad de servicio de otros consumidores.

Para intentar impedir la agrupación de actividades está expresamente

prohibido por la ley que un agente pueda realizar a la vez actividades reguladas (transporte y distribución) y no reguladas (producción y comercialización), unas y otras han de ser realizadas por empresas jurídicamente diferentes, sin embargo sí permite:

- Que una sociedad que realiza actividades reguladas y otra que realiza actividades no reguladas pertenezcan al mismo grupo de empresas.
- Que una misma sociedad realice las dos actividades no reguladas (generación y comercialización).

#### ¿Cuál es la función de una comercializadora de electricidad?

Los servicios que puede ofrecer al consumidor son:

1. Venta de electricidad, exceptuando la entrega física.
2. Medición del consumo.
3. Facturación.
4. Gestión de pagos por transporte.
5. Otros servicios comerciales.

## 2.5. CÓMO FUNCIONA UNA COMERCIALIZADORA

Las comercializadoras, como se ha comentado anteriormente, no realizan una entrega física de electricidad ya que su papel es el de gestionar la

compra y venta de electricidad, además puede ofrecer otros servicios vinculados o no al servicio eléctrico.

Básicamente los comercializadores realizan:

1. La compra de electricidad a los productores:
  - a través del mercado mayorista, o
  - a través de contratos bilaterales físicos.
2. La venta de electricidad a los consumidores a un precio libremente pactado.

Ejercen su actividad en competencia haciendo sus ofertas sin restricción alguna. Además de suministrar electricidad pueden gestionar, en nombre del consumidor, el contrato de acceso a la red con la empresa distribuidora.

Para poder operar la comercializadora debe haber sido autorizada administrativamente, aceptar las Reglas del Mercado y depositar una fianza en el operador del mercado (OMEL).

Además del suministro de electricidad pueden ofrecer otros bienes o servicios.

La contratación del suministro eléctrico a través de un comercializador no afecta en ninguna medida a la garantía ni a la calidad del suministro que recibe un consumidor.

## 2.6. LOS CONSUMIDORES

A partir del 1 de enero de 2003 la legislación reconoce a todos los consumidores el derecho a elegir la forma en que contrata el suministro eléctrico. De esta forma el consumidor peninsular puede optar por:

- Permanecer a Tarifa Integral y seguir contratando la electricidad con las empresas distribuidoras de su zona<sup>6</sup>, o
- Pasar al mercado liberalizado contratando con una comercializadora.

Los diferencias básicas existentes entre ambas posibilidades son:

### Desde el punto de vista del precio que se paga

#### a. Suministro en el mercado regulado (Tarifa Integral).

La empresa distribuidora, que es la propietaria y operadora de la red eléctrica, es la que nos suministra la electricidad en nuestro hogar con las siguientes características:

1. Precio regulado o tarifa aprobada por la Administración Pública. En este caso, el precio es el valor máximo que nos pueden cobrar por la totalidad del suministro.
2. La factura que pagamos se compone de:
  - a. Facturación por potencia: término fijo que dependerá de la potencia contratada.

- b. Facturación por consumo: término variable que dependerá de la energía consumida.
- c. Impuesto especial sobre la electricidad: porcentaje sobre los importes anteriores.
- d. Alquiler del equipo de medida y servicio de lectura.
- e. I.V.A. 16%. Aplicado sobre los conceptos anteriores.

3. El suministro se realiza a una tensión o voltaje de 230 Voltios (el suministro de baja tensión es a  $V < 1.000$  Voltios).

#### b. Suministro en el mercado liberalizado.

En este caso, el suministro físico se produce de la misma forma, a través de la red eléctrica de la empresa distribuidora, pero con las siguientes características:

1. El precio de la electricidad lo negociamos libremente con un suministrador: la comercializadora.
2. La factura se compone de:
  - I. Precios regulados: precios máximos que establece el gobierno y que corresponden a los siguiente conceptos:
    - a. Peajes por el uso de las redes, que cubren:
      - Los costes de transporte.
      - Los costes de distribución.



- Los costes permanentes: sobrecostes de los sistemas insulares y extrapeninsulares, costes del operador del sistema, del operador del mercado y de la Comisión Nacional de Energía.
  - Los costes de diversificación y seguridad de abastecimiento: primas a las instalaciones del régimen especial (renovables, cogeneración y tratamiento de residuos), moratoria nuclear.
- Pequeñas centrales hidroeléctricas.
  - Parques eólicos.
  - Células fotovoltaicas, etc.
- Después, la energía eléctrica se **transporta** a través de las líneas de muy alta tensión ( $V > 220.000$  Voltios).
  - Sigue su conducción por las líneas de **distribución**, a tensiones inferiores,

b. Alquiler del equipo de medida (contador) y servicio de lectura.

II. Precio liberalizado: el precio que el consumidor pacta libremente con su comercializador y que incluye el correspondiente a la electricidad consumida y el margen del comercializador.

**Desde el punto de vista físico, la electricidad realiza el siguiente camino, no existiendo ninguna diferencia sea cual sea la opción elegida:**

- Se **produce** en las centrales de producción:
  - Instalaciones nucleares.
  - Hidroeléctricas.
  - Térmicas de carbón, de fuel-oil y de gas natural.
  - Plantas de cogeneración (instalaciones industriales que aprovechan en parte el calor que necesitan sus

procesos para producir también electricidad).

- Pequeñas centrales hidroeléctricas.
  - Parques eólicos.
  - Células fotovoltaicas, etc.
- Finalmente llega a los **hogares** a una tensión o voltaje de 230 Voltios.

#### Clasificación de consumidores de electricidad según el suministrador

Consumidores en mercado liberalizado o cualificados:

- Clientes finales que tienen reconocida la capacidad de elegir suministrador contratando la electricidad con una empresa comercializadora a un precio libremente pactado. Desde enero de 2003 todos los consumidores.

Consumidores a tarifa regulada:

- Consumidores que, aún teniendo reconocida la capacidad de elegir, contratan la electricidad con la misma empresa que se la suministra físicamente, es decir, su distribuidora, a un precio fijado por el gobierno.





























































































































































