

# Perspectivas de futuro de las fuentes de energía renovables

RAMÓN M.<sup>a</sup> MUJAL ROSAS, ORIOL BOIX ARAGONÈS

**Los problemas medioambientales, la preservación de las materias primas y la necesidad de diversificación energética hacen necesaria la búsqueda de nuevas formas de energía**

Para la producción de la energía eléctrica, desde antiguo, se utilizaron los combustibles fósiles, que accionaban motores térmicos con un bajo contenido calorífico, o bien, se aprovechaba la energía del agua para accionar rudimentarias centrales hidráulicas. En España, en los primeros años del siglo XX, existían unas 860 centrales con una potencia instalada de 240 MWh, de los cuales un 61% eran de origen térmico y el 39% de origen hidroeléctrico. Este panorama ha cambiado sustancialmente superándose actualmente los 200 GWh (200.000 MW), pero aún hoy las fuentes de energía eléctrica siguen dividiéndose en dos grandes grupos: convencionales y renovables.

Las fuentes de energía convencionales son las productoras de electricidad más utilizadas y extendidas, pero cuya disponibilidad e impacto medioambiental están actualmente cuestionados. A este grupo pertenecen las centrales térmicas, las grandes centrales hidráulicas y las centrales nucleares. En cambio, las fuentes de energía renovables son aquellas que generan electricidad de forma continua, siendo inagotables a escala humana y relativamente inocuas para el medio ambiente, siendo el sol el máximo responsable de su generación. A este grupo pertenecen las energías eólica, solar, de

biomasa, residuos sólidos urbanos (RSU), marina, geotérmica, pilas de combustible, etc.

España es un país pobre en materias primas –más del 80% provienen del exterior–. No dispone de ríos caudalosos y con regímenes constantes, sus reservas de combustibles fósiles –carbón, petróleo o gas– son insignificantes a escala mundial, representando respectivamente el 0,1%, el 0,002% y el 0,01% de las estimadas a nivel mundial, destacando solamente en sus reservas de uranio, que ascienden al 1,9% del total de las reservas mundiales. Esta falta de materias primas, unido al respeto por el medio ambiente, la diversificación y al aumento de nuestra demanda energética en los últimos años, hacen de España un país muy sensible a las energías alternativas, a las cuales se han destinado recursos humanos, técnicos y económicos, que hacen entrever un futuro más halagüeño.

Los organismos oficiales han promulgado, en los últimos años, programas, leyes y actuaciones que impulsan el desarrollo de estas energías, siendo buena muestra de ello el Plan de Energías Renovables de España (PER) 2005-2010, el cual constituye la revisión del Plan de Fomento de las Energías Renovables de España 2000-2010. Con esta revisión,

se intenta conseguir para el año 2010 que un 12% del consumo total de la energía consumida sea suministrado por fuentes renovables (actualmente este objetivo esta cumplido sólo en un 30%). Asimismo, un 29,4% de generación eléctrica también debería provenir de fuentes renovables, y un 5,75% de la energía consumida en transportes debería ser abastecida con biocarburantes.

En la actualidad sólo tres fuentes de las denominadas renovables están siguiendo una evolución favorable del PER. Estas energías son la eólica, los biocarburantes y el biogás. La energía mini-hidráulica avanza más lenta de lo previsto, y energías como la biomasa o la solar están muy por debajo de las previsiones realizadas. En concreto, es tal la situación de la biomasa, que incluso en el Plan de Fomento se señala la necesidad de introducir medidas urgentes y sustanciales para corregir esta tendencia.

No obstante, los incrementos previstos inicialmente por los organismos oficiales en la elaboración del Plan de Energías de España, han sido revisados, y no sólo por la falta del crecimiento esperado en algunas energías, sino porque han tenido que añadirse nuevos condicionantes. El elevado aumento del consumo de energía primaria que ha



experimentado nuestro país en los últimos años ha sido el primero, aunque no el único, ya que tras la aprobación del Plan de Fomento se establecieron dos requisitos adicionales: el primero hacía referencia a la Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo, en la cual se indicaba que en el año 2010 España debería generar un 29,4 % de su energía eléctrica mediante fuentes renovables; mientras que el segundo hacía referencia a la Directiva 2003/30/CE en la cual se fomentaba el uso de biocarburantes renovables para el transporte, indicando que en España, y para el mismo año, éstos deberían representar un 5,75 % sobre el total de los carburantes, como se ratificó posteriormente en el R.D. 1700/2003 del 15 de diciembre.

Todos estos requisitos legislativos, técnicos y económicos, añadidos a los compromisos medioambientales derivados del Plan Nacional de Asignación de los Derechos de Emisión (PNA), han propiciado una serie de pautas y medidas destinadas a impulsar la utilización de las fuentes de energía alternativas.

### **Situación actual y a corto plazo**

En el año 1998 la contribución de las fuentes renovables representaba el 6,3% (7,2 Mtep) del consumo total de energía

en España. Desde esa fecha, el consumo total de las energías renovables se ha incrementado en unas 2,7 Mtep anuales, un crecimiento significativo pero insuficiente para alcanzar el 12% esperado para el año 2010 (16,6 Mtep). Concretamente, en el año 2005 se había alcanzado un 32% de este incremento.

Por áreas, la energía eólica es la que presenta en la actualidad un mayor grado de desarrollo, habiéndose alcanzado ya el 90% del incremento total previsto para el año 2010, el cual ascienda a 1.680 ktep. Además, esta energía cuenta con una importante iniciativa empresarial, con tecnología propia y con un mercado con excelentes perspectivas. Por su parte, los biocarburantes y el biogás evolucionan a buen ritmo alcanzándose el 45% del previsto para el año 2010 (500 ktep) y el 125% del previsto para el mismo año (150 ktep) respectivamente. Es decir, en la actualidad ya se ha rebasado el objetivo esperado para el biogás en el año 2010. Aunque es un buen resultado, por desgracia, el biogás sólo representa una pequeña contribución al total energético. La energía minihidráulica dispone de una tecnología consolidada pero sigue encontrando importantes barreras, sobre todo administrativas, que dificultan su desarrollo, avanzando más despacio de lo

previsto, con un 34% alcanzado (sobre los 192 ktep totales).

Las áreas solares se están desarrollando también de forma muy discreta. Así la energía solar termoeléctrica se encuentra al 12% (sobre 180 ktep) y la solar fotovoltaica al 22% (sobre 17 ktep) de lo previsto, mientras que la solar térmica de B.T. alcanza el 8% (sobre 309 ktep). Este panorama, no obstante, se espera que cambie de forma sustancial con la aplicación del Código Técnico de la Edificación que ha de impulsar tanto la energía solar térmica de B.T. como la energía fotovoltaica.

La biomasa es quizá la energía que está experimentando un menor desarrollo, habiéndose alcanzado solamente el 9% (sobre 6.000 ktep) de lo previsto. El problema es doblemente importante, ya que, además de no cumplirse los objetivos previstos, esta energía representa el 63% (sobre 9.524 ktep) del total energético, lo que supone un serio condicionante para alcanzar los objetivos globales del año 2010. Como medidas preventivas se redactó el R.D. 436/2004 de 12 de marzo, para cambiar esta tendencia, pero hasta el momento no se ha conseguido pese a la incorporación de mejoras retributivas procedentes de los cultivos energéticos y de los residuos de actividades agrícolas o

ENERGÍAS RENOVABLES	Año 2004 (año medio)		Incremento 2004-2010		Año 2010	
	Potencia (MW)	Producción de energía (ktep)	Potencia (MW)	Producción de energía (ktep)	Potencia (MW)	Producción de energía (ktep)
Generación de electricidad						
Hidráulica ( P > 50 MW)	13.521	1.979	0	0	13.521	1.979
Hidráulica ( 10 < P < 50 MW)	2.897	498	360	59	3.257	557
Hidráulica ( P < 10 MW)	1.749	466	450	109	2.199	575
Biomasa	344	680	1.695	4.458	2.039	5.138
Centrales de biomasa	344	680	973	2.905	1.317	3.568
Co-combustión	0	0	722	1.552	722	1.552
RSU	189	395	0	0	189	396
Eólica	8.155	1.683	12.000	2.231	20.155	3.914
Solar fotovoltaica	37	5	363	48	400	52
Biogás	141	267	94	188	235	455
Solar termoeléctrica	0	0	500	509	500	509
Total áreas eléctricas	27.032	5.973	15.462	7.602	42.494	13.574
<b>Usos Térmicos</b>	<b>m<sup>2</sup> Solar B.T.</b>	<b>(ktep)</b>	<b>m<sup>2</sup> Solar B.T.</b>	<b>(ktep) m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup> solar B.T.</b>	<b>(ktep)</b>
Biomasa		3.487		583		4.070
Solar térmica a B.T.	700.805	51	4.200.000	325	4.900.805	376
Total áreas térmicas		3.538		907		4.445
Biocarburantes (Transporte)						
Total biocarburantes		228		1.972		2.200
Total energías renovables		9.739		10.481		20.220

Situación actual de las energías renovables en España y perspectivas de evolución 2005-2010. Fuente: IDAE.

forestales, los cuales representan cerca del 90% de los recursos de la biomasa.

Con una mejor evolución están los residuos sólidos urbanos (RSU) los cuales alcanzan el 32% sobre el total previsto (436 ktep), y en cuanto a la energía hidráulica de potencia media (10-50 MW), aunque sólo se ha alcanzado el 12%, como su volumen final es modesto (60 ktep) y las perspectivas son favorables, no preocupa en exceso en el cómputo global energético.

De acuerdo con la última revisión efectuada del PER, para el año 2010, se augura una contribución energética total debida a las fuentes renovables del 12,1%, con una contribución a la generación de energía eléctrica del 30,3%, y con una contribución al consumo total de gasolina o gasóleo del 5,83% debido a los biocarburantes. La tabla adjunta muestra esta tendencia.

### Análisis por energías

De forma más sistemática, un análisis por energía permite apreciar con más detalle los problemas y ventajas que cada una ofrece, y por tanto, las medidas correctoras oportunas que debería aplicarse en cada caso.

### La energía eólica

Es la que ha experimentado un mayor crecimiento en los últimos años en nuestro país. Cuenta con una importante iniciativa empresarial y con buenas perspectivas de mercado. Durante los últimos tres años ha crecido a razón de 1.600 MW/año, existiendo factores que fomentan este crecimiento entre los que destacamos: un amplio potencial eólico explotable, una normativa favorable, un sector industrial eólico consolidado, una tecnología y capacidad de desarrollo a nivel nacional y autonómico muy favorable, y una innovación tecnológica en las conexiones a red y calidad de suministro. Si se cumplen las perspectivas, para el año 2010, España contará con unos 20 GW de potencia eólica instalada acumulada.

España es una de las primeras potencias mundiales, tanto en capacidad eólica instalada como en cuotas de mercado de nuestros fabricantes. Para mantener, e incluso potenciar esta situación es necesario impulsar actuaciones en el campo de la innovación tecnológica como pueden ser: optimizar el comportamiento de los parques eólicos frente a las perturbaciones de la red; desarrollo de aerogeneradores con potencias unitarias superior-

res a los 2 MW utilizando nuevos materiales; adaptar los aerogeneradores de alta potencia para soportar su implantación mar adentro e implantar parques eólicos marinos de demostración y prueba.

### La energía hidroeléctrica

Presenta un alto nivel de madurez tecnológica, por lo que su eficiencia, rendimiento y fiabilidad disponen de niveles óptimos. Para garantizar su futuro deberían seguirse unas pautas entre las cuales destacamos: la estandarización de los equipos; uso de nuevos materiales; empleo de prefabricados para minimizar los efectos medioambientales; desarrollo de métodos de diseño, control y fabricación más eficientes; desarrollo de equipos de microturbinas sumergibles, etc.

### La energía solar térmica

Considerando la abundancia de sol en España y la tecnología actual disponible, el aumento de esta energía no ha sido el esperado. Sin embargo, con la aprobación y aplicación del Código Técnico de la Edificación se espera que este escenario varíe radicalmente al incidir este código en la construcción de las nuevas viviendas. Es una buena oportunidad no

sólo para aumentar el volumen de esta energía, sino para implicar a la sociedad directamente en el desarrollo de las energías renovables. Si las previsiones se cumplen, se estima un crecimiento de más de 4.200.000 m<sup>2</sup> de superficie instalada, lo que fomentaría la confianza social y del sector de la construcción en este tipo de energías, saliendo también beneficiada la energía fotovoltaica. Una de las ventajas de la aplicación del código estriba en la rapidez de ejecución de los proyectos individuales, unido a la incorporación de nuevos diseños modulares (instalaciones prefabricadas e instalaciones por elementos).

No obstante, será necesario aplicar algunas medidas de innovación tecnológica para garantizar su futuro, entre las que podemos destacar:

1. Los procesos de fabricación necesitan una apreciable innovación, con nuevos productos, automatización de los mismos, y la implementación de nuevas tecnologías que cumplan las certificaciones de calidad de la UE.

2. Desarrollo de nuevos captadores para agua caliente de bajo coste, basados en la aplicación de nuevos materiales.

3. La refrigeración de edificios, el calor industrial o la desalinización de aguas podrían ser nuevos usos para esta energía.

#### **La energía solar termoelectrica**

No cuenta prácticamente con plantas de generación de carácter comercial, siendo necesario para su activación aplicar nuevas iniciativas que podemos resumir por: diseño de un nuevo colector cilindro-parabólico que aumenta el rendimiento de los modelos anteriores (prototipo de prueba en la Planta Solar de Almería); utilización de un fluido de transferencia de calor (Proyectos Diss e Inditep), que genere vapor directamente en los tubos de absorción eliminando la necesidad de una transferencia de calor intermedia, lo que permite aumentar el rendimiento y disminuir los costes; utilización de concentradores disco parabólicos para conseguir mayores rendimientos y mayor modularidad. En este sentido, el desarrollo del Euro-Disco apoyado por la Unión Europea podría significar un avance importante en esta materia.

#### **La energía solar fotovoltaica**

Ha presentado en los últimos años una evolución inferior a la esperada. Las causas de esta falta de actividad se deben principalmente a aspectos económicos y

legislativos, aunque existen buenas perspectivas futuras al disponer nuestro país de excelentes recursos solares y un alto interés por parte de los promotores de esta energía. Aparte, disponemos de una tecnología y capacidad de fabricación nacional de las más avanzadas a nivel mundial, y se ha aprobado un Real Decreto 436/2004 que impone un incremento de potencia fotovoltaica en el período 2005-2010 de 363 MW, con lo que es factible alcanzar los 400 MW previstos para el año 2010. Entre las medidas tecnológicas, empresariales e industriales que permitirán un avance significativo de su implantación podemos destacar:

1. El desarrollo modular de los paneles que permitirá conseguir niveles de eficiencia elevados tanto en los sistemas estáticos como en los de seguimiento solar.

2. Avance en los sistemas de alta concentración con la utilización de lentes de Fresnel, que podrían disminuir el material empleado en una instalación entre 250 y 1.000 veces.

3. Estudio de materias primas como el silicio de grado solar, tanto para su posible crecimiento como para su fabricación.

4. Finalmente, la integración de estos sistemas en entornos urbanos y de servicios pasa por salvar las barreras arquitectónicas que en estos momentos todavía subyacen.

#### **La energía de la biomasa**

Dispone de numerosos materiales susceptibles de ser utilizados como combustible, y asimismo, sus usos energéticos también son muy variados. Esta energía, para cumplir con las previsiones establecidas, debería alcanzar un crecimiento de hasta 1.695 MW para el año 2010. Entre las medidas de apoyo para conseguirlo podemos citar: la puesta en marcha del programa de co-combustión para la combustión conjunta de biomasa y carbón en diecinueve de las centrales existentes, lo que supone la modificación de la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico Español; un incremento de la retribución de la electricidad generada por las instalaciones de biomasa; y finalmente, la creación de la Comisión Interministerial de la Biomasa, la cual aunar y dinamizará su potencial mercado.

Asimismo, esta área precisa de unas medidas adicionales tanto en su fase de producción como de aplicación energética que podemos resumir en las siguientes actuaciones:

1. En la fase de producción, aplicación de métodos analíticos para la caracterización física de la biomasa; desarrollo de un programa de promoción de los cultivos energéticos; sistemas de recogida y suministro de biomasa; métodos y equipos para adecuar la biomasa a su uso energético, etc.

2. En la fase de aplicación energética los pasos a seguir pasan por el desarrollo de sistemas eficientes de gasificación; adaptación de las turbinas y motores de gas a la combustión del gas procedente de la biomasa; desarrollo de sistemas de climatización con biomasa; mejoras en la fabricación de calderas de lecho fluido, etc.

#### **El biogás**

El biogás y su posible aprovechamiento energético tiene su punto de partida en cuatro tipos de residuos biodegradables: los ganaderos; los de los lodos de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR); los de los efluentes industriales; y los de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (RSU). El incremento de esta fuente de energía ha sido muy elevado, por lo que se prevé llegar a los 94 MW de potencia a finales de 2010, con una producción eléctrica asociada de 592 GWh.

Nuestro país cuenta con una probada experiencia en el desarrollo de instalaciones de aprovechamiento energético con biogás producido tanto en instalaciones de desgasificación de vertederos, como procedente del tratamiento de residuos biodegradables de origen industrial o doméstico. Entre las posibles mejoras se intenta establecer una mejor eficiencia en los procesos de producción, depuración y limpieza del biogás; desarrollo de sistemas de codigestión de residuos biodegradables; sistemas de inyección del biogás en redes de gas natural; o mejoras en las técnicas del rendimiento de los motores accionados con este gas.

#### **Los biocarburantes**

Han experimentado una correcta evolución desde inicios del siglo XXI debido a una reforma favorable de la fiscalidad y a la existencia de un sector industrial en plena expansión. A estos aspectos hay que añadir la aprobación de la Directiva Nacional 2003/30, que recoge como objetivo para el año 2010 que un 5,75% de la cuota de mercado de los combustibles para el transporte sean biocarburantes u otros combustibles renovables, lo que ha requerido la redefinición del Plan de Energías Renovables para incorporar



nuevos y más ambiciosos objetivos finales, que elevan su producción hasta los 2,2 Mtep para el año 2010.

Los avances de este biocarburante dependerán tanto de la producción de materia prima, como de los procesos de transformación. En cuanto a la materia prima, se deberán desarrollar las técnicas de recogida, acondicionamiento, transporte y almacenaje; selección de variedades vegetales productoras de azúcar para la obtención de bioetanol; y la búsqueda de especies oleaginosas adaptadas a nuestro país que permitan la obtención del biodiésel. En los procesos de transformación, las medidas pasan por el desarrollo de tecnologías de producción de biocarburantes a partir de productos lignocelulósicos o semillas, o bien, mediante el uso de biocarburantes en flotas cautivas de larga duración.

### La energía marina

Proviene del movimiento de los mares y océanos que cubren las tres cuartas partes del planeta, con una profundidad media de 4 km. En la superficie, provocadas por los vientos, se encuentran las olas y a causa de las perturbaciones, las ondas. El calentamiento de grandes masas de agua genera las corrientes marinas. La diferencia de temperaturas bajo la superficie del mar provoca los gradientes térmicos, mientras que el conjunto de atracciones solares y lunares dan lugar a las mareas.

Las energías marinas utilizan recursos inagotables, su ubicación es intercontinental y sus impactos ecológicos bajos, exceptuando la energía mareomotriz, pero sus tecnologías son caras y su mantenimiento complicado, con importantes limitaciones tecnológicas.

En España, la posibilidad de instalar centrales mareomotrices está muy limitada. El litoral mediterráneo dispone de mareas muy débiles (20 cm), y las de las costas atlántica y cantábrica son muy modestas. Además, para su instalación son necesarias bahías, ensenadas o estuarios adecuados, resultando sólo aptas en nuestro país algunas rías gallegas. De todas formas, el potencial teórico de nuestros mares alcanza solamente los 0,13 TWh/año. En la actualidad, se trabaja en el prototipo de OWC de rompeolas, en boyas y algún otro sistema, aunque se encuentran todos en fase de pruebas. Por lo que se refiere a las corrientes marinas y la energía mareotérmica, no se ha realizado ningún intento serio de aprovechamiento en nuestro país.

### La energía geotérmica

Aprovecha el calor interno de la tierra para generar energía eléctrica o vapor industrial. Para ello, debe circular un fluido captador y portador de este calor por las proximidades del foco térmico. Una vez absorbido el calor interno, el propio fluido será el encargado de transportarlo hasta la superficie, donde será cedido a un grupo turbina-alternador para la generación de energía eléctrica, o se utilizará como vapor industrial o para bombas de calor.

El fluido portador puede formar parte natural del sistema (muy recomendable), o por el contrario, ser necesaria su inyección desde una fuente exterior. Este fluido deberá ser restituido al interior del acuífero para mantener el equilibrio hídrico de la zona. Los yacimientos geotérmicos también se clasifican por la temperatura del fluido en el interior del yacimiento. De esta forma, los de baja entalpía (hasta 100 °C) se utilizarán preferentemente para calefacciones o calentamiento urbano, mientras los de mayor temperatura, o de alta entalpía (superior a 250 °C), se destinarán a la generación de energía eléctrica.

No es precisamente una energía limpia. Al contrario, la energía geotérmica presenta numerosos impactos ambientales debidos tanto a los gases extraídos desde las profundidades del campo geotérmico, como al exhaustivo mantenimiento que requieren sus instalaciones por la acción de la salmuera que acompaña en su circulación al fluido portador. Pero esta energía está libre de variaciones de mercado, huelgas de transporte, variaciones estacionales u horarias, dependencia del clima, etc., lo que hace muy rentable su explotación.

En España, en la zona central de la meseta, concretamente en las cuencas sedimentarias de la península (Duero, Tajo, etc.) existen acuíferos de baja entalpía, con temperaturas de unos 80 °C y profundidades relativamente pequeñas (2.000 m). Estos acuíferos son perfectamente explotables para agua caliente sanitaria y calefacción. Los yacimientos geotérmicos de alta o media entalpía no son frecuentes, centrándose su localización en zonas con características geodinámicas que pueden condicionar la existencia de un contexto geológico-hidroológico apropiado. Las zonas más importantes que reúnen estas características son Canarias, la Cuenca de Mula (Murcia) y Cataluña.

### Las pilas de combustible

Son generadores electroquímicos que convierten la energía química del combustible directamente en energía eléctrica con una gran eficiencia. Este trabajo eléctrico se obtiene mediante una reacción química que tiene lugar en un solo sentido, encontrándose los reactivos almacenados fuera de la pila, de forma que la pila producirá trabajo siempre que haya un flujo de reactivos. Además, las pilas son de carácter modular, permitiendo un amplio intervalo de potencias. Las baterías tradicionales, a diferencia de las pilas, al incorporar los reactivos, dejan de producir electricidad cuando éstos se agotan.

Las pilas electroquímicas combinan la acción del combustible (hidrógeno) con la de un oxidante (oxígeno), y sin combustión producen electricidad, calor y agua. Al no necesitar una reacción de combustión, se evitan las ineficiencias y la contaminación típicas de los sistemas de obtención de energía eléctrica tradicionales. Las pilas constan de dos electrodos y un electrolito. El oxígeno fluye sobre uno de los electrodos, el cátodo, y el combustible (normalmente hidrógeno) sobre el otro, el ánodo. Los iones que se mueven por el electrolito son los que darán lugar al producto agua y calor.

Actualmente, las celdas PAFC son las más desarrolladas a nivel comercial, siendo utilizadas para la producción de electricidad en clínicas, hospitales, hoteles, etc. Las PAFC generan electricidad con una eficiencia de más del 40%, llegando incluso al 85%, si el vapor que producen es empleado en cogeneración. Son también utilizables en grandes vehículos, como autobuses y locomotoras. Asimismo, toleran el CO<sub>2</sub>, y por tanto, pueden funcionar con combustibles derivados del carbono (metanol, etanol). Su potencia varía entre los 200 kW y los 100 MW.

La mayor parte de las aplicaciones comerciales actuales utilizan pilas PEMFC, DMFC o PAFC. Las pilas más adecuadas para la generación de electricidad son las que operan a altas temperaturas –SOFC, MCFC y PAFC–, al permitir la reutilización de la energía térmica sobrante.

En la actualidad, existen más de 50 unidades instaladas de 200 kW de PAFC en todo el mundo. En la Unión Europea, los proyectos Thermie y Joule han generado el Plan para el Desarrollo de las Pilas de Combustible. En España, el desarrollo se centra en evolucionar y difun-

dir las MCFC, para lo cual, distintas empresas llevan a cabo el proyecto europeo Molcare, de investigación en esta área (Iberdrola, Endesa, Babcock & Wilcox), que pretende poner en marcha una planta de 100 kW en San Agustín de Guadalix.

### Legislación y aportaciones económicas oficiales

Para que sea posible el crecimiento esperado en las diversas áreas de las energías renovables en nuestro país, es necesario marcar unas líneas de innovación tecnológica que representen una garantía de futuro. Estas líneas, requieren una importante aportación económica por parte de los organismos oficiales y públicos. Esta aportación, en parte, es asumida por el Idae con sus Fondos para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación, y por los Fondos del Programa de Fomento de la Investigación Técnica (Profit).

Con carácter general, en lo que se refiere a la generación de electricidad, el principal apoyo que reciben las energías alternativas en nuestro país es el derivado de las primas vigentes (4.956 M en la actualidad), las cuales se corresponden al apoyo oficial total de la producción eléctrica con energías renovables.

Las primas y los precios fijos regulados constituyen el principal mecanismo de apoyo al desarrollo de las fuentes renovables y, a través del Régimen Especial de Generación Eléctrica, viene siendo regulado, desde hace más de dos décadas, por diferentes normativas y repercutido en los costes del suministro eléctrico. En los últimos años, ha sido la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico con el Real Decreto 1818/1998, que adapta el Régimen Especial de Funcionamiento de la citada ley, y que ha estado vigente hasta la aprobación del Real Decreto 436/2004, la que ha establecido la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

En áreas como la minihidráulica estas primas se han demostrado sumamente eficaces, a pesar de que en otras áreas no han sido suficientes para asegurar los crecimientos esperados, y aunque el Real Decreto 436/2004 ha supuesto una mejora en la rentabilidad de los proyectos en la mayor parte de las energías, es necesario incentivar aún más determinadas áreas tecnológicas.

Por áreas, podemos precisar que las primas son suficientes para garantizar un



crecimiento óptimo en las energías eólica, hidroeléctrica, solar y biogás. Esta situación difiere para la biomasa, ya que el incremento no es el esperado, por lo que se proponen aumentos significativos para la generación de electricidad a partir de cultivos energéticos, residuos forestales, agrícolas, ganaderos y de residuos de industrias agrícolas, manteniéndose, no obstante, la prima actual en el caso de los residuos de industrias forestales. La gran novedad de la propuesta es la inclusión de una prima específica para la generación eléctrica mediante tecnologías de co-combustión de carbón y biomasa. El siguiente desglose por sectores nos permitirá obtener una visión más precisa de cada una de estas medidas.

#### En la energía eólica

Las medidas prioritarias siguientes afectan de una forma muy especial al aumento esperado de la producción de esta energía mediante la puesta en marcha de instalaciones eólicas hasta alcanzar un incremento de 12.000 MW, durante el período 2005-2010, lo que representaría una potencia total acumulada para el año 2010 de 20.000 MW.

1. Mantenimiento de las condiciones del R.D. 436/2004, pero incrementando

el límite del marco legal hasta los 20.000 MW.

2. Nuevo Real Decreto sobre Conexión de instalaciones en régimen especial.

3. Revisión de la Planificación de los Sectores de Gas y Electricidad.

4. Desarrollo de centros de coordinación de parques eólicos que agrupen instalaciones de una misma empresa o de un determinado ámbito territorial.

#### En la energía hidroeléctrica

Las medidas prioritarias afectan de una forma especial al aumento de la producción en las centrales hidráulicas con potencias comprendidas entre los 10 y 50 MW, considerando que la mayoría de instalaciones previstas (70%) son centrales de pie de presa, que necesitan para su desarrollo de un concurso público para el aprovechamiento de la presa. Para las minicentrales, estas medidas afectan también aproximadamente al 30% del aumento de potencia instalada esperado. Las medidas prioritarias en concreto son:

1. Fomento de concursos públicos en infraestructuras del estado y aprovechamiento de los caudales ecológicos

2. Mantenimiento de las condiciones del R.D. 436/2004.

### En la energía solar térmica

Para alcanzar el aumento de potencia esperado, se debería incrementar la superficie anual media instalada en 700.000 m<sup>2</sup>. Esto no es posible sin medidas estructurales que provoquen un cambio de tendencia, como la esperada aprobación del Código Técnico de la Edificación (CTE). Con el fin de garantizar la aplicación de este código a partir del año 2008, resulta imprescindible el mantenimiento de las ayudas oficiales conforme a los niveles previstos.

### En la energía solar termoeléctrica

Existe una disimetría entre el Real Decreto 436/2004, que establece una potencia límite de 200 MW para la remuneración con las primas actuales, y los objetivos previstos para el año 2010, que indican que el incremento debería ser de 500 MW. Si no se incrementa este límite dejarían de ejecutarse los 300 MW restantes.

1. Mantenimiento de las condiciones del R.D. 436/2004, incrementando el límite del marco legal hasta los 500 MW, y mantenimiento de las condiciones del R.D. 2351/04.

### En la energía solar fotovoltaica

Hasta el momento, la única medida considerada para asegurar la viabilidad de los proyectos actuales y futuros es el mantenimiento de las primas establecidas en el R.D. 436/2004. Por tanto, desde el punto de vista económico, la consecución del 95% de los objetivos de incremento de esta energía pasan por mantener estas primas.

### En la energía de la biomasa

Para alcanzar los objetivos previstos es necesario un cambio de tendencia en cuanto a las instalaciones eléctricas. En consecuencia, deben realizarse las modificaciones legislativas correspondientes que posibilitan una sensible mejora de la retribución de las energías provenientes de la biomasa. Estas modificaciones deben incluir la posibilidad de incorporar proyectos de co-combustión al régimen especial, puesto que ofrece claras ventajas técnicas, energéticas y económicas.

1. Modificación del Art. 30 de la Ley 54/97 y del R.D. 436/2004 con el fin de autorizar primas superiores para la generación eléctrica con biomasa.

2. Apoyo a la tecnología de co-combustión mediante la modificación del Art. 27 de la Ley 54/97 y del R.D. 436/2004.

### En los biocarburantes

Para dar confianza y movilidad a las inversiones que posibiliten los incrementos esperados, es necesario que las ventajas fiscales se consoliden durante el período de amortización de las inversiones, de forma que los incentivos fiscales se extiendan al menos durante los diez primeros años de la vida de un proyecto.

### Efectos positivos de la utilización de energías renovables

La forma y cantidad en que se satisfacen las necesidades energéticas de un país presentan importantes implicaciones en el orden social, económico y medioambiental, entre las que podemos destacar:

#### Socioeconómicas

Además de aportar estabilidad a la economía y reducir el déficit comercial, este proceso comporta la modernización del tejido industrial, la generación de empleo y la contribución al desarrollo regional. En nuestro país, las áreas que cuentan con un mayor número de empresas son las dedicadas a las energías eólicas y solares, dándose la circunstancia de que estas empresas desarrollan sus actividades simultáneamente en más de un área. Asimismo, las empresas en numerosas ocasiones se sitúan en zonas deprimidas industrialmente, por lo que su repercusión en la creación de empleo y desarrollo regional pueden evitar la despoblación de amplias zonas del interior del país.

#### Diversificación energética

España, dependiente energéticamente del exterior en un 80%, necesita diversificar sus fuentes de energía, lo que permitirá mejorar nuestra economía exterior y la balanza de pagos, y al mismo tiempo evitar problemas coyunturales como imprevistas subidas del precio de los combustibles o crisis energéticas internacionales, las cuales afectarán de forma más reducida al tejido industrial del país.

#### Medioambientales

El protocolo de Kyoto y el hecho de que la producción y consumo de energía sean los principales responsables de las emisiones de los gases del efecto invernadero sitúan al sector energético como clave para alcanzar unos niveles medioambientales óptimos. Las energías renovables presentan múltiples ventajas de tipo medioambiental frente a las convencionales. En concreto, y si los objetivos energéticos para el año 2010 se cumplieran, en el período 2005-2010 se

habrían evitado en nuestro país un total de 77.000 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Destaca el área eléctrica con un ahorro de 53.000 millones de toneladas y, en menor medida, el área térmica con 7.800 millones de toneladas. Los biocarburantes representarían unos 16.000 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> no emitidas a la atmósfera.

#### Bibliografía

- Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010*. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid, 21 de julio de 2005.
- Fuentes de Energía Eléctrica*. Ramón Mujal & Otros. Ediciones UPC. Noviembre 2005.
- Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000-2010*. Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE). Madrid, 1999.
- Plan Estratégico de Ahorro y Eficiencia Energética de España 2004-2012*. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Madrid, 28 de noviembre de 2003.
- Libro Blanco para Estrategias y un Plan de Acción Comunitario*. Documento COM-97, 599 Final. Bruselas 26.11.1997

#### Internet

- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio [www.mityc.es/desarrollo/seccion/energiarenovable/plan](http://www.mityc.es/desarrollo/seccion/energiarenovable/plan)
- Instituto Nacional para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) [www.idae.es](http://www.idae.es)
- Instituto Tecnológico de Energías Renovables (ITER) [www.iter.es](http://www.iter.es)
- UNESA. [www.unesa.es](http://www.unesa.es)

## AUTORES

**Ramón M.ª Mujal Rosas**  
[mujal@ee.upc.edu](mailto:mujal@ee.upc.edu)

Doctor ingeniero industrial, e ingeniero técnico de Minas por la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Subdirector del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UPC y profesor de la E. T. S. de Ingeniería Industrial y Aeronáutica de Terrassa, es autor de varios libros de consulta y artículos internacionales. Actualmente, compagina su labor docente con la dirección de cursos de posgrado y la colaboración con empresas e instituciones públicas.

**Oriol Boix Aragonès**  
[oriol.boix@upc.edu](mailto:oriol.boix@upc.edu)

Doctor ingeniero industrial por la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Director del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UPC, y profesor de la E. T. S. de Ingeniería Industrial de Barcelona, es autor de varios libros de consulta y artículos internacionales. Compagina su actividad docente con la investigación y desarrollo en temas de energía eléctrica.