

**Resumen del Plan de Energías Renovables  
2011-2020**

*06/05/2011*

## Resumen del Plan de Energías Renovables 2011-2020

### INDICE

	Página
1 Introducción	3
2 Contexto energético actual de las energías renovables en España	4
3 Escenarios energéticos en el horizonte de 2020	7
4 Análisis por tecnologías	11
5 Objetivos energéticos del Plan en el periodo 2011-2020	18
6 Medidas contempladas en el Plan	24
7 Balance socioeconómico de los objetivos del Plan	31
8 Necesidades de I+D+i	39

## 1. Introducción

Agotado el período de vigencia del PER 2005-2010 y atendiendo al mandato establecido en la legislación vigente y, en particular, en el Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, el Gobierno de España ha decidido elaborar un nuevo Plan para el periodo 2011-2020, con el diseño de nuevos escenarios energéticos y la incorporación de objetivos acordes con la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. La responsabilidad de la elaboración de este nuevo Plan recae en la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), que se constituirá en Oficina del Plan y responsable de su seguimiento.

Las fuentes de energía renovables a las que se refiere el Plan son las siguientes: biocarburantes y biolíquidos, biogás, biomasa, energías del mar, eólica, geotermia, hidroeléctrica, residuos (municipales, industriales y lodos de EDAR) y solar (fotovoltaica, térmica y termoeléctrica).

El Plan se estructura en trece capítulos y un anexo con las fichas de medidas. El listado de los capítulos se reproduce a continuación:

- 1.- Introducción.
- 2.- La política energética en España.
- 3.- Escenarios en el horizonte del año 2020.
- 4.- Análisis por tecnologías.
- 5.- Objetivos del Plan hasta el año 2020.
- 6.- Medidas para la consecución de los objetivos.
- 7.- Infraestructuras energéticas.
- 8.- Marcos de apoyo a las energías renovables.
- 9.- Balance económico del Plan.
- 10.- I+D+i.
- 11.- Impacto socioeconómico y climático de las energías renovables.
- 12.- Utilización de los mecanismos de cooperación.

## 2. 13.- Seguimiento y control

## Contexto energético actual de las energías renovables en España

**Seguridad de suministro, respeto por el medio ambiente y competitividad económica** son los ejes fundamentales de la política energética europea y española. Esta última, además, ha tenido que afrontar retos particulares: un consumo energético por unidad de producto interior bruto más elevado que la media europea, elevada dependencia energética del exterior y elevadas emisiones de gases de efecto invernadero, relacionadas con el crecimiento de los sectores de generación eléctrica y de transporte.

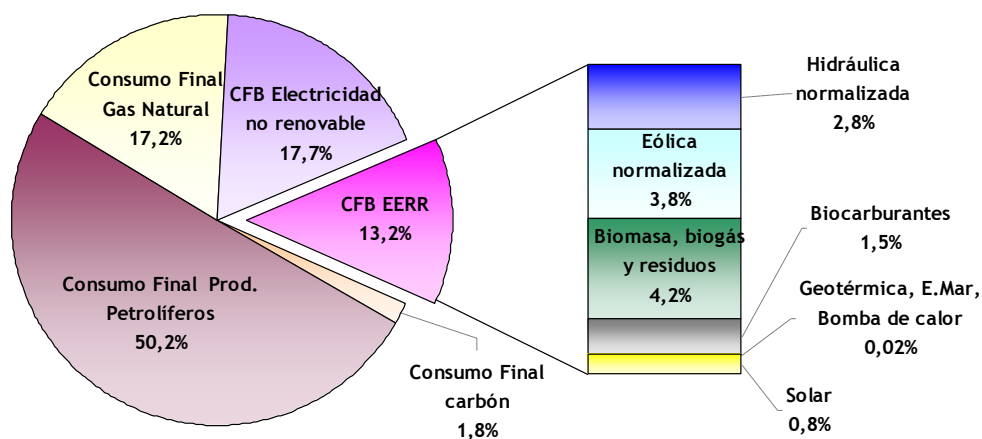
Durante los últimos años, **la respuesta a los retos específicos del contexto energético español** se ha centrado en potenciar la liberalización y el fomento de la transparencia en los mercados, el desarrollo de las infraestructuras energéticas y la promoción del ahorro y la eficiencia energética, así como de las energías renovables. Respecto a estas últimas, sus beneficios para nuestro país son grandes con relación a sus costes, que además tienden a bajar con el tiempo, a medida que progresa la tecnología.

**Nuestro país ha dejado atrás la fase de lanzamiento de las energías renovables y se encuentra en la de consolidación y desarrollo.** En ésta, y de acuerdo con la Ley 2/2011 de 4 de marzo de Economía Sostenible, los marcos de apoyo deberán basarse en los conceptos de estabilidad, flexibilidad para incorporar los avances tecnológicos, internalización de costes del sistema energético y priorización de la innovación. Y siempre sin perder de vista la configuración competencial del Estado.

**España cuenta, en la actualidad, con un sólido marco normativo de apoyo a las energías renovables.** Algunos de sus hitos fundamentales son: la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, que integró el Régimen Especial, regulado en el Real Decreto 661/2007; el Real Decreto ley 6/2009, por el que se establece el registro de preasignación de retribución para las instalaciones del régimen especial; el Real Decreto 1955/2000, que rige procedimientos de autorización; el Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión junto a sus instrucciones técnicas complementarias; el Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación; la Ley 22/1973, de Minas (modificada por la Ley 54/1980) en lo que tiene que ver con la energía geotérmica; en materia de aguas, el Real Decreto Legislativo 1/2001; la Ley 9/2006 y el Real Decreto Legislativo 1/2008 en lo que respecta a la regulación en materia ambiental; la Orden ITC/2877/2008, por la que se establece un mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte; el Real Decreto 1578/2008, referente a la retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica; el Real Decreto 1565/2010, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial; el Real Decreto 1614/2010, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica; y el Real Decreto-ley 14/2010, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.

Como resultado de la política de apoyo a las energías renovables, en el marco del Plan de Energías Renovables 2005-2010, el crecimiento de éstas durante los últimos años ha sido notable, y así, en términos de consumo de energía primaria, han pasado de cubrir una cuota del 6,3% en 2004 a alcanzar el 11,3% en 2010. Porcentaje que se eleva al 13,2% en el pasado año 2010, calculando la contribución de las energías renovables sobre el consumo final bruto de energía, de acuerdo con la metodología establecida en la Directiva 2009/28, de energías renovables. El gráfico siguiente muestra la estructura de este consumo.

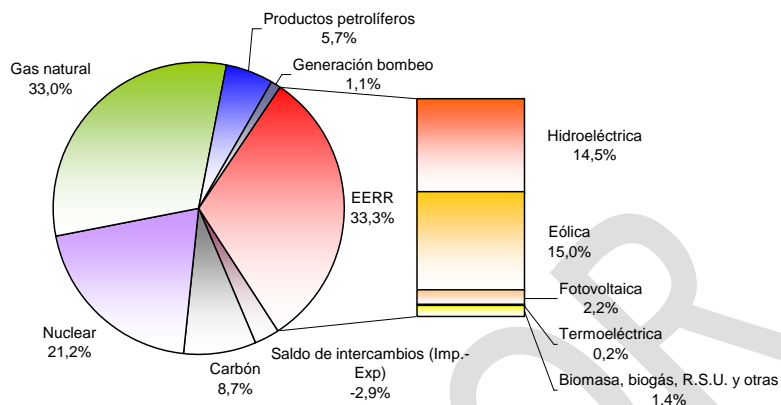
Figura 2.1: Consumo final bruto de energía en 2010



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al papel de las renovables en la generación eléctrica, el porcentaje de aquéllas sobre el consumo final bruto de electricidad ha pasado del 18,5% en 2004 al 29,2% en 2010. Estos datos corresponden a un año normalizado, pues los datos reales indican un crecimiento desde el 17,9% en 2004 hasta el 32,3% en 2010.

Figura 2.2: Estructura de producción eléctrica 2010



Fuente: Elaboración propia.

Por último, las renovables en el transporte han dado durante estos últimos años su gran salto adelante, sobre la base de los incentivos al consumo de biocarburantes en ese sector. De este modo, el favorable tratamiento fiscal y la obligación de uso han llevado a un crecimiento constante del consumo de biocarburantes (calculado en contenido energético) sobre el consumo de gasolina y gasóleo (metodología definida en el PER 2005-2010), que han pasado de representar el 0,39% en 2004 al 4,99% en 2010.

### 3. Escenarios energéticos en el horizonte de 2020

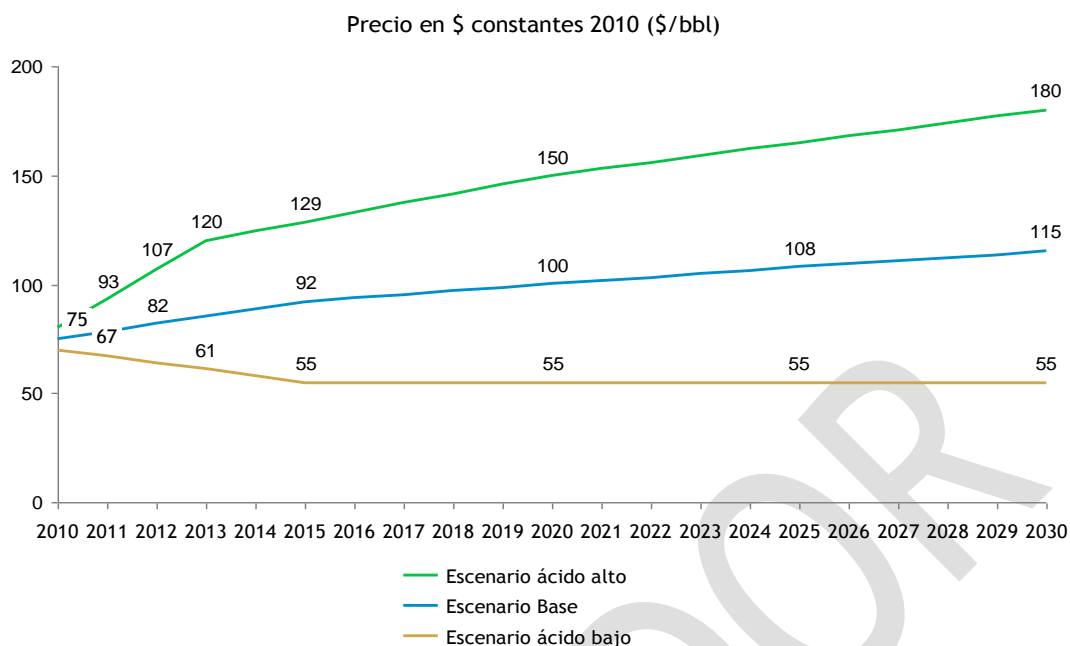
De cara al horizonte temporal de 2020 se consideran dos posibles escenarios, de acuerdo con la metodología de la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, y de la Decisión de la Comisión Europea de 30 de junio de 2009, por la que se establece un modelo para los planes de acción nacionales en materia de energía renovable: **un escenario de referencia y otro de eficiencia energética adicional**. Ambos escenarios comparten los principales parámetros socio-económicos (evolución demográfica y del PIB), así como la evolución prevista de los precios internacionales del petróleo y del gas natural, diferenciándose en las medidas de ahorro y eficiencia energética consideradas.

Así, en cuanto a la evolución del PIB, se prevén crecimientos medios anuales del 1,3% para 2011, 2,3% en 2012, 2,4% en 2013 y del orden del 2,4% para el periodo 2014-2020. Por su parte la población experimentará un crecimiento de 1,3 millones de habitantes entre 2010 y 2020 para superar ligeramente los 48 millones al final del periodo.

Por lo que respecta a la evolución de los precios del petróleo y del gas natural, a comienzos de 2010 —y dentro de los estudios llevados a cabo como apoyo al desarrollo del Plan— se realizaron las proyecciones que se presentan en las figuras que aparecen a continuación.

A este respecto, es importante destacar que desde la realización de esas proyecciones se han producido en distintos países de África y Asia una serie de acontecimientos que, además de los cambios de orden social y político que se están produciendo y puedan producirse, tendrán con toda probabilidad influencia en la evolución futura del precio de las materias primas energéticas y en el diseño de las políticas energéticas del futuro. Por ese motivo, se encuentra en curso una actualización de las mencionadas proyecciones que se tendrá en consideración tan pronto esté disponible.

Figura 3.1: Proyecciones del precio del crudo de petróleo Brent



Fuente: Boston Consulting Group, "Evolución tecnológica y prospectiva de costes por tecnologías de energías renovables a 2020 - 2030".

Estos escenarios realizados para España coinciden, en lo fundamental, con los análisis prospectivos de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), que prevé que los precios del petróleo crudo para Europa alcancen los 110 \$2008/barril en 2020, mientras los precios del gas natural para Europa se situarán alrededor de 23 €2010/MWh en 2020.



**Tabla 3.6: Escenario de Eficiencia Energética Adicional: Consumo de Energía Final**

<b>ktep</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>
Carbón	2.424	1.693	2.175	2.146
Prod. Petrolíferos	54.376	48.371	43.704	39.253
Gas natural	17.145	16.573	17.960	18.800
Electricidad	20.836	21.410	23.894	27.085
Energías Renovables	3.678	5.375	6.675	8.070
<b>Total Usos Energéticos</b>	<b>98.458</b>	<b>93.423</b>	<b>94.408</b>	<b>95.355</b>
Usos no energéticos	<b>7.842</b>	<b>6.416</b>	<b>6.865</b>	<b>6.865</b>
Prod. Petrolíferos	7.362	5.941	6.415	6.415
Gas natural	480	475	450	450
<b>Total Usos Finales</b>	<b>106.300</b>	<b>99.838</b>	<b>101.273</b>	<b>102.220</b>

Fuente: MITyC/IDAE

**Tabla 3.7: Escenario de Eficiencia Energética Adicional: Sectorización del Consumo de Energía Final**

<b>ktep</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>
Industria	30.558	28.209	26.213	25.777
Transporte	37.956	36.744	38.251	38.752
Residencial, servicios y otros	29.954	28.470	29.944	30.827
<b>Total usos energéticos</b>	<b>98.467</b>	<b>93.423</b>	<b>94.408</b>	<b>95.355</b>
Usos no energéticos:	7.842	6.416	6.865	6.865
<b>Total usos finales</b>	<b>106.309</b>	<b>99.838</b>	<b>101.273</b>	<b>102.220</b>

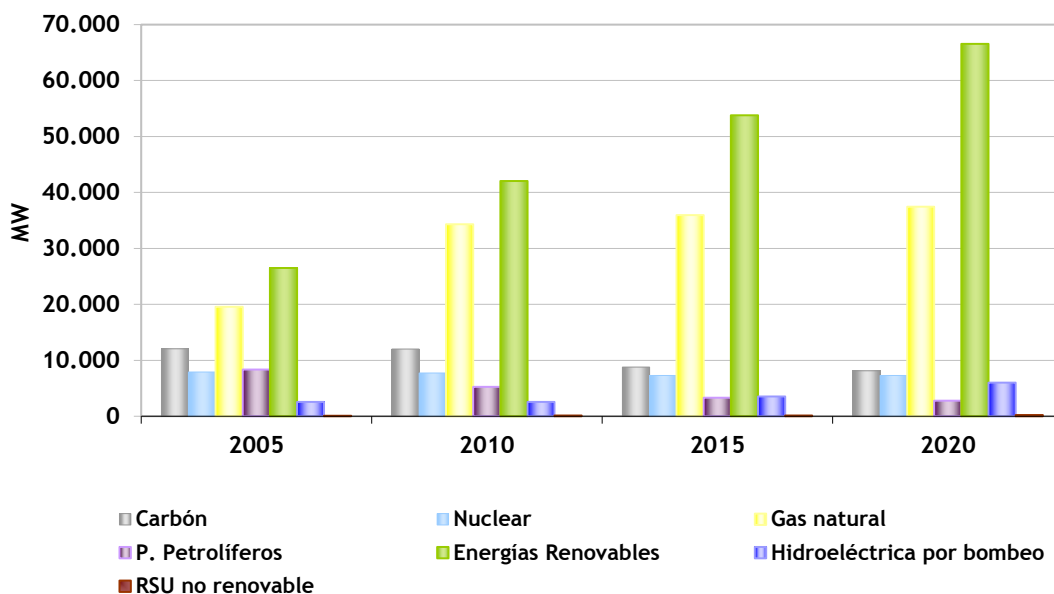
Fuente: MITyC/IDAE

Tabla 3.8: Escenario de Eficiencia Energética Adicional: Balance Eléctrico Nacional

GWh	2005	2010	2015	2020
Carbón	81.458	25.493	33.230	31.579
Nuclear	57.539	61.788	55.600	55.600
Gas natural	82.819	96.216	122.714	133.293
P. Petrolíferos	24.261	16.517	9.149	8.624
Energías Renovables	42.441	97.121	112.797	146.080
Hidroeléctrica por bombeo	4.452	3.106	6.592	8.457
<b>Producción bruta</b>	<b>292.970</b>	<b>300.241</b>	<b>340.082</b>	<b>383.634</b>
Consumos en generación	11.948	9.956	8.897	8.968
<b>Producción neta</b>	<b>281.022</b>	<b>290.285</b>	<b>331.185</b>	<b>374.667</b>
Consumo en bombeo	6.360	4.437	9.418	12.082
Saldo de intercambios	-1.344	-8.338	-11.231	-12.000
<b>Demanda (bc)</b>	<b>273.319</b>	<b>277.510</b>	<b>310.536</b>	<b>350.585</b>
Consumo sectores transformadores	5.804	4.100	5.800	5.800
Pérdidas transp, distrib	25.965	24.456	26.894	29.839
<b>DEMANDA FINAL DE ELECTRICIDAD</b>	<b>241.550</b>	<b>248.954</b>	<b>277.842</b>	<b>314.945</b>
Incremento respecto año anterior	4,26%	2,05%	2,53%	2,61%
<b>% renovables s/prod bruta</b>	<b>14,5%</b>	<b>32,3%</b>	<b>33,2%</b>	<b>38,1%</b>

Fuente: MITyC/IDAE

Figura 3.4: Escenario de Eficiencia Energética Adicional: Evolución de la capacidad eléctrica instalada según fuentes energéticas



Fuente: MITyC/IDAE

#### 4. Análisis por tecnologías

##### Biocarburantes

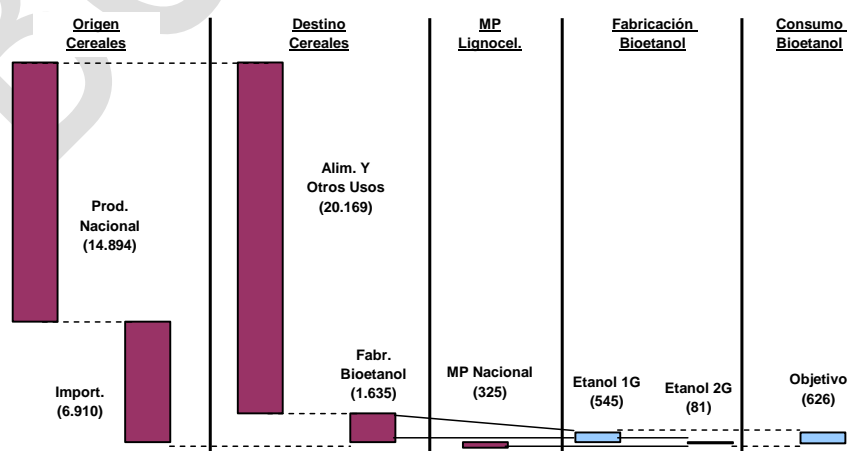
De acuerdo con los datos de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), los biocarburantes cubrieron en 2010 el 2,08% de la oferta mundial de petróleo. Los principales mercados de bioetanol son el norteamericano y el brasileño, mientras que el mayor consumo de biodiésel se produce en la Unión Europea. En España, la capacidad de producción instalada a finales de 2010 (datos del IDAE) superó los 4 millones de tep, repartidos en 464.000 toneladas de bioetanol (4 plantas) y 4.318.400 toneladas de biodiésel (47 plantas). Sin embargo, el sector ha atravesado durante los últimos años una difícil situación, en gran parte por prácticas comerciales, que han llevado a grandes importaciones y a una producción nacional por debajo de la capacidad instalada.

El marco de promoción de los biocarburantes en España se basa en dos pilares: el incentivo fiscal (tipo cero del impuesto de hidrocarburos), vigente hasta finales de 2012, y la obligación de uso, que se desarrolla en la Orden ITC/2877/2008 y en la que se enmarcan los objetivos aprobados en el Real Decreto 459/2011. Y junto a ello, la normativa sobre calidad de los carburantes, cuya última referencia ha sido la aprobación del Real Decreto 1088/2010.

En cuanto a la perspectiva tecnológica del sector, en el capítulo referente a I+D+i se revisan con mayor detalle los objetivos de desarrollo tecnológico conforme al trabajo de la Iniciativa Industrial Europea sobre Bioenergía (EIBI, del SET-Plan).

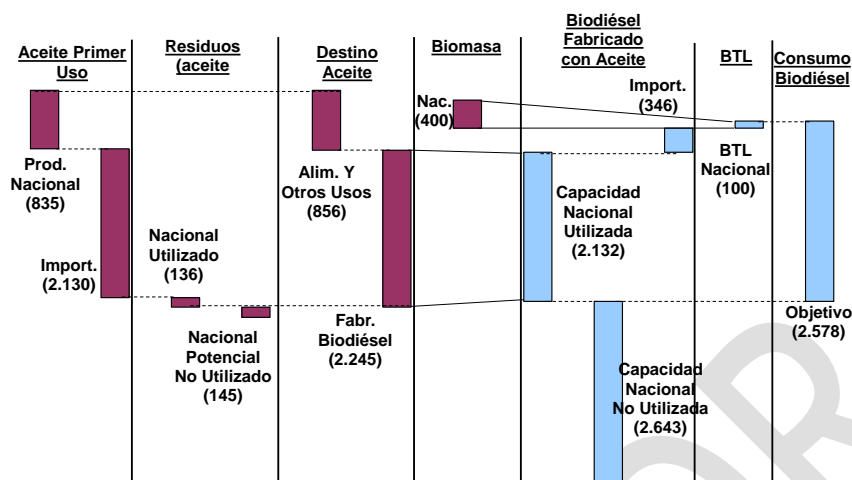
En lo que respecta al engarce entre el potencial de abastecimiento de materias primas del sector y las previsiones de consumo de biocarburantes en 2020 en el marco de los objetivos del Plan, éste se describe en las dos tablas siguientes.

Figura 4.1: Balance de Potencial Cereales - Bioetanol para el objetivo de 2020 (kt)



FUENTE: IDAE. Elaboración propia.

Figura 4.2: Escenario previsto objetivo: balance materias primas - biodiésel 2020 (kt)



FUENTE: IDAE. Elaboración propia

Para alcanzar los objetivos, las medidas planteadas se dirigen, principalmente, a la introducción de requisitos obligatorios de comercialización de mezclas etiquetadas, al avance en la normalización de éstas y al diseño y mejora continua del sistema nacional de verificación de sostenibilidad.

### Biogás

El potencial de generación de biogás en España se evalúa en unos 1,8 Mtep, destacando el biogás agroindustrial que aporta el 78% de este potencial.

Si bien hasta la fecha, el biogás de vertedero ha sido el principal contribuyente a la generación de biogás en España, tanto la normativa europea de gestión de residuos (encaminada a reducir el depósito en vertedero de residuos biodegradables) como los altos potenciales de biogás agroindustrial, hacen pensar que la tecnología de generación de biogás que más se desarrollará en la próxima década será la de los digestores anaerobios, aplicada, principalmente, a residuos ganaderos y agroindustriales.

La tecnología de digestión anaerobia es una tecnología madura, para la cual no se esperan grandes cambios. No obstante, hay margen de desarrollo para las tecnologías de pretratamiento y de valorización de los digestatos y, sobre todo, para las tecnologías de valorización del biogás generado. En este sentido, la inyección de biogás purificado en las redes de gas o el uso en vehículos son opciones que presentan un gran potencial de desarrollo.

La principal medida en este sector será la integración de los objetivos energéticos y las distintas políticas medioambientales, que deberá tener, como consecuencia, entre otros, la

consideración de todos los digestatos generados en este tipo de plantas en la normativa sobre productos fertilizantes, el reconocimiento económico de las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas por la digestión anaerobia de deyecciones ganaderas (con especial hincapié en plantas de < 200 kW) o la creación de una Comisión Técnica. Otras medidas que contribuirán al desarrollo del sector serán todas aquellas relacionadas con un uso más eficiente del biogás generado, como un mayor incentivo a la realización de cogeneraciones, ayudas al uso térmico y el posible establecimiento de un marco normativo y económico para la inyección en redes.

### **Biomasa**

En la actualidad la mayor parte de los 3.655 ktep de consumo térmico final de biomasa en España proviene del sector forestal, utilizándose en sector doméstico, mediante sistemas tradicionales poco eficientes (uso de leñas) y en industrias forestales para consumo térmico o cogeneración. Existe una potencia instalada de 533 MW abastecida con residuos de industrias agroforestales y restos de cultivos agrícolas principalmente.

El potencial de biomasa disponible en España, bajo hipótesis conservadoras, se sitúa en torno a 87 millones de toneladas de biomasa primaria en verde, incluyendo restos de masas forestales existentes, restos agrícolas, masas existentes sin explotar y cultivos energéticos a implantar. A este potencial se suman más de 12 millones de toneladas de biomasa secundaria seca obtenida de residuos de industrias agroforestales.

En los últimos años se está iniciando el desarrollo de los cultivos energéticos y de la mecanización específica para la recogida, extracción y tratamiento de biomasa. Respecto a las aplicaciones, la implantación de tecnologías modernas para la biomasa térmica en edificios y los desarrollos tecnológicos en gasificación y ciclos ORC para la implantación de cogeneraciones hacen prever, para los próximos años, una importante expansión de la biomasa en el sector térmico en edificios e instalaciones industriales. Por consiguiente, en los próximos años además de avanzar en una mayor aportación cuantitativa de la biomasa, se producirá un cambio cualitativo a tecnologías actualizadas y eficientes. Todo ello unido a la generación de energía eléctrica distribuida mediante pequeñas cogeneraciones y plantas en el entorno de los 10 MW de potencia de generación pura.

Por consiguiente, en los próximos años además de avanzar en una mayor aportación cuantitativa de la biomasa, es posible que se produzca un cambio cualitativo a tecnologías actualizadas y eficientes.

Para alcanzar los objetivos fijados en el área de biomasa se han definido una serie de medidas dirigidas a cada fase del aprovechamiento de la misma. Las medidas para el desarrollo de un mercado maduro de suministro de biomasa se centran en la movilización del recurso (planes plurianuales de aprovechamiento, repoblaciones energéticas y ayudas a la extracción de biomasa primaria), su transporte, gestión y venta (financiación a empresas de logística de biomasa). El apoyo al desarrollo de aplicaciones térmicas, especialmente en

edificios, se realizará mediante campañas de difusión, desarrollos normativos y nuevos sistemas de apoyo financiero, de incentivos y de subvenciones. El crecimiento de la producción eléctrica con biomasa permitirá la generación distribuida a través de pequeñas cogeneraciones y centrales eléctricas en el entorno de los 15 MW, para lo que se establecen nuevos programas de financiación y mejoras en el sistema de retribución de la energía eléctrica renovable (especialmente para instalaciones con menos de 2 MW), a la vez que se busca una simplificación de los trámites y una reducción de los procesos de maduración y puesta en marcha de estos proyectos.

### ***Energías del mar***

España posee un importante potencial energético marino. Por las características de nuestra costa, el aprovechamiento de la energía de las olas es la que se vislumbra como la más prometedora. La energía de las olas en España es un recurso viable, de gran calidad para su futura explotación, siendo la cornisa Cantábrica y la fachada norte de las Islas Canarias donde se dan los mayores potenciales energéticos. La energía de las corrientes, en el sur de la península, presenta también un elevado potencial teórico, pero su viabilidad está muy limitada por el intenso tráfico marítimo y los valores ambientales existentes en esa zona.

Actualmente, los costes de generación reales son altos, encontrándose fuera del rango comercial, y tampoco son fiables debido a la inmadurez de la tecnología. Son muchos los dispositivos que se están desarrollando, cuyo reto es lograr una tecnología capaz de extraer la energía del oleaje y demostrar la funcionalidad de los dispositivos en el mar a corto plazo y la fiabilidad de los mismos a medio plazo. El desarrollo de tecnología nacional para diferentes tipologías de prototipos y la ejecución de varios centros de pruebas nacionales sugieren un importante desarrollo industrial en este área en los próximos años.

No se espera la disponibilidad de plantas comerciales a corto o medio plazo debido a los problemas existentes entre los modelos y el comportamiento real de las instalaciones en el medio marino. En cambio, sí es factible la disponibilidad de plantas de pequeña escala que aporten su energía a la red en casos muy puntuales para determinadas tecnologías más avanzadas, aunque necesitarán fuertes apoyos de financiación.

Para alcanzar los objetivos, las medidas planteadas están dirigidas, fundamentalmente, a actividades de I+D para nuevos diseños y componentes que reduzcan el coste y mejoren la supervivencia de los equipos, programas de demostración para el desarrollo y prueba de prototipos a escala y desarrollo de una red de infraestructuras experimentales que permitan validar los dispositivos.

## **Eólica**

La energía eólica es la fuente renovable que experimentó un mayor crecimiento en España durante la anterior década. La producción eléctrica del sector eólico en 2010 fue superior a los 43.700 GWh, contribuyendo en un 16% a la cobertura total de la demanda eléctrica nacional, y superando, en algunas ocasiones, una cobertura del 50% de la demanda horaria.

En cuanto a las tendencias tecnológicas principales en el horizonte 2020, no son previsibles grandes cambios en la tecnología eólica, más allá de desarrollar aerogeneradores de mayor tamaño aplicando nuevos materiales más resistentes, con menores costes asociados y con sistemas avanzados de control de la calidad de la energía cedida a la red. Para la tecnología eólica marina, en estado todavía incipiente en muchos aspectos, será fundamental desarrollar conceptos específicos en el diseño, logística de transporte y montaje, etc. que permitan la reducción de ratios de inversión y costes de explotación para conseguir la máxima competitividad. En particular, se considera esencial la implantación de plataformas marinas experimentales para la I+D de subestructuras de cimentación para profundidades medias y de diseños flotantes para aguas profundas, en las que todavía no existe ningún parque comercial.

El potencial eólico es altamente sensible a la evolución del nivel tecnológico, por lo que no se trata de un valor estable en el tiempo, estimándose en España superior a los 330 GW en tierra y próximo a los 8 GW en el mar en aguas profundas (menor de ~50 m de profundidad).

En cuanto a la eólica de pequeña potencia, todavía no se ha aprovechado en España su capacidad para aportar energía renovable de forma distribuida, mediante su integración en entornos urbanos, semi-urbanos, industriales y agrícolas, especialmente asociada a puntos de consumo de la red de distribución. Estas instalaciones tienen una serie de ventajas adicionales respecto a la gran eólica, como una mayor eficiencia potencial global por las pérdidas evitadas en las redes de transporte y distribución, y que permiten la integración de generación renovable sin necesidad de crear nuevas infraestructuras eléctricas.

Para la consecución de los objetivos fijados en el Plan, aparte de medidas de carácter general, esenciales para permitir la mayor integración del conjunto de las energías renovables (marco retributivo estable y predecible, adecuado desarrollo de las infraestructuras eléctricas de transporte, nuevas interconexiones internacionales, aumento de la capacidad de almacenamiento energético, y potenciación de la gestión de la demanda en tiempo real), se incluyen diversas medidas para eliminar las barreras identificadas en cada subsector eólico, especialmente en la Eólica Marina y la Eólica de Pequeña Potencia, todavía por desarrollar en España. En particular, se plantean las medidas relacionadas con la simplificación de la tramitación administrativa, de la repotenciación de parques eólicos, de nuevas instalaciones de I+D+i, tanto en tierra como en mar, así como de máquinas de pequeña potencia. Otro factor destacable es marcar directrices para el desarrollo de parques eólicos dentro de la Red Natura 2000, que supone alrededor del 28% del territorio nacional.

### **Geotermia y otras energías del ambiente**

La energía geotérmica es uno de los recursos energéticos más importante y menos conocido, que puede ser aprovechado, en determinadas condiciones técnicas, económicas y medioambientales, para la producción de electricidad y para usos térmicos.

Respecto a la **geotermia para generación de electricidad**, se estima que existe un potencial bruto de casi 3.000 MW de recursos geotérmicos de alta temperatura para generación de electricidad, aprovechables mediante geotermia convencional y con las nuevas tecnologías de la geotermia estimulada.

Actualmente en España no existen instalaciones geotérmicas de alta entalpía para generación de electricidad, aunque sí existe un gran y creciente interés en desarrollar proyectos de este tipo en el corto-medio plazo.

Para la geotermia profunda, el reto tecnológico consiste, por tanto, en encontrar la forma de utilizar los recursos geotérmicos existentes de manera técnica y económicamente viable, lo cual solo será posible a partir del desarrollo tecnológico de nuevos métodos de perforación para la reducción de costes y de la geotermia estimulada.

El objetivo establecido en el PER 2011-2020 para la geotermia de producción de electricidad es de 50 MW a desarrollar a partir del año 2017. Para su consecución será necesario, principalmente, articular medidas de I+D en las fases iniciales para el conocimiento del recurso, la disminución de riesgos en la perforación y el desarrollo de las nuevas tecnologías de geotermia estimulada.

En cuanto a la **geotermia para usos térmicos**, la potencia actual instalada en España se estima que supera los 100 MWt, sobre todo por el gran desarrollo en los últimos años de los aprovechamientos geotérmicos mediante bombas de calor. El potencial geotérmico de baja y muy baja temperatura en zonas con potenciales consumidores se ha estimado en más de 50.000 MWt.

Los principales retos tecnológicos de la geotermia para usos térmicos son reducir el coste de generación térmico, mediante la reducción de los costes de ejecución del intercambio geotérmico y el incremento de los ahorros proporcionados por estos sistemas, y mediante el aumento de la eficiencia de las bombas de calor geotérmicas.

El objetivo establecido en el PER 2011-2020 para los usos térmicos de la geotermia ha sido de 50 Ktep para el año 2020, a desarrollar mediante aplicaciones directas térmicas (redes de climatización o balnearios) y aplicaciones con bombas de calor geotérmicas para climatización y agua caliente sanitaria (ACS) en el sector residencial y de servicios.

Según la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, las **energías aerotérmica, hidrotérmica y geotérmica capturadas por bombas de calor** quedan consideradas como energías procedentes de fuentes renovables, aunque debido a que

necesitan electricidad u otra energía auxiliar para funcionar, solo se tendrán en cuenta las bombas de calor cuya producción supere de forma significativa la energía primaria necesaria para impulsarlas.

La estimación del Plan sobre la aportación de la energía aerotérmica a los objetivos del PER 2011-2020 es de 10 Ktep para el año 2020, teniendo en cuenta, únicamente, las bombas de calor que cumplan los requisitos establecidos por la Directiva. Se ha considerado que no necesita ninguna medida relevante para alcanzar dicho objetivo en el período del plan.

### ***Hidroeléctrica***

España dispone de grandes recursos hidroeléctricos, gran parte de los cuales han sido ya desarrollados, dando, como resultado, un importante y consolidado sistema de generación hidroeléctrica altamente eficiente. No obstante, todavía hay disponible un significativo potencial sin explotar, cuyo desarrollo puede ser muy importante para el conjunto del sector eléctrico por su aportación energética y por su contribución a la seguridad y calidad del sistema eléctrico.

Según la última evaluación de los recursos hidráulicos nacionales realizada en 1980, se consideraba que el potencial de futura utilización con pequeñas centrales era de 6.700 GWh y con aprovechamientos medianos y grandes era de 27.300 GWh/año. Desde esa fecha hasta la actualidad, se han desarrollado parte de esos recursos, por lo que, teóricamente, el potencial hidroeléctrico pendiente de desarrollar sería de 4.500 GWh. Sin embargo, todos los estudios y análisis científicos relativos a los impactos del cambio climático en España, apuntan a una disminución general de los recursos hídricos, que afectará a la producción de energía hidroeléctrica.

Los retos tecnológicos en el área hidroeléctrica, por tratarse de una tecnología consolidada, van todos encaminados a obtener la máxima eficiencia, mejorar los rendimientos y reducir los costes, sin olvidar la protección medioambiental en cuanto a evitar cualquier tipo de fugas de aceite o grasas al medio acuático.

Las medidas específicas planteadas para el sector están enfocadas principalmente al fomento del aprovechamiento hidroeléctrico de infraestructuras hidráulicas existentes (presas, canales, sistemas de abastecimiento, etc.), así como a la rehabilitación y modernización de centrales hidroeléctricas existentes, todo ello de forma compatible con la planificación hidrológica y con la preservación de los valores ambientales.

### ***Residuos***

La fracción biodegradable de los residuos municipales e industriales es fuente renovable de energía. Los potenciales disponibles de residuos en España se han evaluado en unos 4 Mtep, siendo los residuos sólidos urbanos los que aportan la mayor parte, superior al 58%.

Las tecnologías más usadas para generar energía a partir de estos residuos, la incineración en horno de parrillas y lecho fluido, son tecnologías plenamente maduras. El uso en hornos industriales, como los del sector cementero, es una tecnología también madura. Dada su madurez, no se esperan cambios significativos en estas tecnologías a lo largo de la década de aplicación del Plan.

Aparte de conseguir un desarrollo de los usos energéticos de los residuos acorde con los valores medios europeos y la jerarquía de gestión de residuos comunitaria, es de prever también un aumento de la producción de combustibles preparados a partir de residuos (combustibles sólidos recuperados, CSR), así como un aumento de las aplicaciones energéticas de este tipo de combustibles (cogeneraciones).

La principal **medida** para la consecución de los objetivos es aumentar la formación e información tanto entre las administraciones públicas como entre la sociedad, de forma que se eliminen barreras existentes hoy día sobre opciones de gestión de residuos que han de ser prioritarias al depósito en vertedero.

### ***Solar fotovoltaica***

El sector solar fotovoltaico contó en 2010 con 3.787 MW de potencia instalada, que produjeron 6.279 GWh. El objetivo para 2020 es de 7.250 MW, con una producción asociada de 12.356 GWh. El potencial es inmenso, debido al alto recurso disponible y a la versatilidad de la tecnología, que permite su instalación cerca de los centros de consumo fomentando la generación distribuida renovable.

El sector está compuesto, actualmente, por aproximadamente 500 empresas, de las cuales un 10% son empresas fabricantes de materia prima, células, módulos fotovoltaicos y otros componentes. En cuanto a los costes, es previsible que se mantengan los descensos recientes, si bien, no con la misma intensidad. Según los estudios realizados se prevé un descenso en los costes de inversión desde el rango actual de 2,5 €/W a 3,0 €/W hasta un rango de entre 1,1 €/W a 1,3 €/W en 2020.

En cuanto a la tipología de las instalaciones, se prevé una mayor penetración en edificaciones, con instalaciones de pequeña o mediana potencia, desde un modelo previo donde predominaban las grandes instalaciones en suelo.

Las **medidas** planteadas están enfocadas, por una parte, a impulsar el **descenso de los costes** de la energía producida con la tecnología y, por otra, a **superar otras barreras no económicas** que permitan su integración a gran escala en el sistema eléctrico. Destacan las medidas sobre impulso a la I+D, simplificación de procedimientos y fomento de autoconsumo (balance neto).

### ***Solar térmica***

El sector solar térmico contó en 2010 en España con 2.366.534 m<sup>2</sup> (1.657 MW), que produjeron 183 kTep (2.128 GWh). El objetivo para 2020 es de 10.000.000 m<sup>2</sup> (7.000 MW), con una producción asociada de 644 kTep (7.488 GWh). El potencial del sector solar térmico es muy grande, considerando la demanda de calor en los rangos que puede trabajar la tecnología.

El sector está compuesto, actualmente, por más de 100 empresas, de las cuales aproximadamente 40 son empresas fabricantes de captadores y otros equipos. Para los próximos años se prevé un descenso de costes importantes debido a mejoras en fabricación y al efecto escala (mayores instalaciones).

En cuanto a tipología de instalaciones, se prevé una mayor penetración en sectores diferentes del residencial, como el sector servicios o el sector industrial, con instalaciones de mediano o gran tamaño, que proporcionarán energía térmica para usos de ACS, de climatización (frío/calor) e industriales.

Entre las **medidas** propuestas destacan dotar al sector de un sistema de retribución de la energía producida, basado en incentivos al calor renovable (ICAREN), favorecer la penetración de la energía solar térmica en los modelos de venta de energía a través de Empresas de Servicios Energéticos (ESE's) y fortalecer la I+D en el sector.

### ***Solar termoeléctrica***

El sector solar termoeléctrico contó en 2010 en España con 632 MW de potencia instalada, que produjeron 691 GWh. El objetivo para 2020 es de 4.800 MW, con una producción de 14.379 GWh. El potencial del sector es muy grande y en ningún caso limita los objetivos planteados.

Actualmente, las empresas españolas lideran el desarrollo del sector a nivel mundial, participando prácticamente en todas las iniciativas que se llevan a cabo. Para los próximos años se espera un descenso de costes intenso, debido a la optimización de la fabricación de componentes, especialmente del campo solar, y a la penetración de otras tecnologías como las de receptor central (torre) o disco Stirling.

Las **medidas** planteadas están enfocadas, principalmente, al impulso de la I+D+i en España, destacando la fabricación de componentes y la mejora de sistemas de almacenamiento e hibridación con otras tecnologías que permitan un descenso de costes y una penetración segura en el sistema eléctrico. Otras medidas normativas tienen especial importancia, pues es necesario un nuevo marco a partir de 2013 que permita alcanzar los objetivos establecidos.

## 5. Objetivos energéticos del Plan en el periodo 2011-2020

A continuación se presenta una tabla resumen que recoge tanto los objetivos obligatorios, como la senda indicativa de las cuotas de energía procedente de fuentes de energía renovables en el consumo final bruto, según marca la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. En la misma se muestra, también, el grado de cumplimiento de dichos objetivos, teniendo en cuenta las previsiones de consumo final bruto de energía procedente de fuentes de energía renovables, las cuales se basan en la aplicación de las diferentes medidas propuestas en este Plan. Es importante destacar que en las cuatro tablas siguientes, la metodología de cálculo empleada es la estipulada por mencionada Directiva 2009/28/CE.

BORRADOR

Tabla 5.1: Objetivos globales del PER 2011-20 y grado de cumplimiento de los objetivos obligatorios e indicativos de la Directiva 2009/28/CE

ktep	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>A.</b> Consumo Final Bruto de Electricidad procedente de Fuentes Renovables	4.624	7.323	7.860	8.340	8.791	9.212	9.586	9.982	10.547	11.064	11.669	12.455
<b>B.</b> Consumo Final Bruto de Fuentes Renovables para Calefacción y Refrigeración	3.541	3.933	3.992	4.034	4.109	4.181	4.404	4.651	4.834	5.013	5.152	5.357
<b>C.</b> Consumo Final de Energía procedente de Fuentes Renovables en el sector Transporte	245	1.538	2.174	2.331	2.361	2.417	2.498	2.585	2.700	2.824	2.963	3.214
<b>C.1.</b> Consumo de Electricidad procedente de Fuentes Renovables en el sector del transporte por carretera	0	0	0	0	5	11	21	34	48	66	90	122
<b>C.2.</b> Consumo de Biocarburantes del artículo 21.2	0	5	15	45	75	105	142	167	193	177	199	252
<b>C.3.</b> SUBTOTAL Renovables para cumplimiento del objetivo en transporte: $(C)+(2,5-1) \times (C.1)+(2-1) \times (C.2)$	245	1.543	2.189	2.376	2.444	2.539	2.672	2.803	2.966	3.100	3.297	3.649
<b>D.</b> Consumo total de Fuentes de Energía Renovables (evitando doble contabilización de la electricidad renovable en el transporte)	8.302	12.698	13.901	14.533	15.081	15.613	16.261	16.953	17.776	18.547	19.366	20.525
<b>E.</b> Consumo Final Bruto de Energía en Transporte	32.431	30.872	30.839	31.213	31.271	31.271	32.030	32.226	32.362	32.391	32.325	32.301
<b>F.</b> Consumo Final Bruto de Energía en Calefacción y Refrigeración, Electricidad y Transporte	101.719	96.382	96.255	96.413	96.573	96.955	97.486	97.843	98.028	98.198	98.328	98.443
<b>OBJETIVOS EN EL TRANSPORTE (%)</b>												
Objetivo obligatorio mínimo en 2020												10,0%
Grado de cumplimiento del objetivo obligatorio en 2020 (C.3/E)	5,0%											11,3%
<b>OBJETIVOS GLOBALES (%)</b>												
Trayectoria indicativa (media para cada bienio) y objetivo obligatorio mínimo en 2020			11,0%	12,1%	13,8%	16,0%						20,0%
Grado de cumplimiento de la trayectoria indicativa y del objetivo obligatorio mínimo en 2020 $(D/F \text{ ó } [D_{\text{año1}}+D_{\text{año2}}]/[F_{\text{año1}}+F_{\text{año2}}])$	8,2%	13,2%	14,8%	15,9%	17,0%	18,5%	19,7%					20,8%

A continuación se desglosan, hasta el año 2020, los objetivos para cada tecnología de energía renovable en España, agrupadas por cada uno de los sectores de consumo energético, a saber, sector eléctrico, sector calefacción y refrigeración y sector transporte. Los datos desglosados corresponden a las filas A, B y C de la tabla 4.1.

Tabla 5.2: OBJETIVOS del PLAN de ENERGÍAS RENOVABLES 2011-2020 en el SECTOR ELÉCTRICO

(Potencia instalada, Generación bruta sin normalizar y Generación bruta normalizada)

	2010			2015			2020		
	MW	GWh	GWh (normalizados)(*)	MW	GWh	GWh (normalizados)(*)	MW	GWh	GWh (normalizados)(*)
<b>Hidroeléctrica (sin bombeo)</b>	13.226	42.215	31.614	13.548	32.538	31.371	13.861	33.140	32.814
<1MW (sin bombeo)	242	802	601	253	772	744	268	843	835
1MW-10MW (sin bombeo)	1.680	5.432	4.068	1.764	4.982	4.803	1.917	5.749	5.692
>10MW(sin bombeo)	11.304	35.981	26.946	11.531	26.784	25.823	11.676	26.548	26.287
por bombeo	5.347	3.106	(**)	6.312	6.592	(**)	8.811	8.457	(**)
<b>Geotérmica</b>	0	0	(**)	0	0	(**)	50	300	(**)
<b>Solar fotovoltaica</b>	3.787	6.279	(**)	5.416	9.060	(**)	7.250	12.356	(**)
<b>Solar termoeléctrica</b>	632	691	(**)	3.001	8.287	(**)	4.800	14.379	(**)
<b>Energía hidrocinética, del oleaje, mareomotriz</b>	0	0	(**)	0	0	(**)	100	220	(**)
<b>Eólica en tierra</b>	20.744	43.708	42.337	27.847	55.703	55.538	35.000	71.640	70.734
<b>Eólica marina</b>	0	0	0	22	66	66	750	1.845	1.822
<b>Biomasa, RSU, Biogás</b>	825	4.228	(**)	1.162	7.142	(**)	1.950	12.200	(**)
Biomasa Sólida	533	2.820	(**)	817	4.903	(**)	1.350	8.100	(**)
RSU	115	663	(**)	125	938	(**)	200	1.500	(**)
Biogás	177	745	(**)	220	1.302	(**)	400	2.600	(**)
<b>TOTALES (sin bombeo)</b>	<b>39.214</b>	<b>97.121</b>	<b>85.149</b>	<b>50.996</b>	<b>112.797</b>	<b>111.464</b>	<b>63.761</b>	<b>146.080</b>	<b>144.825</b>

(\*) En esta columna aparecen los valores normalizados para la producción hidráulica y eólica según se recoge en el Artículo 5, Apartado 3 de la Directiva 2009/28/CE, utilizando las fórmulas de normalización contenidas en su Anexo II.

(\*\*) Estas producciones no se normalizan. Se consideran los mismos valores que la producción sin normalizar.

Tabla 5.3: OBJETIVOS del PLAN de ENERGÍAS RENOVABLES 2011-2020 en el SECTOR de la CALEFACCIÓN/REFRIGERACIÓN

ktep	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Energía geotérmica (excluyendo el calor geotérmico de temperatura baja en aplicaciones de bomba de calor)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	5,2	6,4	7,1	7,9	8,6	9,5
Energía solar térmica	61	183	190	198	229	266	308	356	413	479	555	644
Biomasa:	3.468	3.729	3.779	3.810	3.851	3.884	4.060	4.255	4.377	4.485	4.542	4.653
sólida (incluye residuos)	3.441	3.695	3.740	3.765	3.800	3.827	3.997	4.185	4.300	4.400	4.450	4.553
biogás	27	34	39	45	51	57	63	70	77	85	92	100
Energía renovable a partir de bombas de calor	7,6	17,4	19,7	22,2	24,9	28,1	30,8	33,6	37,2	41,2	45,8	50,8
de la cual aerotérmica	4,1	5,4	5,7	6,1	6,4	6,9	7,4	7,9	8,4	9,0	9,7	10,3
de la cual geotérmica	3,5	12,0	14,0	16,1	18,5	21,2	23,4	25,7	28,8	32,2	36,1	40,5
<b>TOTALES</b>	<b>3.541</b>	<b>3.933</b>	<b>3.992</b>	<b>4.034</b>	<b>4.109</b>	<b>4.181</b>	<b>4.404</b>	<b>4.651</b>	<b>4.834</b>	<b>5.013</b>	<b>5.152</b>	<b>5.357</b>

Tabla 5.4: OBJETIVOS del PLAN de ENERGÍAS RENOVABLES 2011-2020 en el SECTOR del TRANSPORTE

Resumen del Plan de Energías Renovables 2011-2020

ktep	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Bioetanol / bio-ETBE</b>	113	226	232	281	281	290	301	300	325	350	375	400
<i>de los cuales biocarburantes del artículo 21.2 (*)</i>	0	0	0	0	0	0	7	7	7	19	19	52
<b>Biodiesel</b>	24	1.217	1.816	1.878	1.900	1.930	1.970	2.020	2.070	2.120	2.170	2.313
<i>de los cuales biocarburantes del artículo 21.2 (*)</i>	0	5	15	45	75	105	135	160	186	158	180	200
<b>Electricidad procedente de fuentes renovables</b>	107,4	96	126	172	180	197	227	265	305	354	418	501
<i>De la cual transporte por carretera</i>	0	0	0	0	5	11	21	34	48	66	90	122
<i>De la cual transporte no por carretera</i>	107	96	126	172	174	186	206	230	257	288	329	380
<b>TOTALES</b>	245	1.538	2.174	2.331	2.361	2.417	2.498	2.585	2.700	2.824	2.963	3.214

(\*) Artículo 21, Apartado 2 de la Directiva 2009/28/CE: biocarburantes obtenidos a partir de desechos, residuos, materias celulósicas no alimentarias y material lignocelulósico.

Respecto a los objetivos en el sector eléctrico, hay que destacar que tanto para la energía hidráulica, como para la energía eólica, la Directiva 2009/28/CE establece un método de normalización que suaviza la variabilidad anual potencial de ambas producciones, la cual se acentúa en años de alta/baja hidraulicidad o alto/bajo recurso eólico, respectivamente. Las fórmulas de cálculo para llevar a cabo dicha normalización de producciones quedan especificadas en el Anexo II de la Directiva 2009/28/CE y su objetivo principal es definir unas horas medias de funcionamiento, sobre quince años de producción en el caso de la hidráulica, y 5 años en el caso de la eólica. En la tabla 5.2 se muestran tanto los valores normalizados como los no normalizados.

Como se puede observar, se sigue apostando por la tecnología eólica terrestre, al ser una tecnología madura y muy cercana a la competitividad con la generación eléctrica convencional, y cuyo crecimiento se atribuye tanto a la construcción de nuevos parques eólicos como a la repotenciación de los obsoletos. Asimismo, se espera un incremento anual progresivo de la potencia eólica marina instalada, la cual empezaría a entrar en servicio alrededor de la mitad de la década.

En cualquier caso, con el objetivo de conseguir un desarrollo proporcionado de toda la cesta de tecnologías renovables, para así obtener el máximo beneficio de estas fuentes energéticas, ya en la segunda mitad de la década se empezaron a incorporar tecnologías como la geotermia o las energías del mar, de cara a preparar su progresiva maduración durante la década 2020 - 2030.

La parte derecha de la Tabla 5.3 recoge los objetivos para las tecnologías de generación de calor/frío, las cuales incluyen la energía geotérmica (entre ellas la bomba de calor), la solar térmica y la biomasa (ya sea en estado sólido o en forma de biogás).

Respecto a la biomasa térmica, el consumo en 2020 se repartirá de forma bastante equitativa entre el sector industrial y el sector doméstico y edificios. En el sector solar térmico, a pesar de la desaceleración sufrida debida a la crisis inmobiliaria, la superficie solar térmica instalada se ha seguido desarrollando y se estima que seguirá su senda ascendente. Por otro lado, la evolución de la geotermia para usos térmicos se desarrollará en dos tipos de aplicaciones: energía geotérmica, excluyendo el calor geotérmico de temperatura baja en aplicaciones de bomba de calor, y energía renovable a partir de bombas de calor geotérmicas. Igualmente, se prevé que la bomba de calor aerotérmica duplique su producción energética en 2020.

Finalmente, en la Tabla 5.4 se desglosan todas las fuentes de energías renovables utilizadas en el sector del transporte. Es importante destacar la aparición de objetivos para el vehículo eléctrico antes de la mitad de la década.

En cuanto al biodiesel, se prevé que el ritmo de crecimiento se intensifique gracias a los objetivos de biocarburantes establecidos para el inicio de la década. En concreto, para los años 2011, 2012 y 2013, los cuales forman parte de las medidas establecidas en el Plan de Intensificación del Ahorro y la Eficiencia Energética del Gobierno, de marzo de 2011. Asimismo, este consumo seguirá una senda ascendente a lo largo de la década, apoyado por el

desarrollo de especificaciones para mezclas etiquetadas. Respecto al bioetanol, se prevé que el consumo prácticamente se doble, desde 2011 hasta 2020. Su proyección ascendente será en parte motivada por la probable desaparición de la gasolina de protección y la generalización de la especificación de mezclas etiquetadas de gasolina.

BORRADOR

## 6. Medidas contempladas en el Plan

El Plan de Energías Renovables 2011-2020 contempla alrededor de 90 medidas, de las cuales, una cuarta parte son medidas horizontales y el resto sectoriales. Todas estas medidas se pueden dividir en cinco grandes grupos: marcos de apoyo, medidas económicas, medidas normativas, actuaciones en infraestructuras energéticas y medidas de planificación, promoción, información, formación y otras.

### MARCOS DE APOYO

Se entiende por marco de apoyo a las energías renovables el conjunto estructurado de instrumentos jurídicos, económicos, técnicos y de otro tipo, tendente al fomento de la utilización de fuentes de energía renovables, favoreciendo su competitividad frente a las energías convencionales y su integración en el modelo productivo y en el sistema energético.

Dentro de esta categoría, se enmarcan tres sistemas, los dos primeros basados en la retribución de la energía producida con energías renovables:

- Régimen Especial de generación eléctrica con renovables, existente como tal desde 1994, aunque su antecedente –régimen de producción concertada– tiene su origen hace tres décadas, en la Ley 82/1980, sobre Conservación de la Energía. Ha sido y es el principal instrumento de apoyo al desarrollo de la electricidad renovable en España.
- ICAREN, un nuevo sistema diseñado para mejorar el desarrollo de las energías renovables para usos térmicos.
- Balance neto de electricidad, nuevo sistema para el fomento de la generación distribuida y la compensación de saldos entre consumidor y compañía suministradora.

#### Régimen Especial de generación de electricidad con renovables

Se propone la adaptación del marco retributivo para la energía eléctrica generada con energías renovables contemplando unos niveles de retribución a la generación eléctrica que permitan la obtención de unas tasas razonables de rentabilidad de la inversión. Para su determinación se tendrán en cuenta los aspectos técnicos y económicos específicos de cada tecnología, la potencia de las instalaciones, el número de horas anuales de funcionamiento y su fecha de puesta en servicio, todo ello utilizando criterios de sostenibilidad y de eficiencia económica en el sistema. La aplicación del marco retributivo se orientará a un número de horas de funcionamiento predeterminado (variable dependiendo de la tecnología), siendo retribuida la energía generada a partir de este máximo a precio de mercado.

Al objeto de garantizar la sostenibilidad y eficacia del marco de apoyo, la evolución de los niveles de retribución para cada tecnología tratará de converger en el tiempo hacia la percibida por el resto de tecnologías de generación convencionales en el Régimen Ordinario, conforme a los resultados del “Estudio de Prospectiva Tecnológica”, realizado para la elaboración del PER 2011-2020.

El marco de apoyo a la producción de electricidad a partir de fuentes renovables deberá disponer de mecanismos suficientes para planificar y adecuar el crecimiento de las tecnologías a los objetivos previstos en este plan de energías renovables. Asimismo, los niveles de retribución podrán ser modificados en función de la evolución tecnológica de los sectores, del comportamiento del mercado y del grado de cumplimiento de los objetivos de energías renovables.

#### *Sistema de Incentivos al Calor Renovable (ICAREN) para aplicaciones térmicas de las energías renovables*

Se trata de un sistema de apoyo directo a la producción, incompatible con la percepción de ayudas a la inversión y específico para proyectos desarrollados a través de Empresas de Servicios Energéticos Renovables (ESEs), por lo que debe existir un productor que transmita la energía a un consumidor realizando una actividad económica.

Cualquier actividad de suministro de energía térmica renovable, por parte de una ESE a usuarios finales, para cualquier aplicación y a través de cualquier fluido, podrá acogerse al sistema de incentivos al calor renovable. Los suministradores acogidos a este sistema tendrán derecho a percibir el incentivo que se determine durante el período correspondiente, por suministrar la energía al usuario conforme a lo dispuesto en la normativa correspondiente y en los términos reglamentarios que se establezcan. A estos efectos, tendrá la consideración de energía suministrada con derecho a la percepción del incentivo la que sea facturada por la ESE al usuario.

Con el fin de controlar y regular las cuantías que se destinarán a incentivos, se establecerá un sistema de cupos de potencia por tecnología que limitará el número de proyectos a beneficiarse de este sistema.

#### *Potenciación del autoconsumo de energía eléctrica generada con renovables, mediante mecanismos de balance neto*

Éste se define como aquel sistema de compensación de saldos de energía que permite a un consumidor que auto-produce parte de su consumo eléctrico, compatibilizar su curva de producción con su curva de demanda. Este sistema es especialmente interesante para las instalaciones de generación eléctrica con fuentes renovables no gestionables, como eólica o solar, ya que les permite adecuar su producción al consumo sin necesidad de acumulación.

El Plan propone contabilizar periódicamente el balance neto de los tránsitos de energía de manera que si el consumidor ha importado más que exportado se deba pagar al suministrador, mientras que si la situación es la inversa se genere un crédito de energía a descontar en posteriores facturas, existiendo un plazo máximo para la compensación.

Este sistema, no sometido a la tarifa regulada, formaría parte de un sistema global de gestión de la demanda que incluiría la progresiva implantación de redes inteligentes, sistemas de generación distribuida y el paulatino incremento del autoconsumo.

## **MEDIDAS ECONÓMICAS**

### Medidas relativas a la subvención de proyectos y actuaciones

1. Programa de subvenciones a la investigación y desarrollo tecnológicos de nuevos prototipos.
2. Programa de ayudas públicas a los estudios e investigaciones previos a la ejecución de proyectos.
3. Programa de ayudas públicas a proyectos de innovación y demostración para aplicaciones térmicas y biocarburantes.
4. Subvenciones para energías renovables con generación eléctrica, complementario al Régimen Especial.
5. Subvención a proyectos que no reciben apoyo económico del Régimen Especial.
6. Sistema de ayudas a la inversión de energías renovables térmicas.
7. Subvención a instalaciones de biogás agroindustrial que reconozcan las emisiones gases de efecto invernadero evitadas.
8. Instrumentos de fomento de las repoblaciones forestales energéticas).
9. Mejora del marco económico para el aprovechamiento de restos de operaciones forestales y cultivos agrícolas para usos energéticos.
10. Mejora del marco económico para el aprovechamiento de biomasa procedente de masas forestales a implantar, o cultivos con fines energéticos.
11. Introducción de la geotermia a las ayudas a la exploración e investigación geológico-minera.

La tabla siguiente recoge una síntesis de las dotaciones estimadas para estas subvenciones:

Coste (millones de €)	
TOTAL 2011-2020	
1 I+D	180
2 Estudios previos geotermia	8
3 i+d aplicaciones térmicas y biocarburantes	122
4 Demostración tecnológica en generación eléctrica (complemento al RE)	291
5 Aplicaciones eléctricas aisladas de red y balance neto (no perciben retribución del RE)	46
6 Aplicaciones térmicas mediante convenios con las CCAA	280
7 Generación de biogás industrial	142
8 <i>Replantaciones forestales energéticas (*)</i>	300
9 <i>Residuos energéticos forestales y agrícolas (*)</i>	162
10 <i>Cultivos energéticos forestales y agrícolas (*)</i>	77
11 <i>Ayudas a la exploración e investigación geológico-minera para geotermia (**)</i>	
<b>TOTAL (*)</b>	<b>1.068</b>

(\*) No sumadas las subvenciones del tipo 8, 9 y 10 por incertidumbre sobre disponibilidad de fondos.

(\*\*): No requiere dotación adicional.

#### Medidas relativas a la financiación

- Línea de Financiación A: programa de financiación para investigación y desarrollo tecnológico de nuevos prototipos.
- Línea de Financiación B, dirigida a proyectos de demostración de desarrollos tecnológicos innovadores.
- Línea de financiación C, específica para proyectos concretos de tecnologías maduras que no han conseguido aún, por distintos motivos, su implantación comercial.
- Línea de financiación D: definición de un esquema financiero de proyectos a través de ESEs dentro del ámbito de las energías renovables térmicas.
- Línea de financiación E: programa de financiación para generación eléctrica distribuida (P<10 kW) para instalaciones acogidas al sistema de balance neto.
- Línea de financiación F: programas piloto de financiación de ESEs que utilicen cualquier tipo de Energía Renovable en aplicaciones térmicas y que puedan trasladarse a entidades financieras privadas en una segunda fase de expansión.
- Línea de financiación G: fomento de las empresas de producción y logística de biomasa.

La tabla siguiente recoge la síntesis económica de estas líneas de financiación:

ÁMBITO DE APLICACIÓN	Financiación (préstamo) en millones de €							Total Financiación 2011-2020
	Línea A	Línea B	Línea C	Línea D	Línea E	Línea F	Línea G	
Eléctricas	26,0	277,3	56,4		38,0			397,7
Térmicas	2,0	16,0		30,0		46,0		94,0
Cogeneración								0
Biocarburantes								0
General (Elect + Térm + BC)	42,0	145,0	120,0					307,0
Prod. Combustible renovable							162,5	162,5
<b>TOTAL</b>	<b>70,0</b>	<b>438,3</b>	<b>176,4</b>	<b>30,0</b>	<b>38,0</b>	<b>46,0</b>	<b>162,5</b>	<b>961,2</b>

### MEDIDAS NORMATIVAS

Tras los marcos de apoyo y las medidas de tipo económico, el tercer gran grupo de medidas contempladas en el PER es el de medidas normativas. A continuación se presenta la relación de posibles medidas a implementar:

- Desarrollo de los sistemas de gestión de la demanda de electricidad y de las redes inteligentes en general.
- Simplificación de los trámites administrativos de instalaciones renovables eléctricas.
- Adaptación del Marco Legal del Régimen Especial a diversos aspectos sectoriales.
- Tratamiento regulatorio específico para la conexión a red y autorización de las instalaciones renovables de pequeña potencia.
- Reducción de barreras administrativas a los proyectos de I+D+i+d relacionados con las energías renovables de generación eléctrica.
- Procedimiento administrativo simplificado para plataformas experimentales I+D de eólica marina y/o energías del mar.
- Adaptación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) a las tecnologías de energías renovables.
- Establecimiento de un mecanismo de Balance Neto para instalaciones eléctricas renovables destinadas a autoconsumo.
- Requisitos técnicos a las instalaciones de generación eléctrica de origen renovable mediante la modificación del Procedimiento de Operación P.O. 12.2
- Tratamiento regulatorio específico para el desarrollo de centrales hidroeléctricas reversibles en infraestructuras existentes.

- Creación y regulación de la Explotación Agraria Productora de Energías Renovables (EAPER).
- Elaboración de un Programa Nacional de Desarrollo Agroenergético.
- Modificación del Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Establecimiento de un Sistema de Certificación y Cualificación de Instaladores.
- Desarrollo de normativa sobre límites de emisión para instalaciones de energías renovables.
- Inclusión de las EERR térmicas y las redes de calefacción en los sistemas de certificación energética de edificios.
- Adaptación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación (RITE) a las tecnologías de energías renovables.
- Establecimiento de una obligación de proporcionar información sobre las mezclas de biocarburantes garantizadas en vehículos nuevos.
- Establecimiento de una obligación de comercialización de mezclas etiquetadas de biocarburantes en estaciones de servicio.
- Unificación de los listados de productos considerados como biocarburantes en las diferentes normativas que afectan al sector.
- Elaboración e implantación de un sistema de aseguramiento de la calidad de los biocarburantes.
- Establecimiento de una obligación de uso de biocarburantes para concesiones de líneas de transporte.
- Creación de un Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico en Biocarburantes.
- Desarrollo de especificaciones técnicas para mezclas etiquetadas de biocarburantes.
- Establecimiento de un mecanismo para reducir el impacto sobre el sector de los biocarburantes de prácticas comerciales abusivas.
- Definición explícita de los establecimientos autorizados a realizar mezclas de biocarburantes.
- Diseño e implantación de un esquema de control de la sostenibilidad para los biocarburantes y biolíquidos.
- Fomento de la aplicación agrícola de los digestatos procedentes de procesos de digestión anaerobia.

- Creación del marco legal que permita la inyección de biometano en las redes de gas natural.
- Establecimiento de un sistema de certificación de biomasa según lo establecido en el RD 661/2007.
- Desarrollo de la regulación y normalización de los combustibles de biomasa.
- Modificación normativa para el transporte de productos relacionados con la biomasa.
- Establecer planes plurianuales de aprovechamientos forestales o agrícolas con uso energético.
- Tratamiento administrativo diferenciado para la repotenciación de parques eólicos.
- Nueva reglamentación para tramitación de concesiones de agua.
- Fomento de la valorización de la fracción combustible de los residuos.
- Establecimiento de objetivos sectorizados de valorización energética para determinados flujos de residuos con contenido total o parcialmente renovable.

#### ***ACTUACIONES EN INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS***

Además de las medidas concretas enunciadas en las páginas anteriores, el Plan recomienda una serie de **actuaciones con el objetivo de favorecer la integración de las energías renovables dentro de las infraestructuras energéticas**. Por sectores, éstas serían las siguientes:

##### *Actuaciones dentro del ámbito de las infraestructuras eléctricas*

A continuación se recogen las líneas de actuación más relevantes que se pretende llevar a cabo de cara a conseguir una mayor y mejor integración de las energías renovables en el sistema eléctrico:

- Requisitos técnicos a las instalaciones de generación renovable, derivados del desplazamiento de los generadores síncronos por otros basados en electrónica de potencia, que podrían suponer la desaparición en el sistema de ciertas prestaciones, capacidades y servicios esenciales para garantizar la seguridad del sistema.
- Gestión de la demanda. Actualmente, los mecanismos existentes de gestión de la demanda se centran en el desplazamiento del consumo de la punta al valle mediante la discriminación horaria, en la reducción de puntas en situaciones críticas por medio del servicio de gestión de la demanda de interrumpibilidad y de la implantación de limitadores de potencia en los hogares.

En el Plan se propone potenciar la modulación del consumo industrial, prestar atención al papel del vehículo eléctrico, tanto a través de la introducción de una discriminación horaria supervalle como de la introducción de la figura del gestor de cargas, impulsar el acceso a los contadores inteligentes.

- Sistemas de acumulación. La energía hidráulica, a través de centrales en grandes embalses de regulación existentes, y centrales de bombeo, puede ser un pilar muy importante para el cumplimiento de este PER, ya que constituye una solución idónea para compensar las variaciones de la generación con fuentes renovables no gestionables, así como para el almacenamiento de los excedentes de éstas.

Por otro lado, la evolución tecnológica y la reducción de costes en los sistemas de almacenamiento por baterías podrían hacer ofrecer a estas tecnologías un papel en la gestión del sistema eléctrico y facilitar la incorporación creciente de la generación de electricidad con energías renovables. Otra posible opción, dependiendo de su evolución tecnológica futura, sería el almacenamiento en hidrógeno.

- Las interconexiones. Claves para facilitar la integración de la producción renovable no gestionable, evitando vertidos que se pueden producir cuando la capacidad de producción exceda la capacidad de integración. Por ello es fundamental el fomento del incremento de la capacidad comercial de intercambio entre España y Francia.
- Medidas administrativas. En especial con relación a la planificación específica de las infraestructuras de evacuación eléctrica asociadas a los proyectos marinos, y en todo lo relativo a la integración de la generación distribuida.

#### Actuaciones relativas a la introducción del biogás en las redes de transporte de gas natural

Es necesario avanzar en medidas de carácter normativo que permitan la inyección de biometano en las redes de gas, salvaguardando la seguridad del sistema y al mismo tiempo garantizando el acceso no discriminatorio a la red de un gas de origen renovable. Asimismo, es preciso desarrollar mecanismos de apoyo eficientes, sabiendo que se trata de una aplicación en la que tienen gran importancia las economías de escala.

Los actuales costes de depuración e inyección, así como el estado aún poco desarrollado del sector del biogás agroindustrial y de la normativa necesaria para facilitar la inyección a red, hacen pensar que la implantación de esta aplicación del biogás sea lenta, reduciéndose a proyectos aislados durante los primeros años del periodo 2011-2020 y aumentando su uso a partir del año 2014.

Actuaciones relativas al aumento de la presencia de biocarburantes en la logística de hidrocarburos

Cualquier medida en este punto deberá tener siempre en cuenta las peculiaridades que el sistema logístico español de hidrocarburos tiene, derivadas sobre todo del papel de CLH en él.

- Normalización. Es preciso concluir cuanto antes el proceso de redacción de una norma europea para las mezclas de B10. Asimismo, en el ámbito nacional deberían realizarse especificaciones técnicas para un número reducido de mezclas de biocarburantes con carburantes fósiles que requieran de etiquetado específico. Sólo las mezclas etiquetadas que dispongan del respaldo de una especificación técnica aprobada por el Gobierno deberían poder ser comercializadas en España.
- Introducción de biocarburantes en la red de oleoductos. Deberían iniciarse los estudios pertinentes para evaluar las consecuencias del transporte de B10 y de FAEE por oleoductos.
- Debe integrarse el control de la sostenibilidad de los biocarburantes, y de la trazabilidad de su cadena de custodia, con el sistema actualmente vigente de certificación de la obligación de uso de biocarburantes.

**PLANIFICACIÓN, PROMOCIÓN, INFORMACIÓN, FORMACIÓN Y OTRAS**

Por último, el grupo de planificación, promoción información formación y otras, recoge agrupa alrededor de treinta medidas de diversos tipos, fundamentales para el desarrollo del plan. El coste aproximado de este conjunto de medidas es de unos sesenta y siete millones de euros.

Un último elemento que puede ayudar a nuestro país a alcanzar los objetivos energéticos del Plan es el uso de los *mecanismos de cooperación a los que se refieren los artículos del 6 al 11 de la Directiva 2009/28/CE*, que aportan la flexibilidad necesaria para el cumplimiento de los objetivos nacionales mediante la cooperación con otros Estados miembros o con terceros países. Actualmente no existe un procedimiento establecido para el desarrollo de proyectos en el marco de los mecanismos de cooperación, pero todos los Estados miembros han manifestado su interés en utilizar y explorar las posibilidades que ofrecen estos proyectos

De los mecanismos que recoge la Directiva, el mayor interés para España radica en las posibilidades que ofrecen las transferencias estadísticas y los proyectos conjuntos con países terceros (que además son una oportunidad para impulsar las tan necesarias interconexiones eléctricas con el resto de Europa). Además de estos, la Directiva ofrece otras posibilidades: armonización de sistemas de apoyo (Art. 11) y proyectos con otros Estados miembros (Art. 7 y 8), que nos son prioritarias para nuestro país.

## 7. Balance socioeconómico de los objetivos del Plan

Un balance socioeconómico del Plan requiere la consideración de una toda una serie de variables, algunas de ellas de difícil ponderación.

### Inversión y apoyo previsto

La tabla siguiente recoge una síntesis de la evolución prevista durante el periodo de aplicación del PER, de la inversión asociada al Plan, así como de los apoyos considerados para su desarrollo, divididos estos últimos en dos partes: los costes para la Administración y los costes para el sector privado.

Tabla 7.1: PER 2011- 2020: Inversión y apoyo previsto

PER 2011-2020: INVERSIÓN Y APOYO PREVISTO											Escenario Base
(millones de euros)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL 2011-2020
<b><u>Inversión</u></b>											
Áreas eléctricas	6.993	7.117	4.734	4.043	4.320	4.663	4.938	5.559	6.377	6.998	55.743
Áreas térmicas	353	362	420	451	676	746	724	794	843	911	6.279
Biocarburantes	0	0	0	0	45	300	0	30	300	100	775
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>7.346</b>	<b>7.479</b>	<b>5.153</b>	<b>4.494</b>	<b>5.041</b>	<b>5.709</b>	<b>5.662</b>	<b>6.383</b>	<b>7.520</b>	<b>8.009</b>	<b>62.797</b>
<b><u>Coste para la Administración</u></b>											
Subvenciones	46	67	89	100	113	128	129	138	133	126	1.068
Financiación	3	5	6	7	7	8	9	9	10	11	75
Otras medidas (Información...)	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	52
<b>Subtotal Administración</b>	<b>50</b>	<b>78</b>	<b>100</b>	<b>112</b>	<b>126</b>	<b>141</b>	<b>143</b>	<b>153</b>	<b>149</b>	<b>143</b>	<b>1.195</b>
<b><u>Coste para el sector privado</u></b>											
Primas electricidad renovable (Escenario Base)	476	1.295	1.896	2.093	2.117	2.167	2.156	2.027	2.110	2.199	18.534
Incentivos al calor renovable	-	9	15	22	28	33	39	43	46	49	284
<b>Subtotal sector privado</b>	<b>476</b>	<b>1.304</b>	<b>1.911</b>	<b>2.114</b>	<b>2.145</b>	<b>2.200</b>	<b>2.195</b>	<b>2.070</b>	<b>2.156</b>	<b>2.247</b>	<b>18.818</b>
<b>TOTAL COSTES (Escenario Base)</b>	<b>526</b>	<b>1.382</b>	<b>2.011</b>	<b>2.226</b>	<b>2.271</b>	<b>2.341</b>	<b>2.338</b>	<b>2.222</b>	<b>2.306</b>	<b>2.390</b>	<b>20.013</b>

Como se puede observar, el PER prevé promover una inversión durante la próxima década que supera los 60.000 millones de euros, y contempla un coste para la Administración cercano a los 1.200 millones y un coste para el sector privado inferior a los 19.000 millones de euros.

### Balance socioeconómico: Síntesis

En este epígrafe se presentan dos tablas, la primera recoge la síntesis de la evaluación económica (beneficios y costes) de los efectos directos del Plan, y la segunda, otros beneficios a tener en cuenta.

Tabla 7.2: PER 2011-2020: Balance económico de efectos directos

<b>PER 2011-2020: BALANCE ECONÓMICO DE EFECTOS DIRECTOS</b>			
<b>BENEFICIOS (millones de euros)</b>		<b>COSTES (millones de euros)</b>	
Menor importación de gas natural	15.081	1.068	Subvenciones
Menor importación de gasóleo	6.428	75	Costes de financiación
Ahorros por reducción de consumo de gasolina	878	52	Otros gastos
Ahorros por reducción de emisiones de CO2	3.567	18.534	Prima equivalente régimen especial
		284	Sistema de incentivos al calor renovable
		99	Menor recaudación IH
<b>TOTAL</b>	<b>25.954</b>	<b>20.112</b>	<b>TOTAL</b>

Como se puede observar los beneficios superan ampliamente a los costes, ya que sólo con los ahorros derivados de la menor importación de combustibles fósiles alcanzan la cifra de 22.387 millones de euros, superior a los costes del Plan, que se cifran en 20.112 millones de euros. A los beneficios deben añadirse los ahorros derivados de la menor emisión de CO2, que se estiman en 3.567 millones de euros.

Finalmente, existen otra serie de beneficios, igualmente importantes pero de más difícil cuantificación, sobre los que se ha hecho un ejercicio de estimación que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 7.3: PER 2011-2020: Otros beneficios a tener en cuenta

<b>PER 2011-2020: Otros beneficios a tener en cuenta</b>	
Creación de riqueza (PIB) (millones de €)	33.607
Creación de empleo (nº de empleos)	84.414
Reequilibrio balanza de pagos: Exportación de tecnología	

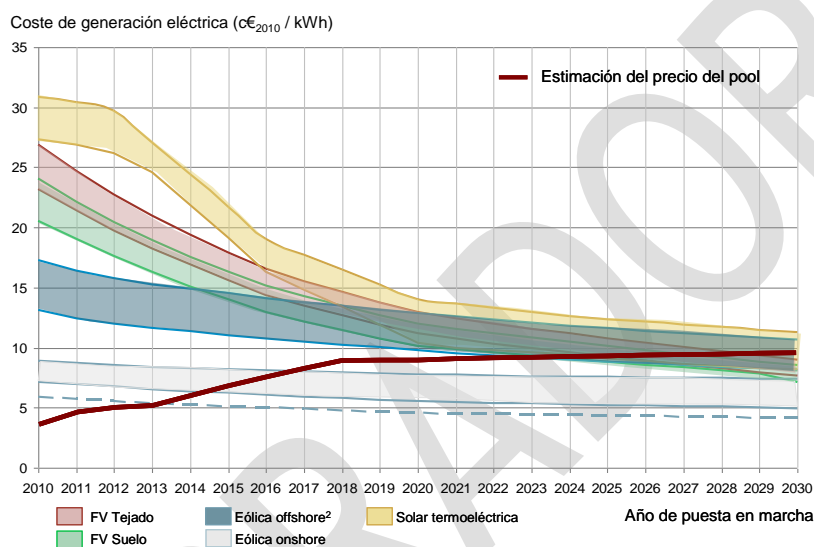
#### Impacto económico sobre la tarifa eléctrica

El **análisis de la competitividad de la generación eléctrica con energías renovables** refleja que en el periodo 2011-2020 estas tecnologías tendrán una evolución a la baja en sus costes, algo fundamental, pues la diferencia entre las retribuciones requeridas para dar rentabilidad a las inversiones y el precio del mercado eléctrico es el esfuerzo que debe hacer el conjunto de los consumidores eléctricos para fomentar la generación eléctrica con renovables. Según sea el sistema de apoyo y la evolución de los precios de las tecnologías y del mercado eléctrico, esta diferencia puede ser positiva (sobrecostes del sistema), o puede ser nula o negativa (neutralidad o ahorros para el sistema eléctrico). Actualmente esta diferencia es positiva para todas las tecnologías renovables y por eso se habla únicamente de sobrecostes, pero en el futuro la situación se podría invertir y se podría hablar de ahorros.

A continuación se presenta una comparación indicativa entre la retribución necesaria para dar viabilidad con una rentabilidad razonable a las tecnologías principales de generación eléctrica y el precio estimado del mercado eléctrico en el horizonte de los años 2010-2030.

Es importante señalar que el precio futuro del mercado de electricidad se encuentra actualmente en revisión, como consecuencia de la revisión en curso de las proyecciones del precio del petróleo y del gas natural mencionadas anteriormente.

**Figura 7.1: Estimación indicativa de la evolución de los costes de producción para algunas tecnologías de generación eléctrica con renovables (FV, TE, eólica)**



Se puede observar como la curva de retribución de algunas tecnologías corta a la curva de precios del mercado eléctrico. Esto significa que a partir de un cierto momento ya se puede dar el caso de que algunas tecnologías puedan ser competitivas con el mercado eléctrico, puesto que la retribución que recibirían vendiendo la electricidad en el mercado sería suficiente para que un inversor obtuviera una rentabilidad razonable.

Realizado el mismo análisis para todas las tecnologías de generación eléctrica con energías renovables, se pueden definir tres grupos de tecnologías según el año en que pueden entrar en competitividad con el mercado eléctrico.

Tabla 7.4: Estimación indicativa del año de entrada en competitividad de las distintas energías renovables con el mercado eléctrico

	Antes 2020	2020-2030	Después 2030
Minihidráulica	2014		
Eólica terrestre	2014		
Geotermia convencional	2017		
Biomasa b.8.2	2017		
Biogás > 50m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	2018		
Residuos		2021	
Eólica marina		2022	
Fotovoltaica suelo		2023	
Solar termoelectrónica		2024	
Fotovoltaica techo		2024	
Energías del mar		2024	
Geotermia estimulada (EGS)			> 2030
Biogás >30 Nm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			>2030
Biomasa b.6.2, b.6.3, b.8.1			>>2030
Biomasa b.6.1			>>>2030
Biogás >12 Nm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			>>>2030

Hay un grupo de tecnologías que pueden tener competitividad con el mercado eléctrico en el período de aplicación del PER 2011-2020. Éstas son la minihidráulica y la eólica terrestre a partir de 2014, la geotermia convencional y la biomasa obtenida de residuos de la industria forestal de elevada potencia en torno a 2017 y grandes instalaciones de digestión de residuos de elevada productividad de biogás. Lo más significativo será, sin duda, la entrada en competencia de la eólica terrestre, por la potencia instalada actualmente (alrededor de 20 GW) y por el objetivo fijado para 2020 (38 GW). Podría ser que buena parte de los nuevos 18 GW que se deben promover en el marco del PER 2011-2020 contribuyan imperceptiblemente al incremento de los sobrecostes del sistema eléctrico.

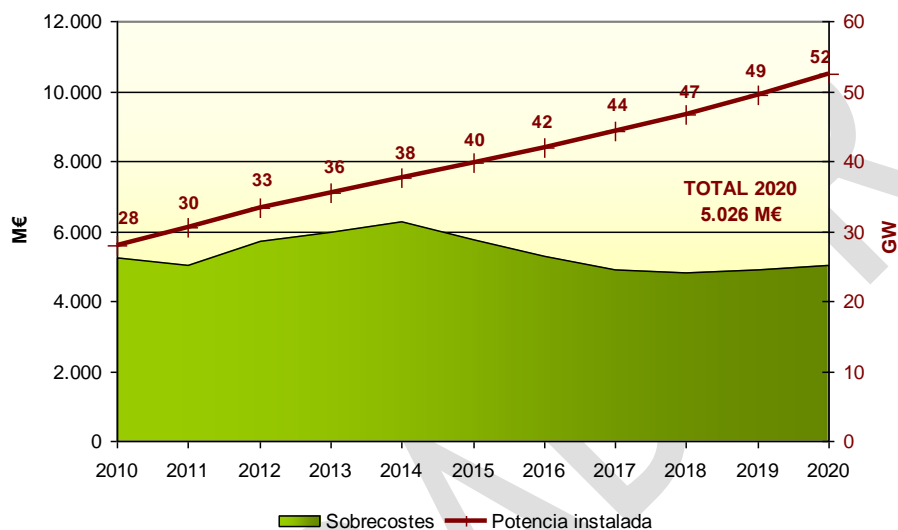
Un segundo grupo de tecnologías apuntan a una entrada en competitividad con el mercado eléctrico en la década 2020-2030. Este grupo de tecnologías es muy relevante, puesto que incluye a las energías solares fotovoltaica y termosolar, a la eólica marina, a las energías marinas (básicamente energía de las olas) y a los residuos sólidos urbanos. Este grupo de tecnologías presenta un potencial energético muy elevado, gracias sobre todo a las tecnologías solares, pero también gracias a otras fuentes como la eólica marina, que tiene un potencial energético elevado si se pueden viabilizar instalaciones a profundidades superiores a los 50 m y a la energía de las olas, que también aporta un potencial muy significativo aunque la incertidumbre tecnológica actual sea muy elevada.

El hecho de que exista este potencial energético tan importante, que pueda entrar en competitividad en los próximos 10-15 años, confirma la conveniencia de mantener la apuesta de España por el desarrollo de las energías renovables iniciada hace ya 30 años.

A partir de la evolución de los costes de las tecnologías se pueden evaluar los sobrecostes para el sistema eléctrico que implican los objetivos fijados en el Plan, entendidos como la diferencia entre la retribución total de las distintas tecnologías y el precio estimado del mercado eléctrico. Como se observa en el gráfico siguiente, el volumen económico que representarían los sobrecostes experimentaría una ligera reducción en el período analizado,

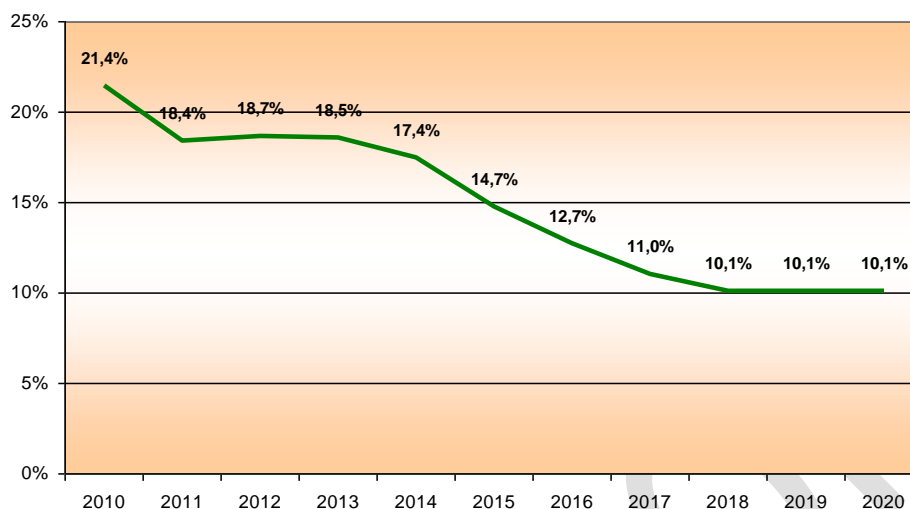
pasando de los 5.300 M€ de sobrecostos estimados para 2010, a algo más de 5.000 M€, a precios constantes de 2010, en el año 2020, a pesar de doblar la potencia instalada con energías renovables y doblando la producción (en este análisis se excluyen las centrales hidroeléctricas acogidas al régimen ordinario).

**Figura 7.2: Estimación de los sobrecostos sobre el sistema eléctrico debidos a los objetivos fijados en el PER 2011-2020**



Actualmente, el peso del conjunto de las primas equivalentes (o de los sobrecostos) que reciben las energías renovables sobre los costes totales del sistema eléctrico es del orden de un 21,4%. Gracias a la confluencia de la reducción de costes prevista de las energías renovables y de la subida del precio estimado del mercado eléctrico, el importe total de los sobrecostos se reducía ligeramente a lo largo del período pero al aumentar el precio del término de energía, el peso de estos sobrecostos pierde peso en el conjunto de los costes totales del sector eléctrico. Este análisis se puede ver en el siguiente gráfico.

Figura 7.3: Estimación del peso de la prima equivalente a las Energías renovables sobre los costes totales del sistema en el período 2010-2020



Los sobrecostes del sistema eléctrico originados por las energías renovables reducen su peso del 21% al 10%. Hay que aclarar que el estancamiento en el descenso de este indicador a partir de 2018 se debe a la decisión estratégica de estimular tecnologías nuevas, menos maduras pero con un elevado potencial que se ha tomado en la elaboración del PER.

#### Creación de riqueza

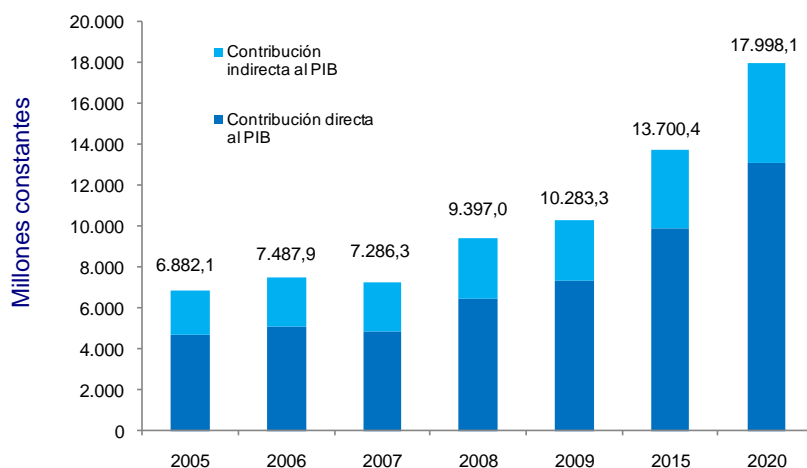
Un análisis del *balance económico de las energías renovables en España* debería empezar por estudiar la contribución directa de este sector al PIB nacional. Se cuantifica el impacto derivado de la actividad de las empresas identificadas como pertenecientes al sector de las energías renovables y se calcula a partir de la información contenida en los estados financieros de las mismas. Todos aquellos agentes que proveen bienes y/o servicios al sector pero cuya actividad principal no se encuadra dentro del sector, se cuantifican como parte de la contribución indirecta al PIB. La tabla 6.1 refleja la evolución de la contribución de las renovables al PIB durante los últimos años.

**Tabla 7.5: Evolución de la contribución total de las energías renovables al PIB de España (millones de € constantes - Base 2010)**

	2005	2006	2007	2008	2009
Contribución directa al PIB	4.672,2	5.079,6	4.811,0	6.437,5	7.321,9
Contribución indirecta al PIB	2.209,9	2.408,3	2.475,3	2.959,5	2.961,4
Contribución total al PIB	6.882,1	7.487,9	7.286,3	9.397,0	10.283,3
% que representa el sector sobre el PIB de España	0,69%	0,72%	0,67%	0,86%	0,98%

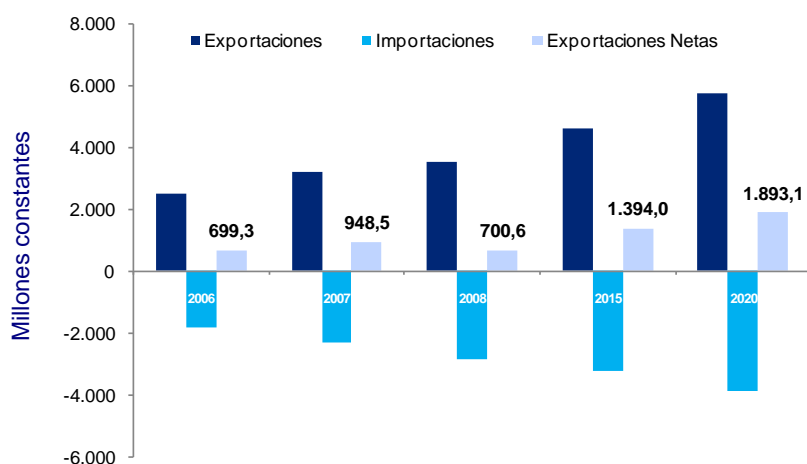
Teniendo en cuenta los objetivos del Plan, esta contribución va aumentar de manera significativa en el entorno del año 2020, situándose en casi 18.000 M€. De esta cantidad, unos 13.000 M€ corresponderán a aportaciones directas y 5.000 M€ a aportaciones indirectas.

**Figura 7.4: Contribución total del sector de las energías renovables al PIB de España en millones de € constantes (base 2010)**



El sector presenta un saldo neto de exportaciones positivo durante todos los años estudiados (exportaciones superiores a importaciones). En 2008 este saldo fue de aproximadamente 700 millones de € reales (base 2010). La previsión a 2015 y 2020 es una balanza comercial positiva aproximada de 1.394,0 millones de € y 1.893,1 millones de € respectivamente.

Figura 7.5: Evolución balanza comercial 2006- 2020



De manera adicional a las exportaciones, muchas empresas del sector se han instalado directamente en las regiones en las que se prevé un crecimiento del mercado, principalmente en eólica y biocarburantes. Los activos de éstas en el extranjero superan los 29.000 millones de €.

Por otra parte, el desarrollo del mercado nacional ha atraído muchas empresas a instalarse en España. Los activos totales cuantificados representan un valor superior a los 11.000 millones de € en 2008.

La contribución al PIB de estas empresas se incluye principalmente dentro de la eólica y desde 2008 en la solar fotovoltaica. De acuerdo a los cálculos realizados, en la eólica, las empresas identificadas como extranjeras (empresas con su matriz localizada en el extranjero), la contribución al PIB fue aproximadamente 11,4% del total de la tecnología. En la fotovoltaica, esta cifra alcanzó el 15,6%.

#### Creación de empleo

En lo referente a la generación de empleo, puede estimarse de forma conservadora que el volumen de empleo directo ligado a las energías renovables en España es superior a los 70.000 puestos de trabajo, de los que cerca del 40% estarían ligados a la fabricación de equipos. El empleo indirecto relacionado con las energías renovables en el año 2010 se evalúa en unas 45.000 puestos de trabajo.

Se trata, en líneas generales, de empleos de calidad, cualificados y bajo modalidad de contratación indefinida mayoritariamente. Las previsiones de empleo para 2020 son de 200.000 personas aproximadamente, lo que representa un crecimiento respecto al empleo en 2010 del 83%.

El mayor aumento relativo se da en la fase de operación y mantenimiento, pues la potencia total acumulada en el año 2020 estará en torno al 90 %; mientras que en la fase de

fabricación e instalación el empleo experimentará un crecimiento relativo menor, pues la instalación anual se mantiene más o menos constante. Por tecnologías, será el sector fotovoltaico (37 %), solar térmico (22 %) y eólico (23,5 %) los que generarán mayor cantidad de puestos de trabajo.

### Balance de emisiones de CO<sub>2</sub>

Los compromisos derivados del Protocolo de Kyoto, y los posteriores acuerdos y discusiones para intensificar la lucha contra el calentamiento global, especialmente en el seno de la Unión Europea, muestran la preocupación política y social por el cambio climático. La generación de energía es responsable del 80% de las emisiones de efecto invernadero, por lo que la incorporación de energías renovables en este sector ayudará, sin duda, a reducir sus emisiones. En este apartado se valora la contribución de las energías renovables a la limitación de emisiones de CO<sub>2</sub>.

La metodología de cálculo para evaluar las emisiones evitadas de CO<sub>2</sub> difiere en función del área a la que afectan las instalaciones de energías renovables, de la naturaleza de la energía renovable incorporada y de la energía convencional desplazada, y de la tecnología utilizada para la transformación de la energía primaria en energía disponible para el consumidor final.

En el caso de generación eléctrica, se asume que de no haberse producido la electricidad con fuentes renovables se hubiera generado con las fuentes fósiles disponibles. Se asume el criterio más conservador: que la generación eléctrica se hubiera realizado mediante centrales de ciclo combinado con gas natural con unos rendimientos medios del 54%.

Para la generación de energía térmica, se consideran de forma separada los sectores de industria, transporte y usos diversos, compuesto este último por las ramas de residencial, servicios y agricultura. En cada sector se ha determinado el tipo de energía fósil sustituida por las energías renovables, calculando de esta forma las emisiones evitadas.

Para el área de transporte, en los biocarburantes, se considera la sustitución de gasolina por bioetanol y gasóleo por biodiesel. Al objeto de no realizar dobles contabilizaciones, no se determinan las emisiones evitadas por el consumo eléctrico renovable derivado de la incorporación de vehículos híbridos enchufables y eléctricos al parque móvil, al encontrarse ya contabilizado en el área de generación eléctrica.

En lo que respecta al **balance de las energías renovables en términos de emisiones de gases de efecto invernadero evitadas**, la incorporación de nuevas instalaciones de EE.RR dará lugar a una reducción de emisiones acumulada a lo largo del periodo 2011-2020 de algo más de 167 Mt, con un reparto por áreas del 70 % para la generación eléctrica, 12 % en producción de calor y frío y 18 % en el sector transporte.

Tabla 7.6: Emisiones acumuladas (2011 - 2020) de CO2 evitadas por el nuevo parque de energías renovables del PER 2011-2020

	Emisiones evitadas en el período 2011-2020 (tCO <sub>2</sub> )
<b>Energías Renovables - GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD (*)</b>	
Hidroeléctrica sist REE (sin prod bombeo)**	0
Hidroeléctrica resto	538.898
Eólica	54.551.398
Eólica marina	1.540.221
Solar termoeléctrica	32.268.351
Solar fotovoltaica	12.814.325
Biomasa	10.489.639
Biogás	3.064.675
RSU renovable	1.572.084
Energías del mar	232.931
Geoterminia	215.751
<b>TOTAL ÁREAS ELÉCTRICAS</b>	<b>117.288.273</b>
<b>Energías Renovables - CALEFACCIÓN/REFRIGERACIÓN</b>	
Biomasa y residuos(cal/ref)	12.389.247
Biogás (cal/ref)	1.097.883
Geotérmica (cal/ref)	72.366
Paneles solares y otros (cal/ref)	5.450.839
Bomba de calor (aerotérmica+ geotérmica)	541.436
<b>TOTAL ÁREAS TÉRMICAS</b>	<b>19.551.771</b>
<b>Biocarburantes - TRANSPORTES</b>	
Biodiesel	27.458.908
Bioetanol	2.798.337
<b>TOTAL ÁREA TRANSPORTE</b>	<b>30.257.245</b>
<b>ACUMULADO CO<sub>2</sub> evitado en el período 2011-2020 (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>167.097.289</b>

\* Emisiones evitadas frente a centrales de ciclo combinado de gas natural en generación eléctrica con un rendimiento medio del 54%.

\* La producción de energía con las tecnologías señaladas disminuye en 2020 respecto a 2010. Se ha comprobado que esta disminución en la producción la asumen el resto de energías renovables, las cuales aumenta su producción por encima de los combustibles fósiles. Por esta razón se considera que las emisiones correspondientes a estas tecnologías son nulas.

## 8. Necesidades de I+D+i

Para alcanzar los objetivos establecidos para el año 2020, así como para allanar el camino para que la cuota de energía renovable sea mucho más elevada de 2020 en adelante, es preciso intensificar los esfuerzos en el ámbito de la I+D+i energética. En este sentido, los ámbitos prioritarios de actuación, según el Plan y divididos sectorialmente, serían los siguientes:

### **Biocarburantes**

Conforme al análisis realizado en el Plan de Implementación de la Iniciativa Industrial Europea sobre Bioenergía (EIBI), del SET-Plan, la atención debería centrarse principalmente en las siguientes cadenas de valor:

- Cadenas de valor basadas en procesos termoquímicos de conversión de la materia prima:
  - Hidrocarburos y combustibles sintéticos a partir de biomasa vía gasificación.
  - Biometano y otros combustibles gaseosos a partir de biomasa vía gasificación.
  - Vectores bioenergéticos a partir de biomasa mediante procesos termoquímicos diferentes a la gasificación.
- Cadenas de valor basadas en procesos bioquímicos de conversión de la materia prima:
  - Etanol y otros destilados procedentes de biomasa con alto contenido en carbohidratos.
  - Hidrocarburos renovables procedentes de biomasa con alto contenido en carbohidratos.
  - Producción de vectores bioenergéticos a partir de CO<sub>2</sub> y luz solar mediante la producción de microorganismos (algas, bacterias, etc.) y su tratamiento posterior para convertirse en carburantes y bioproductos.

### **Biogás**

Conforme al análisis realizado por Bioplat, las necesidades de I+D+i se centrarían en el reciclado y aprovechamiento del digestato, así como en el análisis de la viabilidad de la utilización del biogás en vehículos y motores de generación eléctrica, incluyendo la limpieza del gas. Además de éstas, dentro del marco del Proyecto Singular Estratégico PROBIOGÁS, se

han identificado otras, como son nuevas técnicas de co-digestión anaerobia o nuevas aplicaciones del biogás.

### ***Biomasa***

En el ya citado Plan de Implementación de la EIBI, y por lo que respecta al ámbito de la biomasa sólida y gaseosa se recoge la necesidad de avanzar en todos los aspectos referentes a la disponibilidad y logística de la biomasa como materia prima para usos energéticos, y se mencionan tres cadenas de valor por su especial interés, todas ellas basadas en procesos termoquímicos de conversión de la materia prima:

- Biometano y otros combustibles gaseosos a partir de biomasa vía gasificación.
- Generación de energía eléctrica de alta eficiencia mediante gasificación de biomasa.
- Vectores bioenergéticos a partir de biomasa mediante procesos termoquímicos distintos a la gasificación.

### ***Energías del mar***

Para este sector, la Asociación Europea de las Energías del Mar (European Ocean Energy Association) ha elaborado una hoja de ruta para el período 2010-2050 que incluye, como acciones estratégicas:

- Un programa intensivo de I+D enfocado a nuevos diseños y componentes que reduzcan el coste y mejoren la supervivencia de los equipos.
- Un programa de demostración dedicado al desarrollo y prueba de prototipos a escala.
- Una red de infraestructuras experimentales que permitan validar los convertidores e instalaciones en todo su ciclo de vida.
- Una acción transversal de la Unión Europea para la mejora de la fiabilidad mediante nuevas y mejoradas técnicas de instalación.

### ***Eólica***

En el marco de la Iniciativa Industrial Eólica del SET-Plan se definió la hoja de ruta tecnológica en el horizonte de 2020, que contiene los ejes de actuación prioritarios para el sector:

- Nuevas turbinas y componentes: diseño de nuevos aerogeneradores y utilización de nuevos materiales; desarrollo y prueba de prototipos de aerogeneradores de gran tamaño (10-20 MW).
- Estructuras marinas: desarrollo y prueba de nuevas infraestructuras y demostración de nuevos procesos de fabricación en serie para estructuras.
- Integración en red.
- Evaluación de recursos y planificación espacial.

### ***Geotermia***

Las líneas prioritarias de investigación y actuación a nivel nacional están siendo identificadas por la Plataforma Tecnológica Española de la Geotermia (GEOPLAT) y se estructuran según se trate de geotermia profunda o geotermia somera, al ser las necesidades muy diferentes en cada uno de estos ámbitos. De entre esas líneas, a continuación se citan las más relevantes:

#### ***Geotermia profunda***

- Área de investigación básica:
  - Análisis geológico y estructural.
  - Campañas globales de prospección geoquímica.
  - Elaboración y propuesta de modelos geológicos y termo-estructurales para las áreas seleccionadas de mayor interés.
- Fase de investigación del subsuelo y gestión de los recursos geotérmicos:
  - Tecnología y costes de métodos de perforación.
  - Investigación del conocimiento del proceso de estimulación y mecanismos de generación focal de microsismos.
  - Estudios de reinyección de fluidos.
  - Proyectos de demostración EGS.
- Área de optimización del recurso en superficie:
  - Investigación para la mejora de procesos de refrigeración.
  - Investigación de la hibridación de fluidos geotérmicos con solar térmica.

- Investigación de desalinización a partir de recursos geotérmicos de baja temperatura en zonas insulares y costeras.
- Investigación de la generación de frío por absorción de calor a partir de recursos geotérmicos de baja temperatura.
- Investigación de producción de energía térmica en cascada.

#### *Geotermia somera*

- Mejora de los métodos de evaluación del terreno e incremento de la productividad de los sondeos y campos de sondeos; así como de los sistemas de intercambio con el terreno.
- Aumento de la eficiencia de los equipos de generación.
- Desarrollo de sistemas emisores de baja temperatura competitivos.
- Desarrollo de sistemas de rehabilitación de viviendas que permitan la evolución de los conjuntos caldera individual-radiador de alta temperatura a sistemas basados en la geotermia somera.
- Estandarización de sistemas geotérmicos en la edificación, especialmente los híbridos de calefacción geotérmica con regeneración solar y los que combinen calefacción y refrigeración.

#### *Residuos*

Siguiendo el análisis realizado en su momento por Bioplat, las líneas prioritarias de actuación se centrarían en:

- Producción de biocarburantes a partir de materias primas alternativas y mediante tecnologías convencionales.
- Desarrollo y demostración de sistemas de valorización de cenizas y escorias producidas durante la combustión.
- Mejora de los sistemas de gasificación flexible para el aprovechamiento de diferentes biomásas, ya sea de forma independiente o combinada.

#### *Solar*

El Plan Estratégico Europeo en Tecnologías Energéticas (SET-Plan) define las líneas prioritarias de actuación en I+D+i en las tecnologías solar termoeléctrica y fotovoltaica. Por su parte, la Plataforma tecnológica Europea para la energía solar térmica define el plan de ruta y la agenda de investigación para esta tecnología.

- Solar termoeléctrica:
  - Demostración en componentes innovadores (cambio en el receptor en la tecnología de torre, enfoques para reducir el consumo de agua, hibridación con biogás, integración del control entre el campo solar y el bloque de potencia para optimizar la producción de electricidad y los ciclos que se desarrollan en las centrales, nuevos colectores parabólicos de alto rendimiento, etc.).
  - Demostración en sistemas innovadores (componentes fiables para la generación directa de vapor a alta temperatura y alta presión, nuevos fluidos calotransportadores, nuevas estructuras de colectores cilindro-parabólicos, nuevos diseños de colectores cilindro parabólicos, nuevos sistemas de disco y mejoras en el control energético térmico en el campo solar mediante sistemas que permitan un mejor funcionamiento en la turbina en centrales sin almacenamiento).
  - Demostración en la innovación de configuraciones de centrales (por ejemplo hibridación, combinación de almacenamiento e hibridación, combinación de colectores cilindro parabólicos y torre, etc.).
  - Demostración de conceptos innovadores (generación directa, aire caliente para turbinas de gas, discos parabólicos con ciclos Stirling o Brayton).
- Solar fotovoltaica:
  - Procesos avanzados de fabricación de células y módulos.
  - Mejora del rendimiento y del periodo de vida de todos los componentes y sistemas de las distintas tecnologías fotovoltaicas.
  - Desarrollo y sostenibilidad de materiales.
- Solar térmica:
  - Nuevos materiales que permitan reducir costes.
  - Nuevas aplicaciones: integrar y mejorar los sistemas de refrigeración y desalinización solar, así como los colectores solares de altas temperaturas.
  - Eficientes y compactos sistemas de acumulación térmica a largo plazo.