

DOCUMENTO FINAL DEL GRUPO DE TRABAJO



CONAMA2012
CONGRESO NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

GT-10. Biomasa: Bioenergía para el empleo

**Coordinado por: Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales**

Comité técnico

Coordinador

- Raúl de la Calle Santillana. Secretario General. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales

Relatores

- Antonio Gonzalo Pérez. Responsable de comunicación. Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM)
- Esther Guervós Sánchez. Profesora. Universidad Alfonso X El Sabio
- Ignacio Macicior Tellechea. Vicepresidente. Asociación Nacional de Empresas Forestales (ASEMFO)
- Javier Navalpotro Herrero. Coordinador. Alawa Forestal
- Marta Beatriz García García. Profesora. Universidad Alfonso X El Sabio
- M^a Eugenia Olíver Sánchez. Técnico. Asociación de la Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Comité Técnico

- Ángel Carrascosa Martín. Técnico Superior SD Actuaciones Medioambientales. Grupo Tragsa
- Dimas Vallina García. Director Gerente. Fundación Laboral del Cemento y el Medio Ambiente (CEMA)
- Eduardo Iglesias Rubio. Vocal. Federación Española de Asociaciones de Empresas Forestales y del Medio Natural (FEEF)
- Gabriel Poveda Portilla. Técnico Departamento de Tecnología y Medio Ambiente. Confederación Española de Empresarios de la Madera (CONFEMADERA)
- Hortensia Sixto. Dpto. Selvicultura y Gestión de Sistemas Forestales. Centro de Investigación Forestal (CIFOR)-INIA
- Isabel Cañellas. Investigador A1. INIA
- Ismael Muñoz Linares. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales
- José Luis Rodríguez Gamo. Gerente servicios forestales. CESPAS, S.A.
- Laura Martín Linares. Confederación Española de Empresarios de la Madera (CONFEMADERA)
- Margarita de Gregorio. Dirección Energías Termoeléctricas. APPA - Asociación de Productores de Energías Renovables

- María Jesús Con. Técnico. Agencia Provincial de la Energía de la Diputación de Granada
- Micaela Martínez Benavente. Apropellets
- Paloma Pérez Pacheco. Técnico. Plataforma Tecnológica Española de Geotermia (GEOPLAT)
- Ricardo Muñoz Rodríguez. Coordinador I+D+i y RSC. OHL Industrial
- Sheila Rodríguez del Moral. Secretaria General. Asociación Española de Gestores de Biomasa de Madera Recuperada (ASERMA)
- Teresa Revenga Santisteban. Técnico. APROPELLETS
- Víctor González Glez-Linares. Profesor. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal de Madrid (UPM)
- Yolanda Ambrosio Torrijos. Profesora. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal de Madrid

1. INTRODUCCIÓN

El Grupo de Trabajo “Biomasa: Bioenergía para el empleo” ha pretendido con este documento dar a conocer las implicaciones medioambientales y socioeconómicas de la valorización de la biomasa. 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, define la biomasa como la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales biodegradables y municipales.

La biomasa como fuente energética no es algo nuevo, es más, durante mucho tiempo y sobre todo en la época preindustrial, ha sido el combustible más utilizado. A lo largo de los años en muchas zonas del territorio español se hacían aprovechamientos menores de las masas para obtener leña, e incluso se llevaron a cabo cultivos energéticos de *Quercus sp.* que han sido abandonados y tienen ahora otros usos, fundamentalmente recreativos.

En las últimas décadas la biomasa en general y la forestal en particular ha sido infrutilizada en España, debido principalmente al difícil acceso al recurso en el monte y a la gran apuesta que se hizo a favor de otras tecnologías que valorizaban biomasa residual, con un alto impacto sobre el medio ambiente y necesitadas de soluciones para la gestión de los residuos (fangos de depuradora, alperujo, purines, etc). Sin embargo, en los países de nuestro entorno (Unión Europea), si se han seguido políticas de apoyo al uso de estos residuos de monte, desarrollando legislación específica, sistemas de apoyo financiero al sector empresarial e incluso ayudas a los usuarios finales por el uso de este tipo de biomasa.

La producción de biomasa sólida en la Unión Europea ha crecido el 52,6 %, entre 2003 y 2010 y la de biogás el 179,8 % (Fuente: Eurobserv'ER), pese a ello, la dependencia energética de España en 2011, según el informe “Balance Energético 2011” – MINETUR, fue del 75,6%, un grave problema que desnivela de forma dramática nuestro balance comercial como país. Resulta curioso observar que los primeros países europeos, según Eurostat, más dependientes energéticamente sean Irlanda (88 %), Italia (82,9 %), Portugal (80,9 %), España (79,4 %), Bélgica (74,2 %) y Grecia (67,8 %), únicamente superados por Malta (100 %), Luxemburgo (97,6 %) y Chipre (97,3 %), ¿casualidad? Por otro lado y por primera vez, en 2010, la inversión en energías renovables en los países en vías de desarrollo supera a la de los países desarrollados (países como China, Brasil, la India o el sudeste Asiático están apostando fuertemente por las renovables).

La valorización de la biomasa y la constitución de un mercado para este recurso energético es posible y deseable a partir del momento en que se creen los instrumentos de apoyo políticos y económicos necesarios. La biomasa no sólo contribuye al mejor cumplimiento de los compromisos de España en los objetivos 20-20-20 (reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20 %, ahorrar el 20 % del consumo mediante una mayor eficiencia energética y promover el uso de las renovables hasta el 20 %), sino que ayuda a disminuir el déficit energético (que por otro lado no deja de subir) con un producto nacional, que genera empleo y recursos aquí.

Un dato, que habla por sí sólo, del interés social y económico que posee la bioenergía, es que genera 135 nuevos empleos sostenibles por cada 10.000 habitantes, frente a los 9 empleos que genera el uso de combustibles fósiles (según FAO y la Asociación Austriaca de Bioenergía). De todas las energías renovables, la biomasa es con diferencia la que mayor potencial de creación de empleo tiene. Según los expertos, el tratamiento y mantenimiento de la biomasa para obtener energía renovable genera 60 veces más empleos que el sector del gas, 30 veces más que el del carbón y 10 veces más que el nuclear y además de forma competitiva por el menor coste de la biomasa sobre los combustibles fósiles.

Una de las prioridades del sector en la actualidad es la generación de empleo y conseguir crear mayor actividad para activar el consumo, es éste un campo en el que la Administración debería considerar con una mayor neutralidad y rigor, puesto que puede generar empleo añadido con inmediatez e intensidad. Si se dieran las condiciones que hicieran posible la inversión necesaria, es decir, dependiendo del grupo, la tecnología y la potencia- el erario público debería abonar una prima efectiva de 695,7 millones de euros, que reportarían al Estado retornos por valor del 767,8 millones de euros en los epígrafes antes aludidos, de modo que con un balance positivo para las arcas públicas de 72 millones, habría durante 20 años un impacto positivo en el VAB (Valor añadido bruto) de 1.698 millones y se crearían 32.501 empleos al año, a lo que habría que sumar los efectos de la fase de operación y mantenimiento, que el estudio de la consultora AFI evalúa en 1.297 puestos de trabajo directos y 9.919 indirectos.

Del estudio “Balance Económico de la actualización de las retribuciones a la producción eléctrica a partir de las biomásas” que la entidad consultora Analistas Financieros Internacionales -AFI- realizó para APPA Biomasa (octubre 2011) se extraen los siguientes datos, que demuestran que las plantas de biomasa eléctrica en funcionamiento a fecha julio de 2011 en España, a pesar de ser una cantidad de MW muy alejada de la que marcaba el objetivo a 2010, suponen unos beneficios económicos que superan en casi cuarenta y seis millones de euros las primas que se desembolsan vinculadas a su producción eléctrica. Es decir, la biomasa devuelve con creces la inversión prestada:



FUENTE: AFI - Balance Económico de la actualización de las retribuciones a la producción eléctrica a partir de las biomásas.

Figura 1. Balance económico de la actualización de retribuciones a la producción eléctrica a partir de las biomásas. Fuente AFI.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de este Grupo de Trabajo son en un primer lugar conocer la producción y las necesidades actuales de la biomasa en cada uno de sus usos posibles (térmico, cogeneración, eléctrico, co-combustión, biocombustibles), identificando sus implicaciones medioambientales y sociales de producción así como una valoración de costes asociados.

También hemos pretendido conocer la situación actual en cuanto a investigación y desarrollo de esta energía renovable y la generación de empleo e inversión que producen.

Se describen los planes de fomento para el desarrollo de la biomasa en España así como el interés por parte de los propietarios, gestores, forestales, agricultores y ganaderos de apertura de nuevos mercados para movilizar la biomasa y fijar la población rural donde están las plantas.

Por último, otro de los objetivos principales es el de la enumeración de una serie de recomendaciones desde el sector de la bioenergía para la generación de empleo.

3. BIOMASA DE USO TÉRMICO

3.1. Producción y necesidades actuales.

3.1.1. Las tendencias de la biomasa sólida para uso térmico

Un mayor aprovechamiento del recurso de la bioenergía requiere un mayor esfuerzo de divulgación sobre sus ventajas a los ciudadanos. Materia prima, hay; tecnología y profesionales, también. ¿Cómo hacer rentable para todos - consumidores, productores de biocombustibles, fabricantes de equipos y empresas de servicios energéticos- el uso de una energía local, limpia, segura y competitiva con los combustibles fósiles?

El precio del barril de petróleo BRENT está, hoy 14 de octubre, a 114,40 \$/barril, habiendo alcanzado máximos históricos de casi 150\$/barril. Por otra parte, el petróleo BRENT ha subido un 14,30 % en 2011 (pese a la profunda crisis económica en la UE), y las previsiones de encarecimiento BRENT a 1 año son superiores a 19 %, y a 5 años superiores a 71 %. Los precios del gas natural están indexados a los del petróleo con lo que se están registrando subidas, por lo menos, de igual proporción.

España depende energéticamente un 80 % de la energía del exterior, y además en Europa el consumo energético para uso térmico es del 50 % del total de la energía consumida.

La biomasa para uso térmico compite perfectamente con el gasóleo calefacción y GLP, y competiría con el gas natural de no ser por las subvenciones y ayudas públicas que el gas fósil importado (el llamado gas natural) recibe.

Datos de partida en biomasa térmica

1. En el periodo 2012-2015 será fácil ver el precio del barril a 150 \$, con picos de 200 \$.
2. El acceso de millones de personas a la clase media en los países BRIC supondrá un aumento importante de la demanda energética, incluso con Europa en recesión.
3. El 50 % de energía consumida en UE es para uso térmico.
4. PANER (Plan Nacional de Energías renovables): en 2020 el 16 % de la energía para climatización y ACS provendrá de la biomasa.
5. PER: enorme potencial de la biomasa para uso térmico, que es de 20.425 tep de petróleo; el mayor de todas las energías renovables.
6. El Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa estima 4000 MW térmicos instalados en España en julio de 2012.
7. El 46 % de los hogares de Alta Austria se calientan con energías renovables, lo que ahorra al país un billón de euros en combustibles fósiles cada año.
8. Austria espera que todos sus edificios se calienten con energías renovables en 2030, con importantes beneficios como evitar la "pobreza energética" de los ciudadanos y crear "empleo verde".
9. La biomasa para uso térmico genera 135 empleos por cada 10.000 habitantes, frente a 9 empleos que genera el gasóleo y el gas natural.

3.1.2. Mercado del pellet en España

Las más de 30 plantas de pellets instaladas en España acumulan una capacidad de producción superior a las 800.000 t/año, aunque la producción real está aún lejos de alcanzar ese potencial.

3.1.2.1. Capacidad

En España existen actualmente 30 fábricas de pellets de capacidad superior a 10.000 t/año trabajando o listas para comenzar a operar en pocas semanas, varios proyectos en diferentes etapas de desarrollo, y 7 plantas que han cerrado, vendido o han dejado de producir durante más de un año, ya sea porque estaban obsoletas o porque el mercado real no ha encajado en sus expectativas.

Hay también un número indeterminado de plantas de pequeña escala, de alrededor de 4.000 t/año, repartidas por toda España, normalmente ligadas a aserraderos o carpinterías.

Teniendo en cuenta todas las fábricas (incluso aquellas cerradas, pero no desmanteladas) existe una capacidad potencial de producción de más de 800.000 t/año, aunque la producción real está aún lejos de alcanzar ese potencial.

De acuerdo con las empresas, la producción está aumentando poco a poco cada año, y hoy en día las plantas están trabajando de media al 30% de su capacidad (alrededor de 240.000 t/año). Según los productores no hay suficientes calderas y estufas instaladas para absorber toda la producción de pellets en España.

La mayoría de los productores de pellets están descontentos con los altos costes de producción, debidos principalmente a la electricidad, y algunos han decidido instalar unidades de ORC para compensar este coste. Mientras tanto, en los últimos 4 años el precio de pellets español se mantuvo en el mismo nivel, por lo que hubo menos ganancias para las plantas.

3.1.2.2. Consumo

De acuerdo con los objetivos establecidos en el REAP nacional (Plan de Acción en Energías renovables), España debe consumir de 9 a 11 millones de toneladas anuales de biomasa para calefacción en el año 2020. Un objetivo asequible, teniendo en cuenta toda la biomasa española que cada año se queda en los bosques (se utiliza sólo el 29 % de la biomasa anual disponible para todos los usos industriales de la madera).

Es muy difícil estimar el consumo actual de pellets de madera en España ya que no hay cifras oficiales y los productores son reacios a hacer público este tipo de información. El último dato (2010) de la asociación de productores (Apropellets) afirmaba que en España se consumían alrededor de 60.000 toneladas y el resto de la producción anual se exportaba. Otras cifras de Propellets Austria y Pelletsatlas situaban el consumo interno español en 95.000 toneladas en 2010.

En cualquier caso, el mercado de pellets en España es bastante limitado e insuficiente para absorber toda la producción, lo que obliga a que una elevada proporción de la producción se exporte.

3.1.2.3. Italia, principal importador

Los pellets domésticos llegan principalmente a Portugal, Irlanda, Reino Unido, Italia y Francia. Italia es el principal importador; consume el 60 % de la producción total anual española en bolsas de 15 kg, que llegan hasta allí en camiones.

Los productores señalan que la mitad de los beneficios se pierden debido a la logística y desean ver un mercado de biomasa para calefacción más desarrollado en España, lo que permitiría un aumento de la demanda de pellets. En cuanto a pellet industrial, los clientes se encuentran principalmente en el Reino Unido, Bélgica y Suecia.

3.1.2.4. Precios

El precio medio de la bolsa de 15 kg es de 4,10 €, con valores detectados que van desde 3,50 hasta 5,78 € (IVA incluido) para pellets con alguna garantía de calidad. La compra del biocombustible en palet es una opción más económica para uso doméstico. Un palet cargado con 70 o 75 sacos de 15 kg cuesta alrededor de 245 €, por lo que comprando en este formato se puede abaratar el coste de la bolsa hasta en un 8 %. Cuando la calidad no está garantizada y/o el pellet no es certificado el precio suele ser inferior.

3.1.2.5. Calidad

En base a la norma EN 14961-2 "Biocombustibles sólidos – Especificaciones y clases de combustible – Parte 2: Pélets de madera para usos no industriales" en enero de 2011 el European Pellet Council (Consejo Europeo de Pélets) aprueba la normativa de certificación de pélets de madera para usos térmicos. El objetivo de este sistema de certificación para pélets de madera es asegurar el suministro de pélets de madera de calidad definida para usos térmicos. ENplus certifica la entrega de pélets a granel hasta el consumidor final, incluido almacenamiento y transporte.

AVEBIOM, la Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa, junto con un laboratorio independiente, han implantado un sello de calidad en el mercado de pellets en España.

Los pellets producidos en España son generalmente de buena calidad desde la perspectiva de productos químicos y la energía, pero sería deseable para los productores mejorar algunos aspectos físicos tales como la durabilidad y el contenido de finos. La mayoría de las pruebas mostraron un pellet de alta calidad, con un contenido energético superior a los 16,5 MJ/kg y de cenizas inferior al 0,5 %.

3.1.2.5.1. ENplus

Con las clases ENplus-A1 y ENplus-A2, así como también la clase EN-B, se definen tres calidades de pélets de madera basadas principalmente en las especificaciones de la norma europea EN 14961-2. El sistema de certificación contiene los siguientes puntos esenciales:

- Requisitos para la producción y garantía de calidad de pélets de madera.
- Requisitos para el producto (EN 14961-2).
- Requisitos para el etiquetado, logística y almacenamiento intermedio.
- Requisitos para la entrega a los consumidores finales.

Dos aspectos fundamentales podrían determinar el futuro de la industria: la movilización de la biomasa para asegurar la materia prima y la competitividad de las empresas para garantizar un producto normalizado para el consumidor.

También es muy importante dar a conocer la biomasa para el uso térmico entre la población para que la distribución sea más barata y más eficiente. La mayoría de los productores de pellets en España están integrados en AVEBIOM y/o APROPELLETS. La primera es la asociación nacional que da soporte al sistema de certificación ENplus y que gestiona la marca en España, mientras que AENOR es la entidad certificadora.

Hasta el momento una veintena de empresas han expresado su interés en el proceso de certificación en el que ya hay certificados 5 productores, que representan el 35 % de la capacidad de producción española instalada (alrededor de 300.000 toneladas).

3.1.3. Exportación de biomasa de España

España exporta, entre orujillo, pellets de madera y otras biomásas, una media de 345.000 toneladas anuales, el 87% de éstas con destino a plantas de generación eléctrica del norte de Europa.

3.1.3.1. ¿Cuanta energía se exporta?

Estos datos convertidos a Toneladas Equivalentes Petróleo (teps) suman 138.000 Teps. Es decir, si estas biomásas se utilizaran en España para generar electricidad o calor se podrían dejar de importar 138.000 toneladas de petróleo. En divisas, a la cotización actual del barril de Brent de 115,71 \$/barril (septiembre de 2012), significa que dejaríamos de gastar alrededor de 160 millones de dólares en petróleo, permaneciendo dicho dinero en España.

3.1.3.2. 11 millones de toneladas esperando

Los datos pueden parecer pequeños, pero si los comparamos con valores de producción de biomasa provenientes de *Eurostat* (organismo estadístico oficial de la UE) o *Bioraise* (herramienta SIG para evaluación de recursos biomásicos en el sur de Europa) parece ilógico que un país rico en estos recursos siga importando petróleo o carbón para generar electricidad o calor.

España alberga potencial para producir cada año en torno a 11 millones de toneladas de biomasa sin aumentar el aprovechamiento forestal de los montes; es decir, utilizando todos los subproductos que actualmente se generan tanto en el sector forestal, como en el agrícola olivarero, vitícola y frutos secos e industria del aceite, y que en gran porcentaje se desperdician en quemas de rastrojos.

Todos estos subproductos biomásicos sumados supondrían unas 3,3 millones de toneladas equivalentes de petróleo o, lo que es lo mismo, su aprovechamiento energético evitaría una salida de divisas por valor de más de 3.860 M€.

3.1.3.3. 5.360 millones de euros de ahorro al año

Estos cálculos han sido realizados teniendo en cuenta sólo las producciones actuales de subproductos si se utilizasen para fines energéticos.

Pero el *stock* de madera se ha incrementado en un 64 % en los 13 años transcurridos entre el IFN2 y el IFN3 (inventarios forestales nacionales) y del crecimiento anual (46 millones de m³ de madera en 2007), sólo se aprovecha el 35 %, cuando la media europea es del 61 %.

Es decir, en España aún sería posible aumentar las cortas hasta en 12 millones de m³ de forma sostenible. Este incremento en el aprovechamiento de nuestros montes, si se destinara a obtener biomasa forestal para uso energético, supondría crear unos 12.000 empleos, que dejaríamos de importar unos 25 millones de barriles de petróleo (1.500 M €) y evitaríamos la emisión de 9 millones de toneladas de CO₂. En total 5.360 millones de €/año de ahorro.

3.2. Implicaciones medioambientales y sociales de la producción. Valoración de costes asociados

La producción y uso de la biomasa tiene que apoyarse en criterios de lógica económica, ecológica y social.

3.2.1. Desde un punto de vista económico la utilización de biomasa supone:

- Mejora de la garantía de suministro ya que es un combustible local.
- Disminución de costes de suministro energético respecto a combustibles de importación.
- Mayor estabilidad de precios.
- Mejora de la rentabilidad de la industria que genera subproductos biomásicos aumentando su competitividad.
- Disminución del déficit exterior.

3.2.2. Desde una perspectiva social:

- Destaca la creación de empleo y la creación de una conciencia de ayuda al medioambiente. Esto supone una mejora socioeconómica de las áreas rurales al desarrollarse una nueva actividad evitando el despoblamiento y ayudando al desarrollo rural, generándose puestos de trabajo estables y bien remunerados en mucha mayor medida que cualquier otro combustible alternativo.
- Genera puestos de trabajo en actividades de mantenimiento en mucha mayor medida que los combustibles fósiles pero de forma competitiva por el menor coste de la biomasa sobre los combustibles alternativos.
- Avanza hacia una economía libre en carbono sin afectar a la calidad de vida ya que es básicamente la energía renovable gestionable.
- Un problema para el mundo agrícola y, por sus posibles consecuencias, al forestal como es la quema de residuos agrícolas en el terreno, se convierte en una oportunidad de generar riqueza al utilizar dichos residuos como biomasa para diferentes usos.
- El uso de la biomasa procedente de los terrenos en barbecho daría también un impulso al mundo rural.

- El aumento de ingresos de las industrias locales y el aumento de la población en zonas rurales, daría lugar a la creación de infraestructuras y servicios que serían demandados por la nueva población.

3.2.3. Desde una óptica medioambiental:

- Contribuye al mejor cumplimiento de los compromisos de España en los objetivos 20-20-20, En particular:
 - Reducción de emisiones de CO₂: mitigación del cambio climático.
 - Utilización de energías renovables
 - Mayor eficiencia energética desde el momento que una parte significativa de la biomasa se pudre o quema en las cunetas para su destrucción.
- Es una energía renovable, totalmente compatible con la protección de nuestro entorno.
- La utilización energética de subproductos domésticos y de la industria que actualmente van a vertedero reduce el volumen de material desechado y aumenta la duración de dichos depósitos de rechazos.
- Facilita la gestión de los montes colaborando al aprovechamiento sostenible de sus productos, especialmente para masas forestales de especies con aprovechamiento energético tradicional que se abandonó con la generalización del butano.
- Facilita la recogida de restos del cultivo agrícola.
- Disminuye los riesgos de incendio mejorando por tanto a largo plazo la biodiversidad.
- Mejora el estado fitosanitario de los montes reduciendo el riesgo de plagas.
- Pone en valor amplias superficies agrícolas y forestales marginales que actualmente están sumidas en el abandono.

Además de las ventajas para la estabilidad de nuestras masas forestales, reducción de riesgo de incendios y mejora de la biodiversidad, con el uso de 10 millones de toneladas de biomasa, además de evitar la importación de 20 millones de barriles de petróleo, se evita la emisión de 8 millones de toneladas de CO₂ asociadas al consumo de petróleo debido al ciclo neutro de CO₂.

Destaca una reducción de las emisiones/vertidos de diferentes compuestos:

- Óxidos de azufre
- Óxidos de nitrógeno
- Monóxido de carbono
- Metales pesados
- Sustancias carcinógenas

Merece la pena ahondar en las consecuencias de una gestión forestal sostenible. Una mayor movilización de biomasa de nuestros montes para generar energía renovable es perfectamente compatible con su gestión sostenible y con sus

actuales usos industriales. Ayudaría a paliar el gran problema que hoy día tiene los montes: la infrautilización de la biomasa generada naturalmente, que provoca incendios catastróficos, inestabilidad y la falta de empleo y riqueza en el mundo rural.

De los 46 millones de m³ que crecen anualmente los bosques españoles, la industria forestal actual sólo aprovecha en torno a los 17 millones de m³, es decir, el 38 %. Dos tercios del crecimiento del volumen de biomasa se quedan en el monte, bien porque la industria actual no es capaz de movilizar ese recurso o porque ciertas aplicaciones industriales no aportan suficiente valor a la biomasa como para compensar las inversiones de generación y aprovechamiento. Así, se ha pasado de los 456 millones de m³ existentes en 1975 a los 921 millones de m³ en 2009. (IFN1, IFN2, IFN3)¹. En Europa, la media del aprovechamiento es del 61 %, y en los principales países forestales (países nórdicos, Austria, ... etc), cercano al 90 %.

Una mayor utilización de la biomasa para uso térmico haría necesaria la redacción de documentos de planificación para el aprovechamiento de la biomasa o la inclusión de un plan de aprovechamiento de biomasa en los Proyectos de Ordenación y Planes Dasocráticos existentes. Estos documentos garantizarían la Gestión Forestal Sostenible del recurso maximizando su producción de manera sostenida sin poner en peligro el aprovechamiento futuro de la biomasa ni de ningún otro aprovechamiento del monte.

La gestión forestal de los bosques favorecería la regeneración natural de la masa principal, facilitaría una posible repoblación artificial en zonas de matorral, aumentaría el crecimiento en cantidad y calidad del arbolado así como de sus productos derivados, disminuiría el peligro de plagas, disminuiría el riesgo de incendios y facilitaría su extinción, se obtendría una mejora estética del monte aumentando la capacidad de acogida recreativa y aumentaría y mejoraría los hábitats y por tanto la biodiversidad existente en el monte.

A modo de ejemplo y sin pretender ser exhaustivos exponemos tres posibilidades:

Biomasa forestal primaria

La disponibilidad de biomasa forestal primaria en nuestros montes disponible para usos energéticos es muy alta. Se puede estimar en más de 10 millones de toneladas anuales, las mínimas necesarias para recuperar un nivel de gestión

¹ España es el país de Europa con mayor incremento de superficie de bosque: 4,4 millones de hectáreas (296.000 hectáreas/año entre 1990 y 2005).

Evolución de las existencias en volumen de madera en el periodo 1975-2009 en VCC(m³):

1975: 456.721.000 1997: 594.186.000 2009: 921.913.000 Aumento: 101,9%

(Fuente: IFN1, IFN2 e IFN3, MARM 2009)

Aprovechamiento (m3cc):

Posibilidad de corta sostenible 2009: 46.136.000

Cortas Madera MMARM 2006: 13.530.000

Cortas Madera Corregido (Balance Nacional de la Madera) 2009: 17.479.000

Tasa de Extracción: 37,9%

Consumo de Madera: 31.066.000

(Fuente: IFN3/ INE/ Balance Nacional de la Madera / Anuario de Estadística Forestal 2006 y Situación de los Bosques y del Sector Forestal en España 2009 (Congreso Nacional Forestal 2009)).

silvícola razonable, totalmente necesario para la mejora de nuestras masas. Estas cantidades se pueden multiplicar con los cultivos energéticos.

La utilización de esta biomasa se autofinancia en precios de 15-20 €/MWh generando aproximadamente 10.000 puestos de trabajo directos en monte.

Se crean, sólo en los trabajos de recogida, tratamiento y distribución del combustible, 10.000 puestos de trabajo. Estos trabajadores generan cotizaciones sociales y fiscales que no se producen con combustibles de importación.

También hay que tener en cuenta que, solo con esta parte de la biomasa forestal, se evita la importación de algo más de veinte millones de barriles de petróleo por valor de 1.200 millones de euros/año a los precios actuales, (80 \$/barril a 1,35 \$/€) impidiendo una importante salida de divisas.

Al mismo tiempo se deja de emitir a la atmósfera más de 8,7 millones de toneladas de CO₂/año si consideramos sustitución de gasóleo para usos térmicos. El coste de estas emisiones a 16 €/tm asciende a 140 millones de euros anuales.

En la estimación de empleo generado no se ha tenido en cuenta los empleos generados en la construcción o mantenimiento de las instalaciones de consumo.

3.2.4. Subproductos industriales

Resulta más difícil realizar una cuantificación de los empleos generados en aprovechamiento de subproductos industriales como orujillo, cáscara de almendra, corteza de madera, serrines, cascarilla de arroz, restos de maíz, etc. dada su diversidad de características y costes de valorización.

No obstante resulta evidente que las incipientes redes de comercialización en España del orujillo o hueso de aceituna como combustible, que mayoritariamente se destina a la exportación, están transformando un problema ambiental serio de eliminación de una gran cantidad de residuo con importantes costes de gestión en una oportunidad de negocio con un subproducto que genera ingresos no despreciables.

Por una parte esta gestión genera puestos de trabajo en acondicionamiento del orujillo y transporte que se financian con los ingresos de la venta. Por otra la eliminación de costes de gestión y/o obtención de ingresos por parte de las almazaras permite a estas aumentar su competitividad. Resulta difícil valorar la capacidad de generación de empleo del aumento de competitividad pero puede ser mucho más importante que el empleo directo generado.

De igual modo podríamos analizar la evolución actual o futura de muchos otros de los subproductos indicados. El aumento de la demanda va a suponer un aumento de precio hasta alcanzar los precios de equilibrio con el aprovechamiento de biomasa primaria.

Lamentablemente muchos de estos subproductos debidamente acondicionados se destinan a la exportación a países como Gran Bretaña, Francia, Italia o Bélgica por la falta de consumo local.

El incipiente mercado de consumo, granjas industriales, secaderos, etc. se está beneficiando de costes de energía inferiores a los que asumía utilizando gasóleo o GLP, aumentando igualmente su competitividad.

3.2.5. Instalaciones de consumo y valorización

Los sistemas en los que de forma más eficiente se puede utilizar la biomasa, redes de calor con cogeneración, se basan en la utilización de combustibles más económicos y gestión más sofisticada, lo que requiere por una parte importantes inversiones y, por otra, genera más empleo y además de calidad. La biomasa en estos sistemas es perfectamente compatible con energía solar, geotérmica, calor residual de la industria o combustibles fósiles. Destacar, por ejemplo, que el master plan de la red de calefacción de Copenhague prevé para 2025 que la red de calefacción que, abastece al 98 % de los habitantes, se suministre en un 70 % con biomasa, dos millones de toneladas².

En conclusión

La biomasa ofrece muchas oportunidades a nuestro país. La biomasa se autofinancia, no incrementa el déficit tarifario, es una energía autóctona, ecológica y más barata que el gasóleo o el gas y supone claramente una mayor eficiencia energética como país. Se debe apostar, en el momento actual y de cara al futuro, por la promoción del uso y aprovechamiento de la biomasa, desde el enfoque de eficiencia y las oportunidades que ofrece esta fuente de energía en el ámbito de la sostenibilidad urbanística.

La valorización de la biomasa y la constitución de un mercado para este recurso energético es posible y deseable a partir del momento en que se creen los instrumentos de apoyo políticos y económicos necesarios. Es necesaria una participación activa de particulares, empresas y administración. El reto a partir de ahora se centra en potenciar la biomasa en el nuevo PER 2011-2020, llevar a cabo una importante labor de comunicación y divulgación a la sociedad, de cara a fomentar la demanda de este producto con la Administración en un papel demostrativo promoviendo el uso de esta energía en edificios públicos.

3.2.6. Posibles impedimentos para el desarrollo de la biomasa térmica

En primer lugar se evidencia el desconocimiento en general de la población sobre el uso térmico de la biomasa, tras la toma de contacto, la reacción suele ser de cierto rechazo por considerarla una tecnología "milagro" que no puede funcionar.

Es por esto que existe una necesidad de explicación al consumidor, ya que, además de lo anteriormente mencionado, actualmente está extendida la idea de que biomasa forestal es igual a deforestación, idea contrapuesta a lo explicado anteriormente y a la gestión forestal de los bosques.

La elevada inversión (En torno a 450 €/kW instalado según IDAE) es otro impedimento que retrasa la expansión de la biomasa para uso térmico doméstico, ya que la justificación del ahorro futuro en calefacción no es suficiente para convencer al consumidor sobre los beneficios de la biomasa. Además, está extendida la idea de que cuando se popularice el uso de la biomasa, aumentará su precio hasta igualar el gasoil u otros combustibles o al menos lo suficiente para no amortizar la inversión en equipos.

² Heat plan for the capital area of Denmark. Lars Gullev. Hot Cool 3-09. Revista de la Asociación Danesa de District Heating (DBDH).

3.3. Investigación y desarrollo

3.3.1. Calderas más baratas

Las calderas de biomasa del rango 10 a 100 kW serán más baratas cuando se consiga una economía de escala en su producción, sin embargo, se considera difícil llegar a los precios de las calderas de combustibles fósiles por el mayor componente tecnológico de las calderas de biomasa. Las calderas de biomasa tienen superficies de calefacción mayores por lo que el cuerpo es más caro que en otros combustibles; y, por otra parte, sus componentes son más caros.

Las viviendas que cuentan con un buen aislamiento pueden optar por un modelo compacto (2-7 kW) y ahorrar hasta un 50 % en el precio de la caldera.

No se espera que baje el precio de las calderas de biomasa en los próximos 5 años.

Las prestaciones de las calderas de biomasa son superiores respecto a las de otros combustibles. Hoy en día existe una gama muy amplia de calderas de biomasa domésticas modulantes, en cambio no existe en el mercado una caldera doméstica de gasóleo modulante, ya que la tecnología de un quemador de gasóleo modulante es excesivamente cara para este rango de potencias.

Uno de los principales obstáculos señalados para lograr reducir el precio es el coste de la tecnología para cumplir la estricta normativa de control de emisiones.

La instalación de una caldera de biomasa requiere un conocimiento específico del instalador. Una mejor preparación de los técnicos será otro motivo de abaratamiento en el futuro ya que actualmente se está asumiendo un coste muy alto en formación a instaladores. La normalización de los combustibles será otro factor de abaratamiento.

La reducción de los precios llegará con la mejora en los procesos y técnicas de fabricación y por la amortización del software.

3.3.2. ¿Y mover la producción?

Los fabricantes austriacos no contemplan trasladar la producción a China para bajar los precios, sin embargo los españoles no descartan esta opción en un futuro. El tiempo lo dirá...

3.3.3. Calderas de condensación y compactas

En 2009, se lanzó al mercado la caldera de biomasa de condensación, pero pocos le han seguido. Los fabricantes consultados no ven claro el éxito de la tecnología, pese a que se obtienen rendimientos superiores al 100 % gracias al aprovechamiento del calor de baja energía de los gases, por ejemplo en suelo radiante.

El aumento de precio por la necesidad de instalación de intercambiadores de calor adicionales y el mayor mantenimiento que supone esta tecnología juegan en contra de su implantación entre los consumidores.

Sin embargo, las calderas compactas ganan terreno en Alemania, Austria, Francia y Dinamarca a medida que se construyen casas con necesidades energéticas reducidas. Son más baratas y ocupan menos que las calderas necesarias en casas peor aisladas.

Todos los consultados ya fabrican calderas de potencias de 2 a 9 kW que incluyen silo de pellet y acumulador. El reto está en el diseño “compacto” y en mejorar el aislamiento.

3.3.4. El huevo o la gallina

Los fabricantes austriacos opinan que se debe comprar la caldera más adaptada a la biomasa disponible, pero que lo ideal sería que las biomásas se adaptasen a las calderas, sobre todo en el caso de las de uso doméstico.

Los españoles creen que debe ser la caldera la que se adapte a la biomasa por razones de costes del biocombustible: producción local y consumo local de combustible resulta más sostenible y habitualmente más económico que importar. Gran parte del éxito de la biomasa hoy en día es la posibilidad de aprovechar material residual disponible a bajo precio por cercanía.

El problema ahora mismo es que la mayor diversidad de las biomásas mediterráneas en comparación con las de países nórdicos y centroeuropeos dificulta su normalización. Mientras que en Europa llevan años trabajando en estandarización, en España se está empezando.

3.3.5. Líneas de I+D

Uno de los puntos clave en el que todos los fabricantes trabajan es en mejorar la eficiencia de la producción energética, no sólo desarrollando los equipos (mejoras en la combustión, nuevos materiales más resistentes, etc.), sino aumentando la eficiencia del sistema completo; Wolfgang Torschitz señala que, efectivamente, “el rendimiento de las calderas ya es muy elevado y solo se puede aumentar en escasa medida”.

Una solución que se está explorando, es la cogeneración en gamas de potencia bajas (15–50 kW) y medias (150 kW), y la generación de electricidad con biomasa sólida. Ya existen en periodo de prueba, un par de instalaciones de cogeneración con biomasa de media potencia, una en una chacinera. La Fundación Cidaut ha instalado la primera cogeneración de media escala (100 kW_e y 150 kW_t) en una empresa de semillas en Ávila.

Se trabaja también en un apartado muy sensible y sometido a estricta regulación como los sistemas para minimizar y recoger las emisiones de partículas presentes en los gases de escape.

Aumentar la facilidad de manejo de la instalación redundará en un mayor confort para el usuario y es otra de las líneas de I+D en las que más se invierte. Existe la necesidad de mejorar la automatización y autonomía de los equipos, como simplificar el control a distancia o el sistema de aspiración de ceniza.

La mayoría de fabricantes trabaja en buscar la forma de que las calderas acepten un mayor abanico de combustibles sin perder eficiencia.

La Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa, BIOPLAT, es una herramienta del Ministerio de Economía y Competitividad -MINECO para canalizar las prioridades de investigación en el sector bioenergía. El trabajo de las casi 300 entidades que conforman BIOPLAT ha permitido definir distintas líneas de actuación y la participación de esta plataforma en distintos foros europeos de biocombustibles, climatización renovable, etc.

De forma esquemática, las cadenas de valor de este Plan definidas para el sector de la bioenergía para generación térmica son las siguientes:

TÍTULO CADENA DE VALOR	Retos tecnológicos	Retos de uso final / Retos no tecnológicos
I Utilización de biocombustibles sólidos mediante combustión directa	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de instalaciones de combustión para multicomcombustibles biomásicos • Reducción de las emisiones de los pequeños equipos de combustión. • Reducción de la sinterización y corrosión de los equipos de combustión. • Desarrollo de calderas y equipos de combustión para materiales herbáceos y biomasa leñosas con un contenido medio en cenizas. • Hibridación con otras tecnologías. • Mejora de la eficiencia en ciclos y equipos de combustión • Valorización de cenizas y escorias 	<ul style="list-style-type: none"> • Integración del uso de biomasa para generación térmica y eléctrica en otras unidades industriales (refinerías, cementeras, etc.) • Desarrollo del mercado de la refrigeración con biomasa

Tabla 1. Fuente: Plan de Implementación a 2015 – Plataforma Tecnológica de la Biomasa, BIOPLAT.

A diferencia de otras energías en las que no interviene un combustible, en la bioenergía las materias primas biomásicas, su manejo, gestión y logística, resultan fundamentales y están estrechamente vinculadas a los rendimientos y eficiencias de los procesos de transformación de las mismas en energía. Por ello, se han identificado retos tecnológicos a abordar en el periodo 2012-2015 para cada una de estas materias primas biomásicas.

Por tanto, las materias primas definidas para las cadenas de valor en bioenergía para generación térmica, junto con sus retos tecnológicos y de uso final son:

MATERIAS PRIMAS			
Listado materias primas definidas	Retos tecnológicos	Retos de uso final	Reto transversal
Biomasa forestal.	· Desarrollo tecnológico para alcanzar la rentabilidad de la biomasa extraída/coste.	· Desarrollo de metodologías para el estudio del potencial de producción y de mercado con criterios de sostenibilidad.	
Cultivos energéticos herbáceos.	· Optimización de insumos: uso eficiente de los recursos, desarrollo de maquinaria, mejora en el desarrollo de los procesos logísticos, optimización de tratamientos de control químico y mecánico.		
Cultivos energéticos leñosos.	· Selección y mejora de material vegetal.		
Residuos agrícolas. Residuos ganaderos. Residuos de industrias	· Aumentar número de materiales susceptibles de ser tratados en digestión anaerobia.	· Eliminar restricciones entre usos alimentarios y energéticos.	

Tabla 2. Fuente: Plan de Implementación a 2015 – Plataforma Tecnológica de la Biomasa, BIOPLAT.

Además se ha establecido una cadena de valor intermedia en la que se señalan las necesidades tecnológicas y de uso final de los denominados vectores bioenergéticos. Estos vectores bioenergéticos se corresponden con los pre-tratamientos o tratamientos que permiten procesar las biomásas con objeto de mejorar sus condiciones físico-químicas, y estas mejoras en sus condiciones permitan optimizar la eficiencia de otros procesos posteriores que podrían llevarse a cabo con las mismas.

La cadena de valor del bloque de vectores bioenergéticos intermedios asociados a la generación térmica con biomasa es:

CADENA DE VALOR	Tecnologías identificadas	Retos tecnológicos	Retos de uso final
Estudio de las posibilidades de densificación y reducción granulométrica como pretratamientos.	Densificación. Reducción granulométrica.	i. Mejoras en el diseño para la reducción de costes y aumento de la calidad. ii. Ampliar el rango de materias primas que pueden utilizarse y alcanzar la capacidad de diseñar biocombustibles a la carta.	i. Demostrar el producto en sus diferentes usos finales y cadenas logísticas.

Tabla 3. Cadena de valor del bloque de vectores bioenergéticos intermedios asociados a la generación térmica con biomasa

En el apartado de la producción de biomasa de origen forestal, existe la necesidad de mejorar el rendimiento en el aprovechamiento de restos forestales (prioritariamente las mejoras mecánicas y la planificación). En paralelo, es necesario explorar el papel de los cultivos energéticos con especies forestales, que no compiten directamente con el uso alimentario, de tal forma que se disponga de mayor abanico de biomasa que permita la diversificación de la producción y la mejor planificación espacio-temporal, garantizando con ello el abastecimiento de las centrales de producción. Esto implicará la necesidad de explorar en el uso de las especies más adecuadas, su mejora genética, la silvicultura más adecuada así como la mayor eficiencia en el uso de recursos.

3.4. Generación de empleo e inversión

3.4.1. Empleo

La primera aportación de la biomasa térmica es la gran cantidad de puestos de trabajo que crea. La bioenergía es capaz de producir 136 empleos directos (Frente a 9 del petróleo o el gas natural) por cada 10.000 habitantes sustituyendo las calderas de gasóleo y gas natural por calderas de biomasa (Christian Metschina, Austria).

Según el PER 2005-2010, con la biomasa de uso térmico, se podrían crear 17.277 hombres-año de empleo.

La necesidad de personal técnico cualificado para la redacción de los documentos de planificación, la realización del inventario y, a ser posible, el control de la ejecución del aprovechamiento según el propio plan generaría empleos cualificados en las comarcas productivas.

La extracción de biomasa requiere de grandes cantidades de mano de obra local a lo largo de todo el año. La utilización de personal de manera continuada en el monte para la realización de aprovechamientos genera una profesionalización del sector.

Si se complementa dicho personal con una inversión extra por parte de las Administraciones en concepto de disponibilidad anual para la extinción de incendios forestales, se podría obtener un servicio de prevención y extinción de incendios profesional, permanente y de bajo coste (sólo disponibilidad y horas de incendio).

3.4.2. Independencia energética

La utilización biomasa para energía aumenta la independencia energética; España tiene una dependencia del exterior superior al 80 %, y de más del 98 % si hablamos de petróleo y de gas. Utilizar biomasa como combustible para producir energía, eléctrica y térmica, reduciría nuestra dependencia y supondría un importante ahorro de divisas para el país. Es el caso de Suecia, que en estos momentos ya produce más energía con biomasa que con petróleo (30 % petróleo contra 31 % bioenergía), y su PIB y su renta per cápita siguen creciendo.

El déficit energético de España durante los primeros 6 meses del año 2012 registró un déficit de 23.747,4 millones, con un aumento interanual de 14,3 %. La causa principal de ese incremento, es el aumento de los costes de la energía, básicamente el petróleo y el gas.

Con el uso de 10 millones de toneladas de biomasa forestal se evita la importación de 20 millones de barriles de petróleo por valor de más de 1.000 millones de euros/año.

3.4.3. Ahorro

Una apuesta por la bioenergía supone apostar por el ahorro para los ciudadanos y para el contribuyente; con una caldera de biomasa, una familia puede ahorrar más de un 50 % del gasto de calefacción con respecto al gasóleo, y con un combustible producido en España que deja el valor añadido en España. Este ahorro en estos momentos de crisis, es clave para hacer más competitivas a nuestras empresas y reducir el capítulo II del gasto corriente de las Administraciones Públicas, liberando fondos para otras gastos, tanto sociales como de otro tipo.

Con el uso de 10 millones de toneladas de biomasa forestal, además de evitar la importación de 20 millones de barriles de petróleo, España se ahorraría 176 millones de euros relacionados con las emisiones de CO₂.

3.4.4. Proyectos empresariales y tendencias de futuro

El Registro de instalaciones de biomasa del Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa (ONCB) recoge, a finales de septiembre de 2012, 26.620 equipos instalados, que suponen una potencia total superior al millón y medio de kilovatios térmicos y una estimación de cuatro millones de kilovatios térmicos total instalados en España.

Por uso, el grupo de consumidores domésticos se lleva la palma con el 91 % de las instalaciones y el 34 % de la potencia instalada. Le sigue el uso industrial con el 5 % de las instalaciones y, como es lógico, el mayor porcentaje de potencia instalada, que es del 53 %. En último lugar, se situaría el uso público con el 4 % de las instalaciones y el 13 % de la potencia instalada.

Se observa una tendencia clara hacia la bioenergía por parte de algunos sectores muy importantes en el espectro productivo español. El sector hotelero y el agroindustrial despuntarán en el uso de la biomasa en los próximos años. Del primero, es significativo el número de casos de éxito que se pueden recoger y que van desde la casa rural más perdida entre montañas hasta el hotel más lujoso de Canarias o Baleares. Por otra parte, del sector agro-ganadero y del agroalimentario podemos visitar ya instalaciones en granjas, bodegas, queserías, panaderías, almazaras, mataderos industriales, deshidratadoras de forraje y tomate y un largo etcétera.

3.4.4.1. Empresas de Servicios Energéticos

El Ministerio de Industria, a través del IDAE, ofrece a los consumidores la posibilidad de calefacción, ACS y climatización sostenible en sus hogares con biomasa, con ahorros garantizados respecto a la factura anterior con combustibles fósiles. Actualmente el Biomcasa se ha quedado sin fondos, pero el GIT, para grandes instalaciones térmicas sigue apoyando a las ESES.

Las ESE ofrecen un servicio completo al consumidor: instalación de los equipos, mantenimiento y venta del calor a un precio por kWh fijado independiente de las variaciones del precio del petróleo. Se convierten así en el único interlocutor del consumidor en materia de energía térmica.

Ya son 52 empresas repartidas por todo el país las que se han habilitados como ESE. El listado completo está en www.idae.es.

3.4.4.2. Ejemplos de instalaciones térmicas

3.4.4.2.1. Camping bugalows Monte Holiday, primer *district heating* híbrido en un camping español

Los modernos campings-bungalows son establecimientos hosteleros con necesidades energéticas elevadas para dar servicio de climatización y agua caliente a una variedad de instalaciones: baños y vestuarios, bar y restaurante, bungalows, ludotecas, spas y piscinas climatizadas, e incluso centros de convenciones. Un camping de Madrid ha logrado aunar ahorro, confort y compromiso ambiental y social gracias a un *district heating* híbrido biomasa-solar, el primero de estas características en España.

Camping-Bungalows Monte Holiday, en el Valle del Lozoya, al norte de la Comunidad de Madrid, es el lugar elegido cada año por miles de madrileños para descansar. Situado a 1.200 m de altitud y rodeado de montañas que superan los 2.000 m, sus necesidades de calor en cualquier época del año son considerables.

Instalación de biomasa

A finales de abril de 2012 concluía la puesta en marcha de la nueva instalación de calor centralizado con biomasa y colectores solares que sustituye de manera eficiente al antiguo sistema que operaba con equipos dispersos de gasóleo y electricidad.

El *district heating*, compuesto por una caldera policombustible de 150 kW y 54 kW de colectores solares, suministra calefacción y agua caliente sanitaria a bungalows, bar, restaurante, recepción, dos edificios de aseos y las piscinas; en total, 1,7 km de tuberías y más de 12.000 litros de acumulación para dar servicio a 1.200 m² de construcción y 530 m³ de agua de las piscinas.

Se asegura que un ahorro en combustible de un 80 % frente al gasóleo y electricidad y, además, al no estar a expensas de las constantes subidas del petróleo y la electricidad, se podrá con precisión los costes operativos en energía en los próximos años.

Sala de calderas ampliable

Se ha aprovechado el espacio semienterrado bajo uno de los edificios de aseos para instalar una amplia sala de calderas que incluye una caldera de biomasa (astilla) de 150 kW y dos depósitos de inercia de 1.500 litros. En previsión de futuras ampliaciones de la superficie a calefactar, se ha dejado preparado el espacio para una segunda caldera de biomasa.

Distribución inteligente y eficiente

Desde la central de producción el agua caliente se distribuye por el camping a través de 2 anillos de tuberías preaisladas, enterradas a 80 cm de profundidad. Los tubos de abastecimiento general tienen 63 mm de diámetro y un caudal de 6 m³/h.

En función de la demanda de ACS o calefacción de los edificios, 2 bombas -una para cada anillo- se encargan de hacer llegar el agua caliente a destino.

En cada punto de consumo se han instalado un termostato que indica la demanda y un intercambiador de placas para entregar la energía requerida.

En cada punto de consumo tenemos un elemento que nos indica la demanda de energía; este elemento envía una señal tanto a la válvula que deja pasar el flujo de agua caliente a los radiadores, como a la bomba circuladora en cada uno de los consumos y también a la bomba de distribución en la sala de calderas.

Una subestación para zonas alejadas

El camping tiene una superficie de 27 Ha, por lo que garantizar el servicio en todas sus esquinas requiere una buena planificación. En la zona de bungalows, donde en el futuro está previsto ampliar el número de unidades, se ha instalado una subestación de bombeo con un acumulador de 500 l desde donde se reparte, por circuitos independientes, ACS y agua caliente a los radiadores de cada bungalow. Así se evita colocar un depósito individual en cada alojamiento y se cuenta con un colchón de acumulación cercano al consumo.

El circuito de calefacción lleva una bomba circuladora y una válvula de dos vías que funcionan cuando existe alguna demanda desde los termostatos instalados dentro de cada bungalow.

Con la nueva instalación también se ha implementado un práctico sistema para mantener la temperatura de confort en los bungalows sin perder energía ni tiempo. "En cada bungalow tenemos 2 termostatos, uno manejado por el cliente y otro por nosotros; así, desde recepción, mediante un sencillo cuadro de interruptores de 3 posiciones, podemos desconectar, establecer una temperatura mínima 'anti-hielo', o precalentar el bungalow previa entrada de clientes", explica Antonio.

En el resto de edificios, los intercambios de calor se realizan con estaciones de transferencia Rehau y acumuladores de 300 l.

Hibridación con solar

En el segundo edificio de aseos, donde se encuentra la instalación solar, una centralita recibe datos de una sonda para dar preferencia a la instalación solar

térmica frente a la biomasa para calentar hasta 6.500 l de acumulación, distribuidos en 3 depósitos, uno de ellos conectado con el sistema de biomasa.

En caso de no existir suficiente radiación solar, el sistema de biomasa se encarga de transferir el calor a dos de los tanques para asegurar que hay agua caliente y calefacción disponible en todo momento. Hasta ahora, el exceso de energía del sistema solar se evacuaba sin aprovechamiento; con la nueva instalación, el agua caliente nunca sobra; siempre puede acumularse y aprovecharse en cualquier punto de la red.

Biocombustible local

La dirección del camping trabaja por hacer realidad cada día su lema: ser el camping *más natural*. En el ámbito energético, esto significa mayor eficiencia en el uso de la energía y utilizar las energías renovables disponibles localmente, como el sol y la biomasa, que les llega de la central logística y de astillado de Lozoyuela, situada a tan solo 10 km del camping.

La astilla, tamaño G30-50, humedad inferior al 30 % y un precio medio de 95 €/t, procede de los pinares próximos a la planta, en un radio de 40 km.

La actividad de la planta de Lozoyuela, ha creado de momento 3 puestos de trabajo directos en la propia planta, además de garantizar la actividad de las cuadrillas forestales y del transportista. Trabajadores y transportista son del Valle del Lozoya, por lo que empleos y beneficio económico permanecen en la zona.

La central de Lozoyuela abastece también a la piscina climatizada de Soto del Real, a un colegio y a varias instalaciones públicas y privadas del norte de Madrid.

Para contener las astillas se ha construido un silo semienterrado de 60 m³ en previsión de ampliación de consumo a otros 150 kW. De momento sólo es necesario acumular 30 m³.

Densidad astilla	250 kg/m ³
PCI astilla:	2,50 kWh/kg
Funcionamiento de la caldera:	2400 h
Rendimiento de la caldera:	88%
Consumo de astilla:	150 t/año
Cargas de astilla:	20 cargas/ año
Autónoma silo:	125 h

Costes y ahorro

La inversión total ha sido de 250.000 €. De ellos, 70.000 € proceden de una ayuda del Grupo de Acción Local de la Sierra Norte de Madrid, GALSINMA.

El primer mes de funcionamiento la instalación ha consumido unos 30 MWh. El ahorro aproximado hasta la amortización, calculada en 10 años, es de un 10 % sobre el coste energético existente con gasóleo y electricidad.

3.4.4.2.2. Hotel “Punta Umbría Beach”, un 4 estrellas con hueso de aceituna

El grupo Barceló, una de las mayores cadenas hoteleras en España, calienta con biomasa el macro complejo hotelero “Punta Umbría Beach”, en la Costa de la Luz, en el entorno de la Reserva de las Marismas del Odiel, Huelva.

El hotel, construido en 2007, consta de 3 edificios 1.200 habitaciones, piscinas (una cubierta) y SPA.

Se han instalado 2 calderas Biomatic 500, que sustituyen a las de gas propano. Se emplea hueso de aceituna, muy abundante en la Comunidad Andaluza, y pellets. El biocombustible se almacena en 2 silos de 24 toneladas de capacidad que proporcionan una autonomía de un mes. 4 depósitos de inercia de 5.000 l sirven para regular la demanda térmica de todo el complejo.

Consumo y ahorro

Para las necesidades concretas de este hotel está prevista una generación de calor neto de 1.250.000 kWh/año, que supone 312 tm/año de pellet o hueso de aceituna.

Las necesidades de ACS y calefacción en hoteles suponen entre un 25 % y un 40 % del consumo total de energía del hotel, el 2,5 % de los gastos de explotación. Si a esto le añadimos las necesidades de calor para las instalaciones de piscinas y Spa, la implantación de calderas de biomasa en los grandes complejos hoteleros, pueden suponer ahorros anuales superiores a 70.000 €.

Con el cambio a biomasa se reducen las emisiones de CO₂ en 348,7 t/año.

La obra se ejecutó en 5 meses, con un presupuesto de 295.824 € financiado por el programa BIOMCASA del IDAE, y una ayuda del 30 % de la Agencia Andaluza de la Energía.

3.4.4.2.3. Calor centralizado en edificios municipales, en Valladolid

La red de calor del municipio vallisoletano de Mojados sustituye varias calderas de gasóleo en sus edificios públicos por una red de calor distribuido (*District Heating*) con biomasa de 200 kW. El municipio cuenta con importantes recursos forestales procedentes de sus pinares.

La nueva instalación da servicio de calefacción y ACS con biomasa a 3 edificios: Residencia de Mayores, taller ocupacional y el nuevo Centro de día. En total, 1.650 m² con una demanda térmica de 219.212 kWh/año.

La sala de calderas es un módulo prefabricado anexo a la Residencia de Mayores, donde están la caldera de 200 kW y un depósito de inercia de 2.500 l. Al lado se ha construido un silo con capacidad de 54 m³, que garantiza 1 mes de autonomía. La descarga de los pellets se realiza mediante sistema neumático.

Para dar servicio a los edificios fueron necesarios 155 m de tubería preaislada de 1 ¼” y 1 ½” de diámetro. La entrada del agua caliente a cada edificio se realiza a través de una botella de equilibrado.

Las calderas de gasóleo se mantienen para emergencias y se unen a la nueva instalación principal por válvulas de 3 vías.

El Ayuntamiento ahorra un 20 %, -18.000 €/año. y evita la emisión de 27,56 tm/año de CO₂.

3.4.4.2.4. Sustitución de calderas de carbón por biomasa en un bloque de viviendas en el centro de Salamanca

Se ha llevado a cabo la reforma de una sala de calderas en un edificio de 58 viviendas en bloque, en la calle Carretera de Ledesma, 2 de Salamanca.

Se sustituye un grupo de calderas de carbón de la marca Roca de las Series 6 y L200 que daban servicio de calefacción y ACS a todo el edificio. Los equipos se encontraban obsoletos y en mal estado de conservación. Por ello, se ha instalado una caldera HERZ BIOMATIC de 500 kW. La caldera está equipada con un ciclón de depuración de humos (imprescindible en este tipo de instalaciones para evitar las emisiones de partículas) y con un sistema de disco rotativo con lamas, de 5 m de diámetro, provisto de un sinfín que la alimenta. Este sistema permite aprovechar al máximo los 75 m³ del nuevo silo de almacenamiento realizado en obra de fábrica, y que confiere una autonomía de más de mes y medio. El llenado se efectúa con camiones cisterna de forma fácil y cómoda.

Aprovechando la reforma integral de la sala de calderas, se ha llevado a cabo una zonificación de la red de distribución de calefacción. La antigua red no distinguía entre las partes del edificio orientadas al norte o al sur, con demandas térmicas sensiblemente diferentes. Para su corrección, se han independizado dichas zonas con válvulas mezcladoras para garantizar el confort discriminado de cada montante. Asimismo, se ha dispuesto un nuevo depósito de inercia de 5.000 l y un nuevo sistema de producción de ACS, y se ha reformado la instalación eléctrica de la sala de calderas conforme al REBT.

Mediante un sistema de telegestión la empresa puede, vía Internet, acceder a la instalación, a su sistema de alarmas y, sobre todo, ajustar el sistema a las necesidades del cliente en todo momento. Al disponer de un régimen de mantenimiento las 24 horas, cualquier información de mal funcionamiento llega antes al mantenedor que al propio usuario.

Venta de energía

Se ha realizado con el cliente un contrato de venta de energía, para lo que se ha dispuesto un contador de calor homologado con el que se factura al cliente solo por el calor usado en su instalación. El cliente no realiza un desembolso inicial, sino que paga su instalación en 10 años y dispone de una nueva instalación con garantía total durante esos 10 años, consiguiendo un ahorro garantizado del 10% respecto a la situación previa al proyecto. Todo esto con rendimientos estacionales superiores al 83%, que permiten disfrutar al cliente final de Energías renovables a precios competitivos y desplazar a energías fósiles como el gasóleo o el gas natural.

3.4.4.2.5. Calor y frío con biomasa y solar en el Seminario Mayor de Ourense

La Diócesis de Ourense ha planteado el proyecto con el objetivo de cubrir toda la demanda de ACS y climatización de las distintas dependencias del Seminario Mayor de Ourense empleando únicamente fuentes energéticas renovables.

Las dependencias del seminario ocupan una superficie útil de 12.000 m². La solución tecnológica escogida ha sido la instalación de una caldera de Biomasa de 1400 kW, apoyada por energía solar térmica procedente de 960 tubos de vacío; la energía térmica de ambas fuentes se emplea también para el aire acondicionado

con la técnica de Absorción en una máquina de Bromuro de Litio de 70kW. La distribución de climatización se realiza con fancoils a 4 tubos en las habitaciones y zonas comunes y con radiadores en los pasillos.

Un sistema de monitorización y control regula la operación de las instalaciones de producción de calor y frío, ajustando las necesidades en función de la presencia en las habitaciones, la posición de la ventana y la temperatura de la habitación. En el mismo sistema se integra el control de la iluminación, disponiendo de acceso remoto para el control de todas las variables.

Se ha instalado una caldera Nolting NRF de 1400 kW alimentada con pellets desde un silo de obra civil de 30 Tn. El llenado del silo se realiza de forma neumática desde una toma en el exterior del edificio.

El proyecto ha recibido subvenciones del INEGA para la adquisición de las calderas y los paneles. Entró en servicio en 2009 y ha supuesto un ahorro en el coste del combustible entre el 34 y el 38 % sobre un consumo de entre 55-58.000 litros de gasoil/año.

3.4.4.2.6. Piscina cubierta climatizada con biomasa

Una caldera policombustible de biomasa de 500 kW da servicio a la piscina de Arévalo, Ávila.

El edificio ocupa una superficie de 1.352 m², y alberga una piscina de 25 x 12'5 x 2 m y otra para niños de 12'5 x 6 x 1'30 m, además de vestuarios, zona de oficina y recepción.

En el sótano de 577 m² está la sala de calderas y el silo de almacenamiento de la biomasa.

El edificio principal tiene 8 m de alto y cuenta con un corredor acristalado que da acceso al edificio y en su parte posterior con una fachada acristalada que provee de luz natural a la piscina.

Junto a la caldera se ha instalado un depósito de inercia de 2.000 l que alimenta 3 circuitos: piscina (climatización y calentamiento del agua de las piscinas), climatización de los locales anexos (vestuarios, recepción, etc.) y ACS.

El circuito de la piscina cuenta con una climatizadora de 295 kW. El agua de las piscinas se calienta a través de intercambiadores de placas.

Vestuarios y zonas comunes cuentan con climatizadoras de 25'6 kW y 20 kW.

El circuito de ACS cuenta con un depósito interacumulador de 3.000 l.

3.4.4.2.7. Industria cárnica de Cáceres cambia fuelóleo por pellets

Una industria cárnica cacereña cambia de fuel-oil a pellets de madera sustituyendo el quemador en una caldera de vapor de 1.000 kW, en Almaraz, Cáceres.

Multitud de procesos agro-industriales consumen grandes cantidades de calor. Un claro ejemplo son las industrias cárnicas. El consumo térmico de un matadero es elevado durante todo el año. En muchos de los procesos se precisa calor a alta temperatura y vapor.

El matadero "El Encinar de Humienta" situado en Almaráz (Cáceres), tiene una caldera de vapor que trabaja a 6 bares de presión, con una capacidad de

producción de 1.400 kg/h de vapor (1.000 kW). Utilizaban fuel-oil como combustible, con un consumo medio de aproximadamente 1.000 litros/día.

Sustitución del quemador

La Propiedad, motivada por reducir su factura energética, optó por la sustitución de su quemador de fuel-oil por uno de pellets de madera, manteniendo en uso la caldera existente, la chimenea, el sistema de transporte de vapor y la instalación eléctrica.

Con dicha sustitución han convertido una instalación de combustible fósil en una a biomasa, de forma rápida, con una inversión pequeña y manteniendo idénticas prestaciones.

El quemador de biomasa elegido es de la marca Termocabi de 1.000 kW. Tiene la particularidad de gestionar las cenizas antes de la boca de fuego, adaptándose fácilmente a las calderas estándar del mercado, que normalmente son diseñadas para recuperar los gases de combustión de gasoil, fuel-oil o gas.

El quemador instalado quema los gases obtenidos en su parrilla de gasificación, produciendo una llama horizontal modulante, particularidad que le permite su fácil adaptación a multitud de equipos estándar: calderas de fundición por elementos; calderas de vapor, calderas de agua sobrecalentada, calderas de aceite térmico, generadores de aire caliente, secaderos, hornos de pan, etc., con versatilidad de potencias (entre 25 y 1.000 kW).

Para almacenar el biocombustible se ha elegido un silo (MAFA) de chapa metálica lisa de 48 m³, con capacidad para almacenar 37 tm de pellets de madera. Está especialmente preparado para su llenado mediante transporte neumático, contando con un ciclón en su parte superior que además permite la ventilación. La descarga y el transporte hasta el quemador se realiza mediante sinfines rectos, especialmente diseñados para el transporte de pellets de madera.

El ahorro económico se acerca al 50 %. La sustitución de un consumo anual de 200.000 litros de fuelóleo por pellets de madera permite amortizar la inversión en menos de dos años.

Otra gran ventaja es la eliminación de la suciedad del fuel-oil, su dificultad en el uso y manejo, y su alto poder contaminante.

3.5. Objetivos de la biomasa térmica para el 2020

1. Es prioritario instalar calderas para aumentar el consumo de biomasa nacional. Se podrían instalar hasta 40.000 calderas de biomasa al año considerando sólo las zonas frías de España.
2. La microgeneración con pellets e hibridación entre diferentes energías renovables y conceptos de eficiencia energética en edificios.
3. Oportunidad para la biomasa: 40 % de viviendas en costa mediterránea son unifamiliares y gastan gasóleo.
4. Administraciones ejemplarizantes en el uso de energías renovables, como la biomasa.
5. Retirar las ayudas directas o indirectas a los combustibles fósiles, incluido el gas natural.
6. Más ayudas a la divulgación; financiación garantizada; y menos subvenciones directas a la instalación.

7. La biomasa en 2020 reemplazará a gasoil totalmente y competirá fuertemente con gas natural.

8. La astilla y el pellet es un biocombustible rentable sin subvenciones ni primas. En España podría haber 300/400 centros de tratamiento y comercialización de astilla forestal en comarcas rurales, que podrían generar hasta 2.800 nuevos empleos directos.

9. Los responsables municipales deben preparar a las ciudades para consumir y producir energías renovables.

10. Trigeneración con biomasa sobre todo en sur de Europa. Gran creación de empleos. La trigeneración (electricidad, calor, frío) con biomasa: importante ahorro acumulado en vida útil.

11. La bioenergía va a ser la energía renovable más importante para los objetivos del 20-20 en Europa

3.6. DAFO

Análisis externo

3.6.1. Oportunidades

La situación a nivel Europeo fomenta el uso térmico de la biomasa estableciendo umbrales a los que se debe llegar.

No existen restricciones a la exportación de la producción de la biomasa dentro de la UE, lo cual facilita la creación de un tejido productor de biomasa en España.

Las Administraciones Públicas van mostrando su interés poco a poco en el uso de biomasa térmica atraídos por dos factores principales: El ahorro y la creación de empleo local. Es destacable la implicación de algunos Ayuntamientos que apuestan decididamente por el uso de la biomasa térmica.

El desarrollo tecnológico de las calderas avanza a buen ritmo.

La gran cantidad de demanda de empleo hace que sea necesario buscar yacimientos de empleo, lo que fomenta el uso de la biomasa.

3.6.2. Amenazas

La situación política del país no es del todo favorable al desarrollo de la biomasa térmica. La paralización de las ayudas a las energías renovables deja al sector completamente estancado. En la derogación se dejó una puerta abierta al uso de la biomasa, sin embargo todavía no se ha concretado nada al respecto.

Es fundamental conseguir una disminución de precios en las calderas.

Situación legal inestable que dificulta la toma de decisiones a largo plazo.

Análisis interno

3.6.3. Fortalezas

La utilización de la biomasa con fines térmicos permite elevados ahorros económicos en comparación con otros combustibles no renovables como el carbón, el petróleo o el gas.

Presenta indudables ventajas ambientales en cuanto a reducción de todo tipo de emisiones a la atmósfera.

El uso de la biomasa forestal residual favorece la Gestión Forestal Sostenible además de proporcionar ingresos a los Ayuntamientos con masas forestales.

Permite una diversificación de ingresos para la población rural.

3.6.4. Debilidades

Elevados costes iniciales de instalación comparados con el combustible que se utiliza en la actualidad.

Rechazo inicial por parte de la población por “mitos” creados como que puede significar deforestación.

Desconocimiento de la tecnología y por tanto rechazo de la misma al considerarla inmadura.

Falta de estabilidad en los aprovechamientos.

3.6.5. Conclusiones

Las potencialidades del uso térmico de la biomasa son claras, las ventajas económicas, sociales y medioambientales unido a la necesidad de fomentar su uso por parte de la UE, la existencia de un tejido productor y el creciente interés por parte de las Administraciones Públicas señalan cuáles son las principales líneas de acción a seguir.

Sin embargo hay que tener en cuenta una serie de limitaciones dadas por el desconocimiento de la tecnología, el rechazo inicial de la población, la inestabilidad legal o los costes de inversión.

Los riesgos que presenta el uso térmico de la biomasa pueden ser elevados especialmente si se tiene en cuenta la inestabilidad legal del sector, pero pueden merecer la pena ya que son evitables con una participación decidida de la Administración. Además, los beneficios a obtener son elevados.

Por último, los desafíos a los que se enfrenta la biomasa para uso térmico son de gran magnitud, especialmente en lo que concierne a la concienciación del potencial usuario y a conseguir una estabilidad plurianual de los aprovechamientos que garantice el suministro.

4. BIOMASA DE USO ELÉCTRICO Y COGENERACIÓN

4.1. Generación eléctrica con biomasa en España

Entre 2005 y 2011 la generación eléctrica con biomasa se ha incrementado en 199 MWe, a un ritmo de 33,16 MWe/año, procedentes de 29 proyectos con un tamaño medio de casi 7 MWe por instalación. La mayoría de estos proyectos están asociados a sectores industriales que utilizan subproductos o residuos propios como parte del suministro de biomasa. Por eso la potencia media es pequeña (45 % de los proyectos < 6 MWe) y las horas de funcionamiento medio muy bajas.

El reparto por sectores del incremento de potencia 2005-2011 es el siguiente:

- Residuos agrícolas (paja de cereal principalmente): 89 MWe.
- Residuos forestales (residuos de industrias forestales, aprovechamientos de maderas y tratamientos selvícolas): 53 MWe
- Sector aceite de Oliva: 33 MWe.
- Sector papelero (licor negro y restos de cortas de eucalipto): 21 MWe.

Datos 2000-2011 y proyección 2020 del PER2011-2020:

Año	2000	2005	2010	2011	2020
Horas Medias Anuales de Funcionamiento	2.843	4.625	4.583	5.295	6.000
Nº de instalaciones	12	30	56	59	
Pot. Instalada (MW)	122	347	501	546	1350
Energía Generada (GWh/a)	181	1.522	2.424	2.906	8.100
Emisiones evitadas CO2 frente a CCCG (TCO2)	65.974	555.427	884.906	1.060.858	2.956.500
Emisiones evitadas CO2 frente a Carbón (TCO2)	166.290	1.399.980	2.230.448	2.673.943	7.452.000

Tabla 4. Datos 2000-2011 y proyección 2020 del PER2011-2020. Generación eléctrica con biomasa en España

Una energía gestionable y que no genera sobrecostes

Los datos de potencia instalada reflejan el hecho frecuente de la utilización de distintos tipos de biomasa en una misma instalación. Es decir una misma planta de 10 MWe que utilizara un 20 % B.6.1, 30 % B.8.1 y 50 % B.6.3 se vería recogida en esta estadística como 2 MWe B.6.1, 3 MWe B.8.1 y 5 MWe B.6.3. Esta relación se puede ver en la siguiente tabla:

COMBUSTIBLE	Categoría Asimilable	Energía Vendida 2011 (GWh)	Potencia Instalada 2011 (MW)	Tarifa Media 2011 (€/MWh)	Prima Equivalente 2011 (€/MWh)	Coste Prima Biomasa 2011 (MME)	Facturación 2011 (MME)
Cultivos energéticos agrícolas y forestales	B.6.1.	252	49	158,31	100,76	25,35	40,47
Residuos de actividades agrícolas o de jardinería:	B.6.2.	417	97	116,14	58,59	24,43	49,49
Residuos de Operaciones Selvícolas y forestales	B.6.3.	356	66	127,75	70,20	25,02	46,43
Residuos industria agroforestal agrícola	B.8.1.	912	164	116,14	58,59	53,45	108,27
Residuos industria forestal	B.8.2.	308	51	70,28	12,73	3,92	22,43
Licores negros de industria papelera	B.8.3.	661	119	86,40	28,85	19,08	58,81
TOTAL		2.906	546	109,59	52,04	151,25	325,90

Tabla 5. Datos de potencia instalada. Relación utilización de distintos tipos de biomasa en una misma instalación

El coste total en primas recibidas por generación eléctrica con biomasa nacional en 2011 fue de **151,25 M€**. Haciendo una media ponderada en función de los distintos tipos de biomasa, la prima en España es de 52,04 €/MWh; una de las más bajas de Europa:

UK 90 – 65 €/MWh.

Italia 230 - 80 €/MWh.

Francia 67 – 49 €/MWh.

Si en 2020 se consiguiera instalar los 817 MWe con biomasa 100% gestionables previstos en el Plan Español de Energías renovables (PER), el coste total en primas para el sistema, de acuerdo al reparto de tipos de biomasa recogido en la tabla anterior, sería de 511,31 M€, en euros constantes de 2012.

4.1.1. Previsión para el 2012 y 2020

En 2012 se espera un incremento de potencia de 9 MWe y de 47 GWh de energía generada, estos incrementos acreditan una práctica paralización del sector:

ESTIMACIONES 2012							
COMBUSTIBLE	Categoría Asimilable	Energía Vendida 2012 (GWh)	Potencia Instalada 2012 (MW)	Tarifa Media 2012 (€/MWh)	Prima Equivalente 2012 (€/MWh)	Coste Prima Biomasa 2012 (MME)	Facturación 2012 (MME)
Cultivos energéticos agrícolas y forestales	B.6.1.	249	49	162,69	104,52	26,03	41,17
Residuos de actividades agrícolas o de jardinería:	B.6.2.	428	99	119,35	61,18	26,16	52,14
Residuos de Operaciones Selvícolas y forestales	B.6.3.	368	68	131,29	73,12	26,87	49,21
Residuos industria agroforestal agrícola	B.8.1.	911	164	119,35	61,18	55,75	111,14
Residuos industria forestal	B.8.2.	307	51	72,23	14,06	4,32	22,98
Licores negros de industria papelera	B.8.3.	691	124	88,79	30,62	21,14	63,12
TOTAL		2.953	555	112,44	54,27	160	340

Tabla 6. Estimaciones 2012 de incremento de potencia y energía generada.

En euros constantes 2012, el coste total en primas para el sistema que tendrían los 1.350 MWe previstos para el 2020 (PER2011), de acuerdo al reparto de los tipos de biomasa recogido en este documento sería de 511,31 M€.

COMBUSTIBLE	Categoría Asimilable	Prevision Pot. 2020 (MW)	Prevision Energia 2020 (MW)	Prima Equivalente 2020 (€/MWh)	Coste Prima Biomasa 2020 (MM€)	Facturación 2020 (MME)
Cultivos energéticos agrícolas y forestales	B.6.1.	292,19	1.753,12	104,52	183,24	289,79
Residuos de actividades agrícolas o de jardinería:	B.6.2.	222,22	1.333,29	61,18	81,57	162,61
Residuos de Operaciones Selvícolas y forestales	B.6.3.	265,03	1.590,20	73,12	116,27	212,92
Residuos industria agroforestal agrícola	B.8.1.	218,15	1.308,92	61,18	80,08	159,64
Residuos industria forestal	B.8.2.	146,79	880,74	14,06	12,38	65,91
Licores negros de industria papelera	B.8.3.	205,62	1.233,73	30,62	37,77	112,76
TOTAL		1.350,00	8.100,00	63,12	511,31	1.003,63

Tabla 7. Estimaciones 2012 de incremento de potencia y energía generada en euros constantes.

4.1.2. Ejemplo de balance económico de una planta de 15 MW

Se incluye el balance económico de un proyecto tipo de biomasa forestal donde el 50 % del suministro fuera B.6.3, generado como residuo de actividades forestales (corta de madera para otros usos) y el 50 % B.6.1 proveniente de repoblaciones forestales con uso energético.

Se ha utilizado un modelo similar al que “El Economista” publicó el pasado Lunes 9 de Julio de 2012, aunque con algunas modificaciones de acuerdo a la experiencia en este ámbito y los datos medios del sector.

Los datos aportados son perfectamente contrastables y están generados sobre la base del proyecto de Garray (Soria) que se está construyendo.

BALANCE PLANTA BIOMASA FORESTAL DE (15 MWe):

BALANCE PLANTA BIOMASA FORESTAL DE (15 MWe):	
ECONÓMICO	4,00 M€/año aportación neta al erario público.
EMPLEO DIR. (Medio a 15 años)	238 puestos de trabajo.
AMBIENTAL	3.800 ha/año de mantenimiento de montes.
	110.400 ton CO2/año evitadas.

QUÉ APORTA UNA PLANTA DE 15 MWe DE BIOMASA FORESTAL

INVERSIÓN EN EQUIPOS (EPC)	45 M€
El 100% de esta inversión puede ser realizada por empresas industriales españolas con tecnología propia.	
INVERSIÓN TOTAL SUJETA A IVA	52,7 M€
Incluye terrenos, línea de conexión y resto de infraestructuras.	
MANTENIMIENTO DE MONTES	
Superficie Media a Tratar	3.800 ha/año
Ahorro Medio para la Administración	2.000 €/ha
Total Costes Evitados	7,60 M€/año
PUESTOS DE TRABAJO DIRECTOS	
Período de Construcción	314 2 años.
Período de Explotación (Planta)	28 15 años.
Período de Explotación (Suministro)	168 15 años.
IMPUESTOS Y PAGOS A LA S.S.	
IS Durante Construcción	1,4 M€
IVA Construcción	9,5 M€
Cánones Municipales	0,75 M€
IS Durante Operación	0,67 M€/año
IVA suministro biomasa	1,13 M€/año
S.S. (Empleos Directos: explotación planta+suministro)	2,02 M€/año
IRPF (Empleos Directos: explotación planta + suministro)	1,40 M€/año
Total Anual (Media 15 años)	6,00 M€/año

QUÉ LE CUESTA AL SISTEMA ELÉCTRICO UNA PLANTA DE 15 MWe DE BIOMASA FORESTAL

Energía Vendida	109.000 MWh/año
Precio Final de Venta Medio (Según RD 661/07 a 2011: 50% b61 - 50% b63)	145,54 €/MWh
Coste Evitado por Pérdidas (Según Orden IET-3586-2011)	4,38 %
Coste de Generación Medio de Mercado (Datos REE 2011)	60,09 €/MWh
Diferencial de Coste de Generación	9,60 M€/año

NOTA 1:	El coste de las importaciones de carbón evitadas sería de 4,46 M€/año (precio Dic. 2011)
NOTA 2:	El coste de la compra de derechos de CO2 evitado sería de 0,6 M€/año (Precio mínimo 2011)
NOTA 3:	La biomasa es la única energía renovable totalmente gestionable. Es decir no necesita de un soporte de ciclos combinados de gas para poder garantizar su potencia. Por tanto no genera ningún sobrecoste al sistema.

NOTA: La biomasa es la única energía renovable totalmente gestionable. Es decir no necesita de un soporte de ciclos combinados de gas para poder garantizar su potencia. Por tanto no genera ningún sobrecoste al sistema.

Destacar que sólo la aportación en impuestos directos, tasas y aportaciones a la SS del conjunto de actividades y empleo directo asociado al proyecto equivale al 62,5 % del diferencial de coste de generación (considerando un salario bruto medio de 28.000 €/año por empleo equivalente generado).

4.1.3. La valorización de biomasa como alternativa a las empresas forestales

El aprovechamiento energético de la biomasa forestal se presenta como una alternativa altamente eficiente, no sólo para el mantenimiento de muchas de las masas forestales de nuestro país, sino también **para la supervivencia del sector primario asociado a la explotación forestal**, compuesto de multitud de pequeñas empresas de servicios forestales, que están viendo como la escasa actividad de su sector ha desaparecido en los últimos años como consecuencia de la reducción de los presupuestos públicos para labores silvícolas y el cierre de la mayoría de las empresas de fabricación de tableros y aserraderos.

El aprovechamiento energético de la biomasa forestal generaría una **actividad económica que ayudaría al mantenimiento del tejido productivo primario** cuando otras actividades industriales como la fabricación del tablero o de la pasta de papel reducen su actividad; fortaleciendo de esta manera a dichas industrias.

En el sector no existe competencia por el recurso, ya que la generación de energía utiliza la biomasa de menor calidad (maderas de pequeñas dimensiones, maderas malformadas, ramas, copas, etc.) que no son útiles para otras industrias. De esta manera complementa el escaso uso tradicional del monte haciendo viable el mantenimiento del mismo y potenciando el escaso tejido industrial forestal del país.

Datos publicados en un reciente estudio del IDAE en cuanto a la cantidad de biomasa forestal aprovechable para la generación de energía de manera sostenible y compatible con el máximo uso histórico de recurso forestal por las industrias tradicionales, son los siguientes:

	BIOMASA FORESTAL RESIDUAL (TON)
CASTILLA-LA MANCHA	36.196.443
CASTILLA Y LEÓN	35.003.016
ANDALUCÍA	24.591.396
CATALUÑA	20.144.623
GALICIA	17.711.779
ARAGÓN	15.526.370
EXTREMADURA	15.394.875
NAVARRA	9.382.329
C. VALENCIANA	5.369.995
PAÍS VASCO	5.368.037
ASTURIAS	4.611.248
MADRID	3.228.881
LA RIOJA	2.385.477
CANTABRIA	2.262.123
BALEARES	1.474.761
MURCIA	1.316.221
CANARIAS	135.469
TOTAL	200.103.041

Tabla 8. Biomasa forestal residual por Comunidad Autónoma. Fuente IDAE

4.1.4. Gran creadora de empleo

La creación de empleo atribuida a cada una de las tecnologías renovables, medido como número de puestos de trabajo por unidad de potencia instalada, se recoge en el siguiente cuadro:

TECNOLOGIA	2008			2009			2010		
	Personal Directo	MW instalados	Ratio per/MW	Personal Directo	MW instalados	Ratio per/MW	Personal Directo	MW instalados	Ratio per/MW
EOLICA	22.970	16.323	1,41	21.620	18.811	1,15	17.898	19.700	0,91
FOTOVOLTAICA	25.063	3.463	7,24	10.889	3.630	3,00	9.952	3.841	2,59
SOLAR TERMoeLECTRICA	761	0	N/A	978		N/A	1.810	532	3,40
HIDRAULICA	1.101	1.981	0,56	1.110	2.014	0,55	1.094	2.027	0,54
BIOMASA - BIOGAS	21.238	587	36,18	21.620	665	32,53	20.122	699	28,79

Fuente: Deloitte y CNE

Tabla 9. Creación de empleo 2008-2010 por tecnologías renovables.

Se puede observar como para el caso de la fotovoltaica, la paralización del sector a raíz de la entrada en vigor de la nueva normativa, ha supuesto una destrucción masiva de empleos, principalmente ligados a los procesos de fabricación y montaje de placas fotovoltaicas y resto de equipos, así como de la construcción. El ratio de 2010 se puede considerar muy próxima a la asíntota de empleo ligada exclusivamente a la O&M de las plantas.

En el resto de sectores, la ligera caída de los ratios es consecuencia de la disminución de los empleos ligados a la construcción y promoción de proyectos. Como contraejemplo se puede citar que en el caso de la tecnología solar termoeléctrica, el incremento del ratio es debido al inicio de explotación de las plantas que se empezaron a construir en 2008 y anteriores. Este ratio subirá con fuerza entre 2011 y 2014, como consecuencia de la construcción y entrada en explotación de un gran número de plantas, para posteriormente, a partir de 2015, empezar a bajar debido a la paralización de este tipo de proyectos y la consecuente destrucción de empleos en la construcción de dichas plantas.

En estudios realizados por Deloitte y la Comisión Nacional de la Energía (CNE) muestran la gran capacidad de creación de empleo que supone la valorización energética de la biomasa: entre 36 y 28,7 empleos por MW instalado.

Hay que destacar que la **generación de empleo** aportada por esta actividad se produce principalmente **en zonas rurales**, ayudando a la **fijación de la población** en estas áreas, y al **desarrollo industrial** de las mismas.

En cuanto a los proyectos de biogás, en la actualidad hay 34 plantas en proyecto. De ellas, 25 llevan muy avanzados los trámites e inversiones a los que obliga el Ministerio para poder entrar en el registro de preasignación.

Los residuos agroganaderos que han tratado dichas plantas de forma adecuada, superan los 3 millones de toneladas.

Esta tecnología, que ha alcanzado un grado de madurez alto y unos márgenes muy ajustados, no es viable sin las primas que estaba percibiendo, (no puede esperarse grandes reducciones de costes). Los países de nuestro entorno apoyan firmemente el biogás, como lo demuestran las 7.000 plantas en Alemania, mediante primas y bonos.

4.2. Balance ambiental

4.2.1. Ahorro en importaciones y derechos de emisión.

En las siguientes tablas se puede observar los costes evitados por la generación de biomasa en lo referente a la importación de energía primaria (gas natural o carbón) así como a la compra de EUA (derechos de emisión de la UE), valorando estos a un precio medio de 10 €/EUA.

GAS NATURAL

	2010	2011	2020
Energía generada con biomasa (MWh)	2.424.400	2.906.460	8.100.000
Ratio emisiones CCCG (TCO2/MWh)	0,365	0,365	0,365
Emisiones evitadas (TCO2)	884.906	1.060.858	2.956.500
Consumo de GN evitado (MWhpcs)	4.794.337	5.747.627	16.018.035
Coste de Importación (MM\$)	132	159	442
Coste evitado Importación GN (MM€)	106	127	354
Coste evitado compra derechos de emision (MM€)	9	11	30
TOTAL COSTE EVITADO G.N. (MM€)	115	138	383

CARBON

	2010	2011	2020
Energía generada con biomasa (MWh)	2.424.400	2.906.460	8.100.000
Ratio emisiones carbón (TCO2/MWh)	0,92	0,92	0,92
Emisiones evitadas (TCO2)	2.230.448	2.673.943	7.452.000
Consumo de cabón evitado (Tcarbon)	992.850	1.190.265	3.317.143
Coste de Importación (MM\$)	117	140	391
Coste evitado Importación carbón (MM€)	94	112	313
Coste evitado compra derechos de emision (MM€)	22	27	75
TOTAL COSTE EVITADO CARBON (MM€)	116	139	388

Nota: Los datos que figuran están euros constantes

Tabla 10. Costes evitados por la generación de biomasa en lo referente a la importación de energía primaria (gas natural o carbón) así como a la compra de EUA

La producción eléctrica con biomasa en 2011 ahorró 138 millones de euros (MM€) en importación de gas natural y en compra de derechos de emisión. Cumpliendo lo previsto en el PANER para 2020, España evitaría gastar 388 MM€ (euros constantes); dinero que quedaría en España.

4.2.2. Prevención de incendios

En 1939 se lanza en España el Plan Nacional de Repoblación Forestal. Como consecuencia de ese programa y de los que lo continuaron, se han plantado más de 6 Millones de hectáreas forestales en el territorio nacional hasta el año 2000. España es el segundo país después de China en incremento de la superficie forestal en el Siglo XX; más de 200.000 ha/año.

Esas forestaciones en su inmensa mayoría se realizaron con muy altas densidades de pináceas (hasta 2.000 pies/ha), sobre las que se debían realizar labores de

selvicultura que redujeran progresivamente esa densidad hasta valores que permitieran evolucionar de manera natural a esas masas artificiales hacia modelos de vegetación sostenibles. Esta labor de selvicultura y manejo del monte nunca ha llegado a realizarse más que en una mínima proporción de las superficies reforestadas.

La baja calidad general de la madera producida en los bosques españoles, que con un escaso porcentaje cumple con las características necesarias para ser materia prima de aserraderos, hace que el nivel de cortas de madera sea prácticamente constante en nuestro país desde que se mantienen estadísticas de esta actividad:

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
MADERA (t)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Producción total	15673	14739	15654	19874	15362	14090	14101	14713	15609	14799	15849	17053	14095	15118
Valor en cargadero	602025	596719	655085	686953	669298	627945	623529	686321	750391	718811	730484	743657	720647	..

Fuente: INE

Tabla 11. Producción total de madera y valor en cargadero 1995-2008.

El incremento de los años 2005 y 2006 está relacionado con las cortas sanitarias necesarias para la recuperación de grandes incendios forestales.

Como consecuencia de esta combinación: gran labor repobladora, ausencia de selvicultura, escaso aprovechamiento del monte el Inventario Forestal Nacional muestra entre su Segunda y Tercera revisión un alarmante incremento de distintas variables:

- a) Existencias acumuladas en los montes (m³ de madera con corteza): IFN2: 597.322.225 IFN3: 911.077.318 (Incremento del 52 %)
- b) Crecimiento anual de los montes (m³ de madera con corteza): IFN2: 30.088.350 IFN3: 45.784.369 (Incremento del 52 %)

Esta situación de acumulación de biomasa en los montes y de falta de selvicultura o aprovechamientos está generando una situación de **colapso en muchas masas forestales** con una disminución del crecimiento y calidad de la madera, mayor mortalidad y un ascendente **aumento** del riesgo de plagas y sobre todo **del riesgo de incendios**.

4.2.3. Biogás y residuos agrarios

Otras biomásas también tienen una aportación ambiental fundamental y muy positiva.

La fermentación descontrolada al aire libre de residuos procedentes de explotaciones agroindustriales y agroganaderas, como ocurre en la actualidad, libera a la atmósfera gas metano, mucho más contaminante que el CO₂.

La valorización energética de la biomasa agrícola ayuda a eliminar restos de cosechas agrícolas que son riesgo de plagas e incendios: rastrojos, podas de frutales, etc.

La valorización de la biomasa proveniente de la industria del aceite de oliva es hoy un elemento imprescindible para la viabilidad ambiental y también económica de esta actividad. Sin la utilización de la biomasa residual generada en esta actividad (orujillo) para la generación de energía, el sector aceitero colapsaría en una sola campaña, ya que no hay posibilidad de gestionar la gran cantidad de residuos que

genera esta industria (aproximadamente 1,5 M tm/año) si no es a través de su secado con cogeneración y posterior valorización energética en plantas de biomasa.

4.2.4. Exportación de tecnología

El tejido industrial tecnológico del país se vería muy beneficiado por el crecimiento del sector de la generación eléctrica con biomasa. Existe un número de empresas capaces de suministrar hasta el 100 % de los componentes de una planta: calderas, turbinas, equipos de filtración de gases, sistemas de manejo de la biomasa, etc.

El fortalecimiento de este incipiente sector a través del apoyo al crecimiento del mercado interno es la mejor manera de ayudar a que estas empresas puedan exportar su know-how y sus productos a otros mercados como el latinoamericano, donde el aprovechamiento energético de la biomasa está creciendo de manera muy significativa.

4.3. Investigación y Desarrollo

De forma esquemática, las cadenas de valor identificadas en el Plan de Implementación a 2015 de BIOPLAT definidas para el sector de la bioenergía para generación eléctrica son las siguientes:

CADENA DE VALOR		Retos tecnológicos (listados según orden de prioridad)	Retos de uso final (listados según orden de prioridad)
I	Producción y utilización de biocombustibles sólidos para gasificación.	<ul style="list-style-type: none"> i. Sistemas de limpieza del gas de gasificación. ii. Desarrollo de gasificadores multicomcombustibles biomásicos. iii. Mejora de los sistemas de parrilla. iv. Hibridación con otras tecnologías. v. Incremento de la fiabilidad de la tecnología de gasificación para generación eléctrica. vi. Valorización del char. vii. Reducción y tratamiento de lixiviados. 	<ul style="list-style-type: none"> i. Integración del uso de biomasa para generación térmica y eléctrica en otras unidades industriales (refinerías, cementeras, etc.). ii. Mejora de la viabilidad del uso de la biomasa mediante gasificación y de los parámetros de emisiones.
II	Producción y uso del biogás.	<ul style="list-style-type: none"> i. Optimización del diseño y operación de los digestores. ii. Acondicionamiento del biogás. iii. Co-digestión: maximizar el rendimiento en la producción de biogás. iv. Hibridación con otras tecnologías. v. Valorización del digestato. 	<ul style="list-style-type: none"> i. Integración del uso de biomasa para generación térmica y eléctrica en otras unidades industriales (refinerías, cementeras, etc.). ii. Homologación del combustible. iii. Mejora en los parámetros de emisiones. iv. Inyección en red. v. Aspectos legislativos y normativa sobre el tratamiento de residuos.

Tabla 12. Fuente: Plan de Implementación a 2015 – Plataforma Tecnológica de la Biomasa, BIOPLAT.

Como se ha comentado en apartados anteriores, tecnológicamente, las centrales de biomasa presentan una importante ventaja en la planificación del mix energético gracias a su certidumbre en la cobertura de demanda, ya que dispone de mecanismos eficaces para garantizar su disponibilidad, que en el año 2011 contribuyeron a la reducción de la participación renovable total desde el 35,3 % al

32,4 % en la cobertura de la demanda. Paradójicamente, hubo un notable aumento de la generación con carbón que incrementó un 25 % las emisiones de 2010.

A continuación se ilustra lo expuesto con datos indicativos sobre costes de producción de electricidad en España en relación al tamaño de la planta:

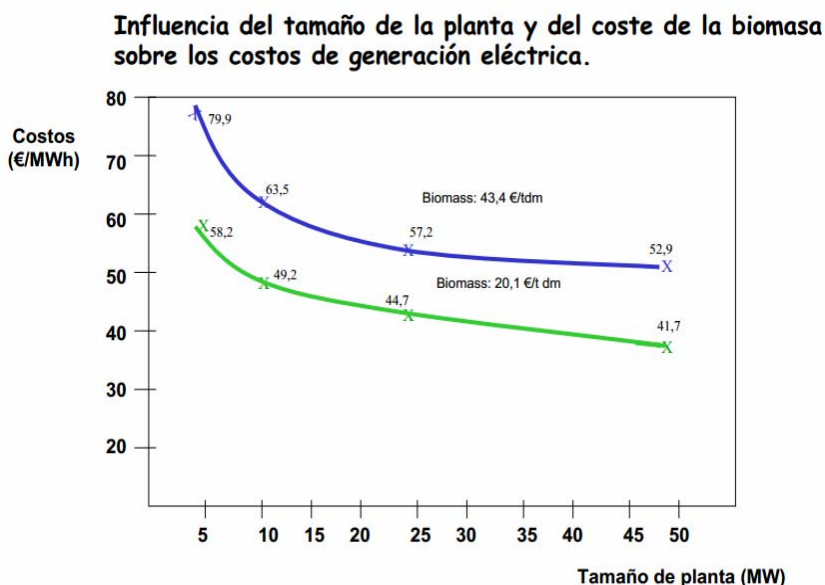


Figura 2. Influencia del tamaño de la planta y del coste de la biomasa sobre los costos de generación eléctrica

En la actualidad, los costes de producción eléctrica con biomasa en la UE se sitúan en 50 – 120 €/MWh, aproximadamente el doble que los de generación convencional, que son de 30 – 60 €/MWh.

Según lo anterior, es de gran interés el desarrollo de tecnologías alternativas para la producción de electricidad con biomasa a fin de hacer más competitiva esta aplicación.

En primer lugar, hay que tener en cuenta que la energía de la biomasa requiere de un continuo y fuerte desarrollo y el uso intensivo de aceros, principalmente por la necesidad de resistencia a la corrosión y a las altas temperaturas de los componentes de las citadas instalaciones. La tecnología de caldera más difundida a escala comercial para llevar a cabo la combustión de la biomasa es la tradicional de parrilla, utilizándose tanto parrillas fijas, horizontales e inclinadas, como móviles y vibratorias, a veces refrigeradas por agua. Las calderas de parrilla de biomasa no son diferentes en esencia a las utilizadas con otros combustibles sólidos, como el carbón, si bien incorporan modificaciones importantes de diseño al objeto de adaptarlas a las características específicas del nuevo combustible:

1. Debido a la muy inferior densidad energética de la biomasa, el tamaño específico de los equipos de combustión (volumen de los equipos/cantidad de combustible quemado por unidad de tiempo) de biomasa es, en general,

mayor que los de carbón, lo que aumenta los costes de inversión de las instalaciones.

2. Las calderas de carbón, cuando poseen alimentación automática, ésta suele realizarse mediante descarga por gravedad del combustible. En cambio, en el caso de la biomasa, debido a su menor densidad y a sus características geológicas, el anterior sistema no es viable y se emplean otros procedimientos, entre los cuales los más generalizados son el de tomillos y, para biomásas de pequeña granulometría, los sistemas neumáticos.

3. La superficie específica de parrilla o de lecho es inferior en el caso de los equipos de biomasa, debido a que la mayor parte de la biomasa la constituyen los compuestos volátiles que se queman en la zona libre del combustor y no sobre la parrilla.

4. Asimismo, el mayor contenido en compuestos volátiles de la biomasa obliga a introducir modificaciones en la geometría de la cámara de combustión de la caldera, en la distribución aire/combustible y en los sistemas de intercambio. Así, la distancia entre el punto de entrada del combustible y la salida de gases es mayor en los equipos de biomasa, a fin de producir una combustión completa de los volátiles, lo que de no producirse, daría lugar a pérdidas de eficiencia y mayores niveles de emisiones. Por este mismo motivo, los equipos de combustión de biomasa, a diferencia de los de carbón (excepto los que queman carbones con alto contenido en volátiles) poseen en la parte superior libre del combustor diferentes puntos de introducción de aire secundario, a fin de quemar en esta zona los volátiles.

5. Debido a la mayor formación de depósitos en la combustión de las biomásas herbáceas, las zonas de intercambio más críticas, como ocurre principalmente con los sobrecalentadores en las plantas de generación eléctrica, suelen disponerse en las calderas de biomasa verticalmente y fuera de la propia cámara de combustión, a fin de aminorar los fenómenos de deposición que se producirían en el caso de estar dispuestos horizontalmente y dentro del propio combustor, como ocurre en las calderas de carbón. Asimismo, muchos equipos de combustión de biomasa poseen una precámara de combustión en la que, a una temperatura inferior a la de combustión, se desgasifica la biomasa y se producen parte de las cenizas del proceso, reduciéndose así, los fenómenos de deposición y aglomeración en la cámara de combustión propiamente dicha.

Las líneas de investigación horizontales de BIOPLAT, consensuadas por el sector español de la bioenergía son:

1. Análisis del marco regulatorio vigente

- Regular todos los combustibles biomásicos incluyendo también los potenciales.
- Incluir todas las tecnologías de valorización existentes, incluyendo escalones de potencia (si se precisan) y todas las hibridaciones posibles que pueden darse entre ellas.
- Eliminar barreras (simplificación de procedimientos burocráticos).

2. Percepción del sector en la sociedad

- Estudiar la opinión de la sociedad sobre la bioenergía.
- Mejorar el conocimiento de la sociedad sobre la bioenergía (beneficios, oportunidades, etc.). En los últimos veinte años está tomando auge en el mercado la tecnología de lecho fluido para grandes plantas termoeléctricas alimentadas con biomasa. Esta tecnología trabaja a temperaturas inferiores, de unos 800 °C frente a los 1.000 °C de los equipos de parrilla, lo que disminuye las emisiones de nitrógenos y la formación de aglomerados y escorias producidos por la combustión de biomasa. Además, es más eficiente en general que la de parrilla frente a los variables contenidos de humedad y la gran heterogeneidad que suele presentar la biomasa en sus características físicas. Utiliza combustibles de pequeña granulometría (entre 3 y 4 cm), que suponen mayores costos del combustible en el caso en que sea necesario un proceso de astillado o molienda del mismo. Así mismo, presenta mayores costes de inversión y de mantenimiento en relación a las instalaciones con parrilla.

Por otro lado, existen otras tecnologías de menor implantación que las anteriores, como las de combustión de biomasa en hornos de combustible pulverizado y los de combustión ciclónica. Los primeros tienen la ventaja de facilitar la utilización conjunta de biomasa de granulometrías diferentes en una única cámara de combustión, si bien tienen el inconveniente de los altos costos de la molienda fina de la biomasa y los segundos son especialmente adecuados para biomasa de pequeña granulometría.

Además del avance tecnológico hacia una mejora de la eficiencia energética de las plantas, resulta necesario el desarrollo a gran escala de nuevas especies en el campo de la bioenergía, que mejoren la competitividad y el acceso del mercado de suministros de biomasa. Así mismo, la biomasa ha mostrado casos de éxito cuando se han alcanzado acuerdos a nivel local y a largo plazo que pueden seguir replicándose garantizando su viabilidad económica.

Cabe mencionar que para los objetivos anteriores, existe un potencial incipiente por parte de los denominados cultivos energéticos, que complementando a los residuos, permiten mejorar sustancialmente la disponibilidad de biomasa y los costes de generación con proyectos de mayor potencia, como sucede con la mayor planta de Biomasa que está siendo construida por OHL Industrial en San Juan del Puerto, en la provincia de Huelva. Se trata de la mayor planta de combustión directa de biomasa para ENCE en España, de 50 MWe, actualmente está en fase de puesta en marcha.

4.4. Proyectos empresariales

1.- Generación eléctrica a gran escala: planta de ENCE en Huelva

La planta de ENCE en Huelva, además de ser la mayor planta, ha sido la primer caso de planta financiada con garantía de proyecto, y OHL Industrial ha sido el constructor "llave en mano". Esta planta, con un coste de 125 MM €, ha requerido de importantes desarrollos en la preparación de la biomasa y futuro mantenimiento de la caldera, y sin duda, supone otra área de especialización tecnológica en el panorama nacional a considerar.

El proyecto está dotado con las mejores técnicas disponibles recomendadas por Europa, que garantizan la óptima sostenibilidad. En primer lugar, la tecnología de caldera de lecho fluidizado permite trabajar a temperaturas inferiores, de unos 800

°C frente a los 1.000 °C de la tecnología tradicional de parrilla, lo que disminuye las emisiones de NO_x, CO y la formación de aglomerados y escorias producidos por la combustión de biomasa. Además, es más eficiente en general que la tecnología de parrilla porque admite una mayor heterogeneidad en la mezcla de combustible utilizado y un mayor rango de humedad, pudiendo hacer uso de cultivos energéticos de eucalipto como combustible principal (en torno al 60 %), y siendo complementado por biomasa residual de todo tipo en cualquier formato, desde tocones enteros hasta biomasa ya triturada, permitiendo obtener un rendimiento total del 32,5 %.

Por otro lado, la planta hace uso de otras mejoras ambientales a destacar, como son:

- ✓ Sistema de reducción de óxidos de nitrógeno (NO_x) denominado "reducción selectiva no catalítica" lo que permite la reducción a la mitad la cantidad de NO_x presente en los gases de combustión de la caldera.
- ✓ Utilización de quemadores en caldera que permitirán usar gas natural como combustible auxiliar a la biomasa, evitando las emisiones de SO₂ asociadas al fuel.
- ✓ Diseño de una chimenea de mayor altura, 70 metros, para facilitar la dispersión de las emisiones atmosférica y la obtención de una calidad apta para las personas del entorno.
- ✓ Control de emisiones de partículas a la atmósfera mediante la colocación de un precipitador electrostático para la depuración de gases de combustión, y el uso de silos cerrados y sistemas cubiertos para el transporte de la biomasa.
- ✓ Instalación de modernas medidas reductoras de ruido.

La planta posee una gran capacidad de procesamiento, en torno a las 600.000 toneladas dependiendo del mix de biomasa considerado, todo un reto al que se ha hecho frente mediante el uso de tecnología avanzada para el pre-tratamiento y logística interna de la biomasa, que permite someter la biomasa recepcionada a procesos de trituración, separación, cribado y procesamiento de sobretamaños según necesidades, y garantizando además la seguridad en su combustión en caldera a través de la eliminación previa de las impurezas incombustibles.

La planta tendrá una producción de 340.000 MWh/año, cantidad equivalente al suministro de 85.000 hogares con un ahorro de emisiones provenientes de centrales de carbón en torno a las 330.000 toneladas de CO₂ al año. Actualmente se encuentra en fase de puesta en marcha, que será definitiva para comienzos de 2013. OHL Industrial será de nuevo la encargada de llevar a cabo la operación y mantenimiento de la planta, momento en el que se contemplan trabajos de I+D+i para buscar una mayor eficiencia energética en su operación, la principal vía de reducción de costes en la tecnología. La I+D+i en esta línea se considera más urgente y necesaria para garantizar la buena marcha de los proyectos en desarrollo y en explotación, especialmente, en un contexto de impuestos adicionales como los actuales.

2.- Cogeneración en RIBPELLET con ORC, Burgos

La nueva fábrica estará a plena producción a principios de 2013 y dará trabajo directo a 15 personas en plena Comarca de Pinares, un área golpeada por el desempleo causado por el cierre de dos empresas del tablero. Gracias a una

unidad de cogeneración con ciclo ORC de 1,3 MW generará además 10.400 MWh/año de energía.

Financiación y comercialización

La inversión del proyecto ha sido de 15,8 millones de euros; los socios han puesto un capital social que cubre el 20 % de la inversión. Han contado con una subvención de 2,5 M€ de la Junta de Castilla y León con fondos FEOGA y el resto se ha financiado con Banco Popular, Banco Sabadell y Banco Europeo de Inversiones (BEI).

El periodo de amortización ha pasado a 15 años, en lugar de los 10 años inicialmente previstos, debido a la bajada de precio del pellet, que ha pasado de 4,5 a 3,5 € por saco. Lo más rentable será comercializar sólo pellet de calidad en Francia e Italia. Van a por el ENplus- A1, que está reconocido en Europa.

Ribpellet sólo venderá a distribuidor a 135-140 €/t a granel y a 145-150 €/t, el saco de 15 kg.

En cuanto a los ingresos por venta de electricidad, se han quedado fuera de la preasignación para poder cobrar la prima por generación renovable, pero siguen adelante.

Aprovisionamiento

Debido a la quiebra de las empresas de tablero Unopan e Interbon, muchos suministradores de materia prima están viendo en Ribpellet una salvación para sus empresas. Mantendrán los precios de la biomasa que ofrecían los tableros

La planta consumirá 80.000 t/año de biomasa para producir 45.000 t/año de pellet. La línea de peletización formada por dos granuladoras Promill Stolz, que pueden producir pellets de diámetro 6 u 8 mm. La planta está preparada para una ampliación futura con la colocación de una tercera granuladora.

Una vez obtenido el producto final, se enfría y es almacenado en unas celdas con capacidad de hasta 1.500 toneladas y dispositivo de descarga a camión.

Desde estas celdas el producto puede enviarse a la línea de ensacado, del fabricante Elocom. Cuenta con una báscula integrada tarada desde 1 kg hasta 25 kg lo que permite dosificar de forma adecuada el llenado de cada saco. La capacidad de la máquina es 30 sacos por minuto.

Generación de energía

Se ha instalado una caldera Polytechnyk de 7,5 MW, sobredimensionada de forma que permite cubrir los posibles picos de demanda térmica del secadero a lo largo del año sin penalizar la inversión del equipo de cogeneración de 1,3 MW de potencia eléctrica. Se espera consumir cerca de 45.000 MWh térmicos al año.

La caldera está preparada para asegurar en todo momento rendimientos de combustión proporción de biomasa empleadas es: 30 % serrín, 60 % astilla (10 % propia de Ribsa) y 10 % afea de 16 cm de diámetro máximo.

La afea puesta en planta tiene un precio de 27-33 €/t, mientras que el serrín y la astilla se compran a 30-34 €/t verde, también puestos en planta, y provenientes de un radio de unos 100 km.

El parque de biomasa puede almacenar 1.000 t de astillas y 500 t de serrín.

Por otra parte, la caldera que suministra energía al ORC y al sistema de secado consumirá 25.000 t/año de corteza (33 %); astilla reciclada (33 %) y biomasa forestal procedente de primeras claras (33 %).

Las distintas biomásas son alimentadas al proceso de peletizado y a la caldera de forma separada mediante suelos móviles. La instalación de la caldera la ha realizado la empresa Cenit Solar.

Pretratamiento de la biomasa

Prodesa Medioambiente suministra toda la línea de pre-tratamiento de la biomasa, el secado térmico y los equipos de producción de pellets hasta el almacenamiento final en silos y el ensacado.

Además de astilla y serrín, la planta admite una tercera entrada de materia prima en forma de apea. Estas apeas son descortezadas, astilladas y microastilladas junto con el resto de astillas que entra a la planta hasta la granulometría requerida en el secado térmico, en torno a 8 mm.

La línea de procesado incluye una descortezadora, una astilladora de cuchillas para la producción de astillas y un molino de martillos para microastillar.

Las astilladoras son del fabricante Brucks y están diseñadas para trabajar con troncos de hasta 2-3 m de longitud y 50-250 mm de diámetro. La capacidad de la línea es de 12 t/h de producto húmedo.

Los silos de astilla y serrín cuentan con suelo móvil, lo que permite gran flexibilidad en la alimentación de diferentes productos.

Tanto el sistema de astillado como el de microastillado disponen de equipos de limpieza y cribado que evitan la entrada de elementos extraños al proceso.

Secado de banda

El secadero de banda, de tecnología Swisscombi, permite un secado indirecto aprovechando el agua caliente procedente del ORC a 80 °C.

Este sistema proporciona un secado uniforme de la materia prima con una producción entre 6 y 12 t/h de producto seco, en función de las condiciones ambientales.

El producto seco se almacena en 3 silos cilíndricos de fondo plano, con extractor de fondo barredor y capacidad para 2.250 m³.

Obtención del pellet

La línea de molienda de producto seco incluye un molino de martillos. Esta línea se ha diseñado para una producción de 7 a 8 t/h y su función es minimizar el tamaño de la microastilla.

El producto molido entra en la línea de peletización formada por dos granuladoras Pro-mill Stolz, que pueden producir pellets de diámetro 6 u 8 mm. La planta está preparada para una ampliación futura con la colocación de una tercera granuladora.

Una vez obtenido el producto final, se enfría y es almacenado en unas celdas con capacidad de hasta 1.500 toneladas y dispositivo de descarga a camión

Desde estas celdas el producto puede enviarse a la línea de ensacado, del fabricante Elocom. Cuenta con una báscula integrada tarada desde 1 kg hasta 25 kg lo que permite dosificar de forma adecuada el llenado de cada saco. La capacidad de la máquina es 30 sacos por minuto.

Transformación en electricidad

Asociado a la caldera se ha instalado un equipo de cogeneración mediante ciclo ORC del fabricante Turboden, que se espera genere en torno a 10.400 MWh/año de energía eléctrica.

La evacuación de esta energía se ha realizado en 20 kW hasta el punto de enganche en la red.

Por otra parte, el sistema de cogeneración proporciona una potencia térmica de 5.320 kW que se emplea en el abastecimiento térmico del secadero de banda, con un salto térmico 80/60 °C.

Cuadros de potencia y control

Prodesa suministra también los cuadros de potencia y control, y un sistema de gestión de planta con control automatizado comunicado con la instrumentación y elementos de planta.

3.- *Cogeneración a pequeña escala. Gasificación de biomasa para secar semillas y cogenerar*

Entra en operación una planta de gasificación de biomasa para cogeneración en una empresa de secado de semillas de la localidad vallisoletana de Nava del Rey.

El proyecto ha sido promovido por la Fundación Cidaut y ha empezado a funcionar en septiembre de 2012. Cidaut ha alcanzado un acuerdo con CECOSA para la venta del calor generado y su empleo en los secaderos de semillas de la empresa.

La planta de cogeneración instalada genera 100kW eléctricos que son volcados a la red y 200 kW térmicos que son empleados para la generación de aire caliente empleado en las instalaciones de secado.

La planta se integra como una parte más de las instalaciones térmicas de la industria sustituyendo un porcentaje relevante de combustible fósil por biomasa, que principalmente será sarmiento procedente de la poda de viñedos de la zona y astilla de pino en función de la estacionalidad del sarmiento.

Sistema modular

Esta pequeña planta de cogeneración de biomasa ha sido el fruto de más de 8 años de desarrollo de la Fundación Cidaut y está basada en la tecnología de gasificación. Su singularidad radica en la presentación modular de un producto en el que se integran todos los subsistemas necesarios: reactor de gasificación, sistema de adecuación de fases, sistema de motogeneración y equipos eléctricos de control y seguridad.

Motor convencional adaptado al gas de síntesis La planta posee un módulo empleado integra un gasificador de lecho fijo en equicorriente. Mediante este proceso termoquímico a alta temperatura, la biomasa es transformada en un gas de síntesis compuesto fundamentalmente por hidrógeno y CO como especies combustibles.

Descripción de la planta

- Tecnología: gasificación de biomasa, *downdraft* y lecho fijo
- Potencia eléctrica generada: 100 kWe
- Potencia térmica generada: 200 kWt
- Consumo de biomasa: 100-125 kg/h

- Dimensiones de planta: 12x2,5 m.
- Peso total: 10 Tn.

Tras este proceso el gas es limpiado y dirigido a cuatro motores de combustión asociados a cuatro alternadores que vuelcan la energía eléctrica generada a la red.

Otra singularidad incorporada en este módulo es el empleo de cuatro motores convencionales convenientemente adaptados al uso de gas de síntesis, en lugar de un único motor de fabricación específica para este combustible.

Este aspecto confiere a la planta altas posibilidades de modulación de la potencia generada, especialmente indicada en aplicaciones de generación en isla. Por otra parte, este aspecto también permite que las operaciones de mantenimiento y los repuestos sean mucho más accesibles al usuario.

Ubicación cerca del consumo térmico

El módulo de cogeneración es construido y montado casi en su totalidad en las instalaciones de Cidaut, siendo posteriormente transportado a su ubicación final para proceder a la puesta en marcha.

El emplazamiento idóneo para ubicar la planta de cogeneración dentro de las instalaciones de CECOSA fue cuidadosamente estudiado, ya que debían observarse dos objetivos fundamentales.

Por un lado era importante ubicar la planta lo más cerca posible a los centros consumidores de energía térmica (secaderos). Por otra parte era fundamental no interferir en la actividad habitual de la empresa. Las reducidas dimensiones de la planta permitieron cumplir con estos objetivos, ubicándose ésta finalmente adosada a la nave de secado.

Una vez seleccionada la ubicación óptima se procedió a construir los sistemas auxiliares que fundamentalmente son una nave o semicubierta, el sistema de alimentación de biomasa y la conexión eléctrica.

El objetivo fundamental de la semicubierta es proteger a la planta de las inclemencias del tiempo. Dado que en condiciones normales la planta funciona en modo automático y está dotada de sistemas de vigilancia y gestión remota, no está previsto que se necesite ningún puesto de operario.

Conexión a la red

La conexión eléctrica a la red constituyó una de las incidencias más importantes en la ejecución del proyecto, dado que a las dificultades administrativas habituales en este tipo de proyectos, se añadió la singularidad consistente en la necesidad de hacer pasar la línea por debajo de las vías del tren.

El módulo genera en baja tensión, por lo que en otros proyectos de generación aislada o proyectados para el autoconsumo, se puede contemplar la posibilidad de volcado en la línea interna de la propia fábrica, siempre que la demanda en cada momento lo permita.

Alimentación de biomasa

El sistema de alimentación de biomasa consiste en una tolva accionada en su parte inferior por un sistema de sinfines. El sistema de alimentación está conectado con el sistema de control del gasificador, el cual envía las órdenes de arranque y parada.

4.- Micro-cogeneración con biomasa

La micro-cogeneración de calor y electricidad a partir de biomasa puede ser una de las soluciones tecnológicas más interesantes para lograr el objetivo de reducir el 20 % de emisiones que se ha marcado la Unión Europea (UE) para 2020. Dos empresas trabajan en un proyecto llamado “Woodtricity”, electricidad de la madera.

La micro-cogeneración es una tecnología basada en motores de combustión externa. Hasta ahora, el 65 % de la material prima necesaria para la generación eléctrica se perdía en forma de calor.

La tecnología de micro-cogeneración puede contribuir de manera importante a incrementar la eficiencia en la generación de energía convirtiendo este calor, hasta ahora residual, en electricidad.

Además de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, su impacto en la creación de empleo también será positivo.

Haciendo uso de este abundante recurso natural, Europa aumentaría su capacidad de producción de energía.

Woodtricity

La empresa francesa Exoès acaba de presentar, en marzo de 2012, un proyecto europeo con el nombre de “Woodtricity Project” (algo así como “Madertricidad” o “cómo obtener electricidad de la madera”), junto al fabricante austriaco de calderas ÖkoFEN.

El proyecto contempla el desarrollo de un micro-cogenerador que trabajará

acoplado a una caldera automática de pellets y a un motor Rankine, y que se destinará a uso en bloques de viviendas.

El prototipo será capaz de calefactar una superficie de entre 500 y 1500 m², y dotar de agua caliente sanitaria a 10.000 m².

El sistema, que se desarrollará dentro del proyecto Woodtricity, permitirá a los usuarios reducir su factura energética entre un 30 y un 50 %, gracias a la

electricidad producida por micro-cogeneración.

Gracias al sistema SHAPETM, patentado por Exoès, el motor Rankine permitirá convertir las calorías obtenidas de una fuente de energía en electricidad y calor. La caldera automática de pellets que funcionará como fuente de energía será provista por Ökofen. Se espera lograr una eficiencia energética global superior al 90 % y los siguientes resultados:

- 3 kW eléctricos obtenidos del motor Rankine
- 20 kW térmicos obtenidos del sistema SHAPETM, y 31 kW térmicos obtenidos de la caldera destinada a proveer de calor al edificio

Gracias a un trabajo previo realizado por Exoès y Ökofen es posible acoplar el prototipo SHAPETM a una caldera modelo PE56.

Además, se ha desarrollado un intercambiador de calor primario en colaboración con la Comisión de Energía Atómica de Francia (CEA). Por lo tanto, se puede decir que ya se ha realizado una prueba de viabilidad que se mejorará en los próximos 2 meses.

Comercialización

Exoès espera lograr una cuota de penetración en el mercado de las calderas automáticas de pellets del 1,5% en el plazo de un año, con la venta de 4000 unidades. Lo que espera conseguir vendiendo su producto a los 10 mayores fabricantes europeos de calderas de pellets.

La ingeniería francesa asesora a los fabricantes de calderas sobre las soluciones y su mejor aplicación para convertir calor en electricidad (ORC, motor de vapor, motor Stirling, etc), costes, etc. Ha recibido 5 reconocimientos por sus trabajos de innovación en eficiencia energética y producción "verde" de electricidad a pequeña

escala a través de micro-cogeneración, energía solar concentrada, recuperación de

calor industrial o recuperación de gases de escape, entre otras.

5.- Cogeneración en una planta de biogás

Una nueva planta de biogás de 500 kW opera en La Vall d'Uxó, Valencia. Se trata de una instalación industrial para la gestión y valorización energética de residuos y subproductos agroalimentarios, lodos de depuradora, así como estiércoles y purines.

Balance energético

La planta de biogás tiene una capacidad de 500 kW, y genera diariamente unos 4.400 m³ de biogás, con una composición aproximada del 60 % de CH₄. (Tabla 13).

Está constituida por una única unidad de cogeneración de potencia mecánica 499 kW.

Consumo de gas en instalación	Potencia mecánica	Potencia eléctrica	Potencia térmica de salida	Empleo de biogás (60% CH ₄)	
				Nm ³ /h	Nm ³ /a
Unidad de cogen.	517	499	524	202	1.616.000

Tabla 13. La planta de biogás tiene una capacidad de 500 kW, y genera diariamente unos 4.400 m³ de biogás, con una composición aproximada del 60 % de CH₄

El consumo de energía media de la planta de biogás es de 60 kWh. La planta está diseñada para trabajar más de 8.000 h/ año (92 % tiempo). (Tabla 14)

Energía	Producida kWh/año	Consumida kWh/año
Electricidad	3.984.871	483.153
Calor	4.402.992	3.361.217

Tabla 14. Consumo de energía media de la planta de biogás en La Vall d'Uxó, Valencia

Funcionamiento de la instalación

El proceso llevado a cabo en la planta de biogás es continuo. Cada día se alimenta el primer tanque anaerobio circular (digestor primario) con los sustratos disponibles. Simultánea y automáticamente una cantidad equivalente de sustrato fermentado abandona el segundo tanque (digestor secundario) a través de la tubería de aspiración, cuando alcanza el nivel superior del tanque, y es bombeado al depósito de almacenamiento de digestato de hormigón armado.

La primera etapa es la recepción de las materias primas, que se realiza mediante cubas en caso de líquidos, que son descargados en un tanque de recepción enterrado.

Si se trata de material sólido, como los estiércoles y restos vegetales, se almacena en el búnquer de recepción, desde donde es inmediatamente cargado en el dosificador de sólidos. Estos sólidos son descargados en una pretolva conectada a una bomba mezcladora que bombea los sólidos mezclados con el material líquido al digestor.

La cubierta de la zona previa, que está cerrada durante la actividad, se abre lo suficiente por parte del operario de la planta para la descarga de camiones.

De esta manera, junto con la cubierta de los camiones, se evita en todo momento la dispersión de polvo, quedando la biomasa totalmente confinada.

Posteriormente, se carga con pala cargadora al cargador de sólidos. Éste dispone también de lona impermeable para evitar la dispersión de polvo y se abre sólo para este proceso. La planta destaca por su gran flexibilidad. La bomba del depósito de recepción de líquidos, el cargador de sólidos y el sistema de bombeo centralizado de la instalación están interconectados lo que permite regular la dosificación de las biomásas y sus trasiegos a cualquiera de los digestores o al tanque de digestatos.

De esta forma, la planta podría continuar funcionando sin problemas en caso de mantenimiento del digestor primario o secundario.

Los residuos orgánicos permanecen entre 60 y 80 días en los digestores para que el proceso de fermentación anaerobia produzca todo el potencial de biogás.

El biogás se almacena en los techos de los digestores y se envía al motor de cogeneración, que transforma la energía del metano en electricidad con gran eficiencia. También se han instalado los equipos de extracción, depuración, enfriamiento y compresión del biogás, así como todos los mecanismos de seguridad necesarios.

Báscula de pesaje

La báscula con la que se registra la materia de entrada es de hormigón prefabricado y soporta camiones de hasta 30 t.

Mezclador de sólidos

El mezclador estacionario, modelo Peecon, tiene una capacidad de 40 m³. Dispone de un dispositivo analógico para el controlador lógico programable (PLC) de la planta que está conectado en serie con una balanza. Además, de su capacidad de almacenamiento actúa como mezclador mediante unos tornillos verticales equipados con cuchillos traccionados mediante dos motores.

En este depósito se almacenan y son mezclados los sustratos sólidos, estiércoles y restos vegetales.

Sistema de dosificación del mezclador de sólidos

Para la posterior dosificación de la mezcla de sustratos sólidos en el digestor se dispone de un sistema de alimentación compuesto por una bomba de trituración, que permite recircular biomasa en digestión y homogeneizar y licuar la biomasa sólida previo a su entrada en el digestor.

Tanque de recepción de líquidos

Se ha construido un tanque enterrado con un volumen de 190 m³ donde se almacenan los purines y otros sustratos líquidos. Sus medidas interiores son 9 m de diámetro y 3 m de altura. El tanque consta de un agitador sumergido, una bomba vertical y de las conexiones hidráulicas para alimentación de líquido.

Digestores

La digestión anaerobia se lleva a cabo en 2 tanques circulares, digestor primario y digestor secundario, de volumen bruto 3.200 m³ cada uno (26 m de diámetro y 6 m

de altura), contruidos de hormigón armado (Hormigón C35/ 45 (HA-35)), y

cubiertos por una membrana de gas para prevenir la entrada de oxígeno en el sistema. Tanto la solera como los muros de los digestores están aislados térmicamente.

La temperatura operacional para el digestor anaerobio se encuentra dentro del

intervalo óptimo 38-40 °C (mesófilo).

Los circuitos del sistema de calefacción están embebidos en el hormigón de los muros.

Cada digestor está equipado por 3 agitadores horizontales de motor sumergible y por un agitador con motor externo de eje inclinado, que asegura la homogenización de todos los sustratos y evita la sedimentación de la materia orgánica en el fondo.

Alrededor de los digestores se ha construido un anillo de drenaje con sistema de inspección de fugas como medida de seguridad.

Almacén de biogás

El biogás es almacenado en los respectivos gasómetros de los digestores primario y secundario.

Cada almacenamiento de gas está constituido por dos membranas (externa de PVC e interna de PE baja densidad), de capacidad 1.200 m³.

Ambos almacenamientos están interconectados, de modo que el biogás generado en uno de los digestores pueda circular al gasómetro del otro digestor. Es una medida de seguridad pues, en caso de fallo en uno de los digestores, es posible trasladar el biogás al gasómetro interconectado.

La membrana externa está capacitada para soportar tormentas y nieve y es

resistente a los rayos UV y a temperaturas mínimas y máximas de -30 °C y 70 °C.

Almacenamiento del digestato

El digestato se almacena en un tanque circular de hormigón armado de las mismas dimensiones que los digestores.

A este digestor se bombea el producto digerido procedente del digestor secundario mediante la bomba central.

En el interior del tanque dos agitadores horizontales evitan que las partículas sólidas contenidas en el digestato se asienten en el fondo.

El tanque dispone de calefacción instalada, pues se prevé en el futuro colocar un gasómetro y convertirlo en un tercer digestor.

Unidad de cogeneración

El biogás generado se emplea en la unidad de cogeneración CHP, modelo MWM tipo TGC 2016 12C. La energía eléctrica es vendida a la compañía eléctrica y parte de la energía térmica es empleada en los intercambiadores de calor de los digestores de la propia planta.

La unidad de cogeneración consta de un motor de gas con una potencia mecánica en plena carga de 517 kW y una potencia eléctrica de 499 kW. La potencia térmica total aprovechable es la disipada por los gases de escape, el agua de camisas y el intercooler, consiguiéndose un total de 524 kW.

La unidad de cogeneración se coloca en el interior de un contenedor insonorizado. Dentro del contenedor, una habitación se destina a almacén de los aceites usado y nuevo en dos tanques de doble pared con equipamiento para detección de fugas.

Se ha instalado una antorcha como medida de seguridad en caso de avería del CHP, que puede quemar un máximo de 200 m³/h de gas.

Conexión hidráulica

Las tuberías de aspiración e impulsión del sustrato de los digestores conectan con el sistema de bombeo. Son de PEHD y presión DN 150 y permiten que exista un flujo interno de los sustratos entre ambos digestores.

El sistema de bombeo está compuesto por una doble bomba excéntrica Wangen Bomba KL50S 114.0. Su caudal de impulsión es de 22 m³/h y la presión máxima, de 8 bares.

Todo el sistema de bombeo se encuentra en el interior de un contenedor.

Control y mando de la planta

Dispone de un controlador lógico programable (PLC) con conexión para PC y sistema para llamadas al exterior de alarma/aviso, que controla los siguientes equipos:

- Bomba de agua del pozo de condensados.
- Mando automático de la bomba de sustratos y de las válvulas neumáticas.
- Protección de sobrecorriente y control de temperatura y presión de los digestores y de los circuitos de calefacción.
- Sensores de almacenamiento de llenado de gas.
- Sensor del nivel del sustrato continuo.
- Sensor de derrame de los digestores.
- Analizador de los principales gases CH_4 , H_2S , O_2 que constituyen el biogás.

Mediante un monitor es posible visualizar todos los puntos de funcionamiento de la planta de biogás.

Uso del digestato y nuevos proyectos

En el municipio se están desarrollando iniciativas de agricultura local y cultivos energéticos no alimentarios, con vistas a dar alternativas a los agricultores y un uso a los digestatos ricos en nitrógeno que genera la planta de biogás.

Estos desarrollos se pretenden implementar a escala industrial en otros emplazamientos de Extremadura y Castilla la Mancha, aunque están actualmente paralizados por el reciente RDL 1/2012.

Promoción y ejecución

La empresa Aplitec Energía y Medioambiente es la promotora de la planta. Ludan Renewable Energy España S.L., filial nacional de la multinacional israelí Ludan, se ha encargado de la construcción.

El proyecto se ha ejecutado en estrecha colaboración con la empresa N-dos, que

ha dirigido la ejecución de las obras civiles, y con Aplitec, empresa especialista en instalaciones eléctricas y experiencia en ejecución de instalaciones de diferentes energías renovables.

4.5. Matriz DAFO

Fortalezas	Oportunidades
<i>Gran potencial de sol y terreno</i> <i>Generadora de empleo</i> <i>y riqueza en el medio rural</i> <i>Cadena de valor por desarrollar en España</i>	Contracción económica: paro y recesión Dependencia energética y electrificación: desarrollo del vehículo eléctrico Países emergentes: Brasil, Rumanía
Debilidades	Amenazas
Alto coste actual de la biomasa Escasez de agua en las zonas de mayor radiación solar Necesidad de primas	Lobbies de las empresas eléctricas Buena cobertura de demanda actual Estrangulamiento del crédito

4.6. Conclusiones

En el periodo en vigor del anterior Plan de Energías renovables España experimentó un desarrollo de la biomasa mucho más bajo de lo previsto. La utilización de biomasa sólida destinada a producción eléctrica se estimaba para 2010 en un total de 2.039 MW, en sus tres modalidades, generación pura, cogeneración y co-combustión, y obtuvo un escaso desarrollo desde 2004 un total de 201 MW instalados hasta el 26,7 % de dicho objetivo. Su escaso desarrollo ha sido derivado de la menor prima por kWh con respecto a otras fuentes y al riesgo asociado a la garantía de suministro de combustible. Además, el objetivo incumplido se trasladó al nuevo PER 2011–2020 con una reducción de los

objetivos, a diferencia de otras tecnologías como se puede observar en la siguiente gráfica:

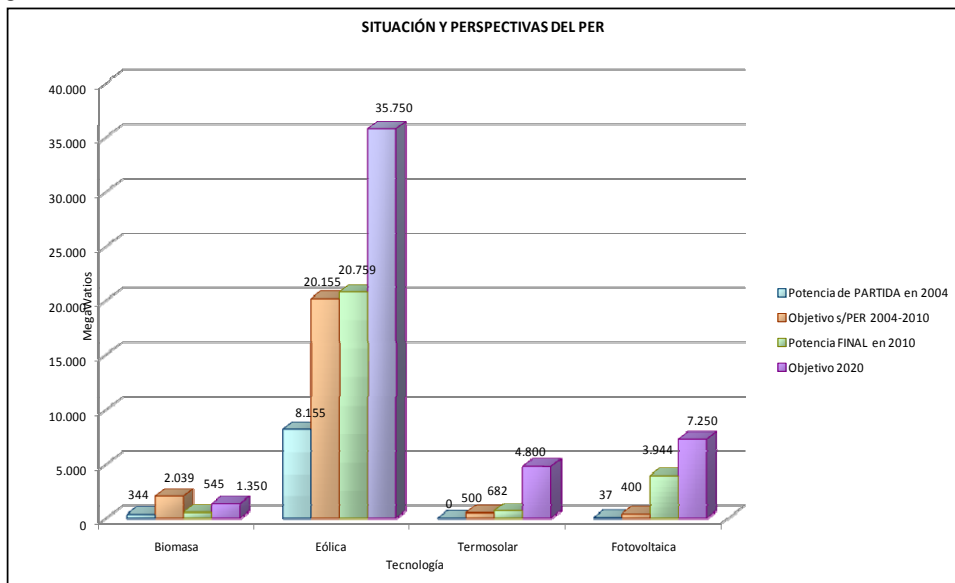


Figura 3. Situación y perspectivas del PER. Fuente: IDAE

El nuevo de PER de 2011–2020 contempla para generación con biomasa un crecimiento en potencia para 2020 de 817 MW frente a la potencia alcanzada en 2010. Sin embargo, para la Energía Solar Termoelectrica se contempla un incremento de potencia de unos 4.400 MW, y es la última que ha comenzado su andadura dentro del PER alcanzando los 682 MW de potencia en 2010. En su relativo corto recorrido ha mostrado su capacidad de desarrollo tecnológico que debería ser aprovechado para mantener y consolidar el liderazgo a nivel internacional. La Energía Eólica en tierra ha continuado siendo la protagonista del mix de potencia renovable con más de 14.000 MW de potencia adicional para 2020 con respecto a 2010. Una vez consolidada la tecnología, y con un gran reconocimiento de la industria eólica española a nivel internacional, el fomento de las energías renovables debería favorecer el desarrollo de otras tecnologías facilitando la diversificación del mix energético y la seguridad de suministro.

Actualmente la economía española se encuentra inmersa en una fase de contracción económica y encabezando la mayor tasa de paro de los países de la OCDE. La creciente oleada de recortes que está llevando a cabo el gobierno para cumplir con los objetivos de déficit público exigidos por la Comisión Europea, explican en buena forma las perspectivas de paro para final de 2012, estableciendo un tope del 25 % según las últimas estimaciones del gobierno.

El 27 de enero de 2012 el gobierno aprobó un nuevo Real Decreto Ley 1/2012 por el cual se suspende temporalmente las primas a las renovables, persiguiendo contener el coste de la energía en nuestro país, combatir el déficit de tarifa que experimenta el sistema eléctrico y justificando la medida adoptada por la buena cobertura de demanda existente, que pasó del 1,3 en 2010 al 1,6 en 2011 según datos de REE. Esto supone que solamente finalizarán con derecho a primas aquellos proyectos de generación con biomasa en proyecto, que estén en condiciones de cumplir en plazo con todos los requisitos exigidos y mantengan la

viabilidad económica de los proyectos ante las nuevas medidas anunciadas para la financiación del déficit tarifario, entre ellas, la nueva tasa del 6 % a los ingresos obtenidos por la venta de energía, que entrará en vigor el próximo año.

Por otro lado, España, derivado del elevado consumo de fuentes de energía fósil y la carencia de recursos propios de esta naturaleza lo sitúan como uno de los países más dependientes energéticamente de la Unión Europea, teniendo que importar en torno al 75% de la energía primaria (55 % media de la UE) y penalizando de forma muy notable la balanza comercial. En este sentido, al igual que el resto de países desarrollados de la Unión Europea han venido experimentando una mayor electrificación con efectos positivos en la reducción de dependencia energética y aumento de la eficiencia energética, España también contempla el aprovechamiento de estas oportunidades con la ley de Economía Sostenible 2/2011 del 4 de marzo. A su vez, el nuevo PER 2011–2020 plantea pasar del 11,4 % de participación renovable en 2010 al 20,8 % en 2020, mejorando el grado de autoabastecimiento del 25,9 % en 2010 hasta el 31,5 %.

La difícil crisis económica en la que España se encuentra en la actualidad, no sólo debe de abordarse con contundencia a través de una política de austeridad exclusivamente, sino que debe de servir para superar los obstáculos de tipo estructural y político que de otra forma no se realizarían, encajando en este escenario nuevas sendas de crecimiento que permitan crear empleo como primera premisa, por el gran impacto positivo que tendría sobre las arcas del estado en forma de ahorros en subsidios. La segunda medida urgente es el cambio de tendencia en el déficit comercial, que se encuentra fuertemente penalizado por la importación de hidrocarburos. Así mismo, fomentar desde el Gobierno las políticas de Eficiencia Energética y el consumo interno en general, esta última, formando ya parte de la propia cultura en otros países.

Según los expertos, el crecimiento inteligente se basaría en limitar la volatilidad del mix renovable, al menos, hasta que no exista un aumento de las interconexiones con Francia y Marruecos. Actualmente sólo se alcanza una capacidad de importación - exportación del 3 % de la demanda máxima en España. Según diversos estudios, para mejorar el aprovechamiento de las fuentes volátiles, debería alcanzarse niveles de interconexión de energía del 15 al 20 % de dicha demanda máxima. Mientras tanto, cada megavatio de renovable volátil para el sistema requerirá otro más de energía de reserva para dar suficiente flexibilidad al sistema y más déficit.

Según todo lo anterior, la generación con Biomasa, ya sea en forma de cogeneración, co-combustión o generación eléctrica pura, contribuye perfectamente en la línea de las necesidades mencionadas. En primer lugar, es la renovable que más contribuye a la generación de empleo tal y cómo se observa en la siguiente tabla:

Unidades en MW	Potencia en 2010	Nº de empleos creados (directos e indirectos)	Ratio Empleos/Potencia instalada
<i>Biomasa</i>	545	13.961	25,6
<i>Eólica</i>	20.759	55.172	2,65
<i>Termosolar</i>	682	14.954	21,9

Fotovoltaica	3.944	28.350	7,1
--------------	-------	--------	-----

Tabla 15. Energías renovables-generación de empleo. Fuente: IDAE

Como ya se ha comentado, esto es fundamental de cara a la reducción del déficit, ya que sería un ahorro con grandes aportaciones al crecimiento económico, a diferencia de las medidas fiscales que penalizan el consumo. En segundo lugar, debido a su carácter estable para el sistema no requiere de capacidad disponible de reserva, con generación térmica e hidráulica regulable, necesaria para compensar la volatilidad como sucede con el resto de fuentes renovables. En tercer lugar, los anteriores beneficios con la generación con biomasa se pueden conseguir con unas necesidades de financiación inferiores moderadas, tanto para el coste de capital como en forma de primas, alcanzándose a su vez los mayores factores de capacidad de todas las renovables.

Finalmente, España posee un gran recurso solar y superficie para el desarrollo del de biomasa y la creación de sumideros de carbono. Se considera que con sólo un 4 % de los 3 MHa que se han dejado de cultivar en los últimos 25 años, hasta un total de 15,6 MHa, España podría cumplir con los objetivos de la UE para 2020 en materia reducción de emisiones. Así mismo, el desarrollo e implantación de cultivos energéticos y la optimización de los sistemas de aprovechamiento de los residuos, tanto agrícolas como forestales, permitirían aumentar el potencial de producción de biomasa necesaria para hacer frente a los objetivos propuestos.

5. BIOMASA CON FINES PARA BIOETANOL Y BIODIESEL DE PRIMERA Y SEGUNDA GENERACIÓN

5.1. Introducción

La Unión Europea (y por extensión, España y Andalucía) depende enormemente de recursos de energía importados, especialmente del petróleo, que es uno de los combustibles fósiles que más contribuyen al incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

El transporte es uno de los principales sectores consumidores de energía, en España su dependencia de los productos petrolíferos es del 95 % y es responsable de aproximadamente el 67 % de la demanda final de petróleo de la Unión Europea.

Si no se toman medidas, la dependencia de la UE del petróleo importado podría aumentar hasta el 90 % en 2020 y Europa será incapaz de lograr el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 20 % para 2020. En este contexto, encontrar fuentes de energía alternativas para el transporte se antoja fundamental para desviar la demanda del petróleo hacia otras fuentes endógenas menos contaminantes.

Los biocarburantes líquidos se consideran una alternativa prometedora a corto y medio plazo a los combustibles fósiles de automoción convencionales, porque requieren poca o ninguna modificación de las tecnologías actuales de motores y combustibles. Por tanto, fomentar la utilización de los biocarburantes en el transporte por carretera se ha convertido en una prioridad de las políticas energéticas de la UE para el transporte.

La Unión Europea lleva a cabo una política de fomento de los biocarburantes que se ve reflejada principalmente en los diferentes objetivos indicativos de su consumo, que comienzan con el 2 % en 2005 y alcanzan el 5,75 % en 2010, para terminar en 2020 con el 10 % de cuota renovable en el transporte mediante la directiva 28/2009 del Consejo de la Unión Europea para el fomento de las energías renovables.

5.2. Biocarburantes: Estado y tendencias

Partiendo de la definición de combustible como cualquier sustancia que reacciona con el oxígeno del aire desprendiendo gran cantidad de calor (energía térmica), pueden definirse los biocombustibles como aquellas sustancias procedentes de materias orgánicas renovables (generalmente vegetales) que pueden ser empleadas como combustibles.

Existen biocombustibles sólidos, como la biomasa; gaseosos, como el biogás o el gas de gasificación; y líquidos, como los biocarburantes. En sentido estricto, por definición el petróleo también es un biocombustible, aunque se reserva este término para los combustibles obtenidos a partir de fuentes renovables de energía.

Se entiende por biocarburantes al conjunto de combustibles líquidos provenientes de distintas transformaciones de la biomasa y que, al presentar determinadas características físico-químicas similares a los carburantes convencionales derivados del petróleo, puede ser utilizados en motores de vehículos en sustitución de éstos (IDAE, 2005).

Los principales biocarburantes son el bioetanol y sus derivados, que puede sustituir parcial o totalmente a las gasolinas o a los aditivos que se utilizan en los motores de explosión para aumentar el índice de octano; y el biodiésel, como sucedáneo del gasóleo de automoción (también denominado biogasóleo o diéster), producido por transesterificación (reacción entre un éster y un alcohol) de aceites vegetales, naturales o usados. Otros productos líquidos tales como el metanol obtenido a partir de la biomasa tratada por procesos termoquímicos, los ésteres producidos con grasas animales o los aceites vegetales sin transesterificar, pueden ser considerados también como biocarburantes, pero en su uso actual como tales tienen poca importancia relativa (Fernández *et al.*, 2003).

En 2003, la Comisión Europea aprobó una Directiva (2003/30/CE), para fomentar el uso de biocarburantes en el sector del transporte (principalmente biodiésel y bioetanol), que es el sector responsable de la mayor parte de las emisiones de CO₂ con una tendencia continuamente creciente. Esta Directiva insta a los Estados miembros para que tomen las medidas necesarias para asegurar que en el año 2010 un porcentaje mínimo del 5,75 % del combustible para el transporte vendido en su territorio sean biocarburantes.

Según la Ley 34/1998 del sector de hidrocarburos, se consideran biocombustibles los productos que a continuación se relacionan y que se destinen a su uso como carburante, directamente o mezclados con carburantes convencionales:

- a) El alcohol etílico producido a partir de productos agrícolas o de origen vegetal (bioetanol) ya se utilice como tal o previa modificación química.
- b) El alcohol metílico (metanol), obtenido a partir de productos de origen agrícola o vegetal, ya se utilice como tal o previa modificación química.
- c) Los aceites vegetales.
- d) El aceite vegetal, modificado químicamente.

Desde el punto de vista técnico, respecto a su uso en automoción, los biocarburantes empleados en las condiciones que determina la legislación vigente (RD 61/2006) tienen prestaciones similares a los combustibles fósiles que sustituyen. El biodiesel puede ser mezclado con diesel tradicional o incluso sustituirlo totalmente en los motores diesel y el bioetanol puede ser mezclado en diferentes proporciones con la gasolina, si bien a partir de porcentajes de entre el 15 y el 20 % pueden requerirse pequeñas modificaciones en el motor. La normativa europea establece una máxima cantidad de bioetanol en gasolina del 5 %. Además de su uso directo como combustible, el bioetanol se puede utilizar para fabricar ETBE, un aditivo oxigenado que se añade a la gasolina para aumentar el índice de octano de la mezcla, reduciendo la necesidad de añadir otros aditivos tóxicos con la misma finalidad.

Actualmente a nivel mundial la producción de bioetanol está basada en la utilización de materias primas azucaradas (caña de azúcar) o cereales (maíz, trigo y cebada). Estados Unidos es el principal productor mundial de bioetanol abarcando el 50 % de la producción siendo el maíz la principal materia prima, mientras que Brasil, segundo productor mundial, con un 39 % de la producción, la materia prima principal es la caña de azúcar (Gnansounou, 2010). En España la mayor parte de las plantas productoras utilizan cereales como materia prima, principalmente trigo y cebada.

Cuando la materia prima que se emplea es el cereal existen dos vías principales de obtención de bioetanol, las cuales se diferencian básicamente en el proceso inicial de molienda, ya sea por vía húmeda o por vía seca (Elander y Putsche, 1996). El aumento a nivel mundial de la demanda de bioetanol ha hecho que la producción industrial se decante por la molienda seca, debido a que la alternativa seca está mucho más orientada a la obtención de bioetanol con un menor coste de inversión y operación asociado (Ballesteros, 2006). De hecho en España la totalidad de las plantas de producción que utilizan cereal emplean el proceso de molienda seca.

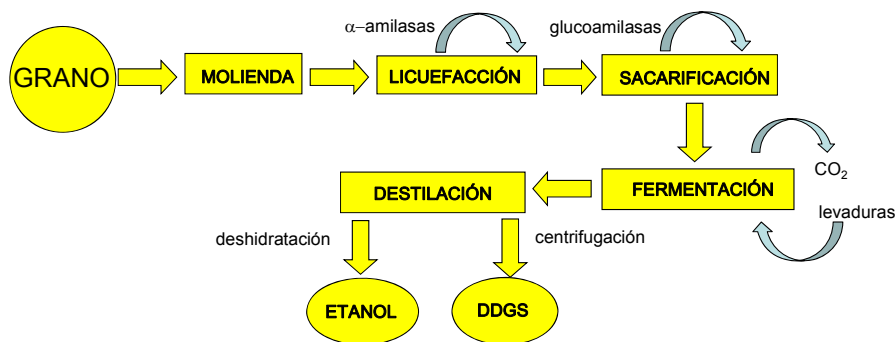


Figura 4. Esquema general del proceso de obtención de etanol por vía seca (García-Aparicio, 2008)

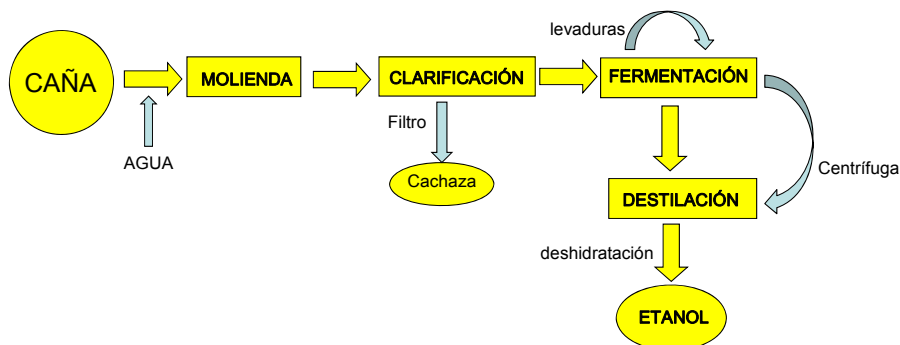


Figura 5. Esquema general del proceso de obtención de etanol a partir de caña de azúcar (García-Aparicio, 2008)

La posibilidad de utilizar aceites vegetales como combustibles es conocida desde la aparición de los motores diésel, si bien el uso directo de aceites vegetales o grasas de origen animal puede suponer diferentes problemas para los motores, como reducción de potencia o de la eficiencia energética del motor, depósitos de carbón o problemas derivados de una alta viscosidad y menor volatilidad que el diésel de origen fósil. El proceso de transesterificación reduce estos inconvenientes. La preparación del biodiésel se realiza por transesterificación de los glicéridos con alcoholes de cadena corta en presencia de un catalizador. Esta reacción puede ser catalizada por ácidos o bases. Industrialmente se emplean hidróxido de sodio o de potasio, debido a su bajo coste y efectividad. El proceso se muestra esquemáticamente en la Figura siguiente.

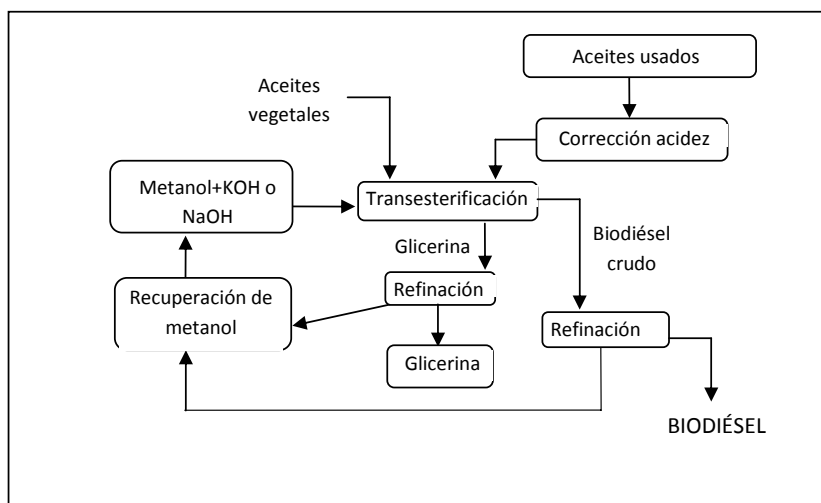


Figura 6. Proceso de producción de biodiésel (Cara, 2007)

5.2.1. Biocombustibles

Desde un punto de vista químico, la biomasa está constituida por carbohidratos (azúcar, almidones, celulosa), aceites y grasas, lignina y proteínas. Los almidones y la celulosa son polisacáridos que tienen que ser hidrolizados para poder obtener los azúcares.

Estos materiales pueden ser transformados en combustibles líquidos (biocombustibles) o gaseosos (biogás), o en productos químicos sustitutos de otros productos derivados del petróleo. La biomasa no transformada (biomasa sólida) puede utilizarse como fuente de energía térmica a través de la combustión. Entre los principales recursos de la biomasa encontramos los residuos agrícolas (paja, matorrales, residuos de la poda, etcétera), los residuos forestales y madereros (restos de madera, ramas, etcétera.), residuos agroindustriales y de la industria de la alimentación (alpechín, orujillo, productos oleosos, etcétera), residuos orgánicos, residuos zootécnicos y cultivos energéticos herbáceos o lignocelulósicos.

5.2.2. Biocarburantes y biolíquidos

Cuando se habla de **biocombustibles líquidos**, se hace referencia a todos los combustibles líquidos o gaseosos que se obtienen a partir de la biomasa y que pueden ser utilizados para cualquier aplicación energética, ya sea térmica, eléctrica o mecánica, para alimentar calderas y motores de combustión interna (Otto y diesel). No obstante los términos comúnmente empleados para su definición son:

- **Biocarburantes:** biocombustible líquido o gaseoso empleado para el transporte
- **Biolíquidos:** biocombustibles líquidos o gaseosos destinados a usos energéticos distintos del transporte, incluidas la electricidad y la producción de calor y frío.

A continuación se describen los distintos tipos de biocarburantes:

- Bioetanol.- etanol producido a partir de biomasa o de la fracción biodegradable de los residuos, para su uso como biocarburante;
- Biodiésel.- éster metílico producido a partir de aceite vegetal o animal de calidad similar al gasóleo, para su uso como biocarburante;
- Biogás.- combustible gaseoso producido a partir de biomasa y/o a partir de la fracción biodegradable de los residuos y que puede ser purificado hasta alcanzar una calidad similar a la del gas natural, para su uso como biocarburante, o gas de madera;
- Biometanol.- metanol producido a partir de la biomasa, para uso como biocarburante;
- Biodimetiléter.- dimetiléter producido a partir de la biomasa, para su uso como biocarburante;
- Bio-ETBE (etil ter-butil éter).- ETBE producido a partir del bioetanol. La fracción volumétrica de bio-ETBE que se computa como biocarburante es del 47 %;
- Bio-MTBE (metil ter-butil éter).- combustible producido a partir del biometanol. La fracción volumétrica de bio-MTBE que se computa como biocarburante es del 36 %;
- Biocarburantes sintéticos.- hidrocarburos sintéticos o sus mezclas, producidos a partir de la biomasa;
- Hidrobiodiesel: combustible producido por hidrogenación/isomerización de aceite vegetal o animal.
- Bioqueroseno.- Fracción ligera procedente de la destilación de biodiesel obtenido por transesterificación. Uso en mezclas con queroseno hasta el 20% para uso en motores aviación;
- Bio-hidrógeno.- hidrógeno producido a partir de la biomasa y/o a partir de la fracción biodegradable de los residuos para su uso como biocarburante;
- Aceites vegetales puros.- aceites obtenidos a partir de plantas oleaginosas mediante presión, extracción o procedimientos comparables, en crudo o refinado, pero sin modificación química, cuando su uso sea compatible con el tipo de motor y las exigencias correspondientes en materia de emisiones.

5.3. Cadena de producción

La cadena de los biocarburantes tiene muchos componentes. Diferentes materiales orgánicos pueden ser transformados en carburantes utilizando tecnologías consolidadas u otras en desarrollo.

Teniendo en cuenta el estado de madurez de las tecnologías de producción y utilización, se ha establecido una categorización entre biocarburantes de de primera y segunda generación:

- **Biocarburantes de primera generación.** El biodiésel, los aceites vegetales, el bioetanol obtenido a partir de los cereales y los azúcares que se encuentran en otros productos vegetales, el bio-etil-tercbutil éter (ETBE)

y el biogás, pertenecen a esta categoría. La producción y el uso de estos biocarburantes están ya en **fase de aplicación avanzada**. Los principales márgenes de mejora se deben buscar en la reducción de los costes de producción, la optimización del balance energético, la mejora de los rendimientos energéticos de los motores de combustión y el incremento de los porcentajes de mezcla con los combustibles fósiles.

- Biocarburantes **de segunda generación**. El bioetanol producido a partir de materias primas celulósicas, el bio-hidrógeno, el syngás, los bio-aceites, el biometanol, el biobutanol o el diésel sintético obtenido a través de la reacción de Fischer-Tropsch pertenecen a esta categoría. Su producción **no tiene escala industrial** y se limita a plantas experimentales.

Todos los biocarburantes de segunda generación tienen en común el hecho de estar producidos a partir de materias primas con bajo coste: biomasa lignocelulósicas. A pesar de estar aún en fase de mejora, las tecnologías de producción de biocarburantes de segunda generación se consideran muy prometedoras por su potencial para reducir los costes de producción. Estos costes representan en la actualidad una penalización respecto a las fuentes fósiles corrientes y no permiten desvincular la producción de los biocarburantes de las políticas de ayudas económicas y fiscales actualmente existentes. Además, los biocarburantes de segunda generación permiten incrementar el rango de materias primas ya que el uso de material lignocelulósico y residual no compete de manera directa con el mercado alimentario.

- Biocombustibles de **tercera generación**: Los biocombustibles de tercera generación utilizan métodos de producción similares a los de segunda generación, pero empleando como materia prima cultivos bioenergéticos específicamente diseñados o adaptados (a menudo por medio de técnicas de biología molecular) para mejorar la conversión de biomasa a biocombustible. Un ejemplo es el desarrollo de los árboles “bajos en lignina”, que reducen los costes de pretratamiento y mejoran la producción de etanol, o el maíz con células integradas.
- Biocombustibles de **cuarta generación**: Los biocombustibles de cuarta generación llevan la tercera generación un paso más allá. La clave es la captación y almacenamiento de carbono (CAC), tanto a nivel de la materia prima como de la tecnología de proceso. La materia prima no sólo se adapta para mejorar la eficiencia de proceso, sino que se diseña para captar más dióxido de carbono, a medida que el cultivo crece. Los métodos de proceso (principalmente termoquímicos) también se combinan con tecnologías de captación y almacenamiento de carbono que encauzan el dióxido de carbono generado a las formaciones geológicas (almacenamiento geológico, por ejemplo, en yacimientos petrolíferos agotados) o a través del almacenamiento en minerales (en forma de carbonatos). De esta manera, se cree que los biocombustibles de cuarta generación contribuyen más a reducir las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero), porque son más neutros o incluso negativos en carbono si se comparan con los biocombustibles de las otras generaciones. Los biocombustibles de cuarta generación encarnan el concepto de «bioenergía con almacenamiento de carbono».

5.4. Biocarburantes líquidos

Los biocarburantes reconocidos como tales por la legislación española actual (ORDEN ITC/2877/2008, de 9 de octubre, por la que se establece un mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte) son los siguientes: bioetanol; biodiésel; biogás; biometanol; biodimetiléter; bioETBE; bioMTBE; biocarburantes sintéticos; biohidrógeno; aceite vegetal puro; hidrobiodiésel y otros biocarburantes, incluidos otros combustibles para transporte producidos a partir de biomasa, productos producidos por tratamiento en refinería de biomasa y carburantes de biorrefinería.

En los siguientes apartados se tratan los biocarburantes más relevantes en España: bioetanol, biodiésel y ETBE. En una sección aparte se introducirán los biocombustibles de segunda generación, su estado de desarrollo y sus perspectivas futuras.

5.4.1. Bioetanol

El bioetanol es el alcohol etílico (o etanol) producido por la fermentación de los azúcares presentes en la biomasa. Se caracteriza por su elevado contenido energético (27 MJ/Kg). Tiene un comportamiento muy similar al de la gasolina, lo que unido a su poder antidetonante hace posible su uso en la alimentación de motores de ciclo Otto. Su utilización en motores Diésel en sustitución del gasoil se encuentra en desarrollo a medio plazo.

El bioetanol puede producirse a partir de diferentes materias primas o biomasa vegetales, residuales y/o de cultivos energéticos. Según el tipo de carbohidrato que contengan, las materias primas se dividen en sacaríferas (azúcares simples), amiláceas y celulósicas (celulosa y hemicelulosa). Los cultivos sacaríferos más utilizados son la remolacha (Europa) y la caña de azúcar (Brasil). Entre los cultivos amiláceos, el más común es el maíz (sobre todo en los EEUU).

Se estima que el uso de biomasa lignocelulósica podrá concretarse en 7-10 años, por lo que el bioetanol proveniente de esta fuente se considera un biocarburante de segunda generación.

El proceso productivo del bioetanol depende de la materia prima utilizada. Cuando se recurra a las biomasa sacaríferas, se procederá a la extracción de los azúcares de los tejidos vegetales, la fermentación del extracto zucario, la destilación y la deshidratación del bioetanol. Si se emplean materias primas amiláceas, la fase de fermentación será sustituida por la molienda de los granos y por la hidrólisis del almidón.

5.4.1.1. Tecnologías y procesos de producción

Teniendo en cuenta las materias primas que se pueden utilizar en el proceso de fabricación, el proceso productivo del bioetanol se puede dividir en tres secciones: sacarífera, amilácea y lignocelulósica. Las secciones se diferencian en la primera fase del proceso, pero coinciden en las últimas: fermentación, destilación y deshidratación.

1.- Primera fase

Sección sacarífera

La sección sacarífera para la producción de bioetanol tiene unos procesos de planta más sencillos que los de otras secciones de la cadena de producción, debido a que

las materias primas contienen los carbohidratos en forma fermentable (glucosa, fructosa, sacarosa).

En la fase de extracción de los azúcares, es necesario utilizar los cultivos energéticos sacaríferos. Sin embargo, no resulta necesario hacerlo en el caso de la valorización de las biomásas residuales. La extracción se hace de diferentes formas, según el cultivo empleado. Una vez terminada la extracción, el zumo zucarino se envía a la fermentación.

En el caso concreto de la remolacha azucarera, los azúcares se acumulan en la raíz en un porcentaje promedio del 18 % en peso como sustancia seca y se extraen a una temperatura de 70-80 °C por difusión en soluciones acuosas o en el zumo zucarino diluido, previo corte en láminas de las raíces. El subproducto de la extracción es la pulpa. Una vez secada, puede utilizarse en la alimentación zootécnica.

La extracción se puede realizar con diferentes técnicas, que tienen en común su elevado consumo hídrico (indicativamente, 0,4 kg. de agua por Kilogramo de sorgo):

- Extracción **mecánica con molinos**.- emplea una serie de 5-7 molinos consecutivos equipados con cilindros provistos de ranuras que incrementan la superficie de extracción.
- Extracción **mecánica con prensa**.- emplea un tornillo sin fin.
- Extracción **hidráulica por difusión**.- la biomasa es sometida a trituración y a un lavado en agua a una temperatura de 50 °C. Posteriormente, se procede a la inmersión del zumo zucarino en agua o en una disolución menos concentrada. El azúcar contenido en las cañas se disuelve en el agua o en la disolución por osmosis.
- Extracción **por centrifugación**.- la biomasa cortada es empapada con agua a una temperatura de 80 °C y homogeneizada con un tornillo. La difusión del azúcar se verifica por acción del agua. Luego, el zumo se separa por centrifugación.

El subproducto del sorgo es el bagazo, que puede ser valorizado como fertilizante o recuperado para la producción de energía térmica previo secado.

Sección amilácea

Esta sección de la cadena se caracteriza por la exigencia de transformar el almidón contenido en la granilla, en azúcares fermentables mediante la reacción de hidrólisis. La molienda de la granilla está destinada a reducir la granulometría de la misma para lograr un rendimiento máximo de las sucesivas fases de la hidrólisis. La molienda se puede efectuar de dos formas

- Molienda **por vía seca**.- la granilla se tritura mecánicamente y sólo sucesivamente se mezcla con el agua.
- Molienda **por vía húmeda**.- la granilla se trata previamente con una disolución de anhídrido sulfuroso al 0,1-0,2 % en peso durante 24-48 horas y a una temperatura de 50 °C.

Terminado el tratamiento previo, el almidón es separado de los otros componentes mediante molienda. Esta opción requiere más energía y es más costosa que la anterior, pero es preferible porque permite obtener un almidón más puro. El residuo

de la molienda está generalmente unido al residuo de la destilación, que contiene levaduras y azúcares. Forma un subproducto homogéneo denominado DDGS (*Distillers Dried Grains with soluble* o Granos Secos de Destilería), que tiene un elevado poder nutricional y un alto contenido de proteínas, fibras y grasas. Se destina a la alimentación de animales. El tratamiento exclusivamente mecánico de la molienda por vía seca garantiza un subproducto cualitativamente mejor.

La ruptura de las cadenas de almidones en azúcares fermentables se obtiene mediante el uso de enzimas. Son necesarias dos fases: licuefacción y sacarificación. La primera reduce la longitud de las cadenas del almidón usando la enzima α -amilasa. La segunda fase busca la liberación de los azúcares fermentables (principalmente glucosa). Terminada la hidrólisis, se procede con la fermentación alcohólica.

Sección lignocelulósica

La sección lignocelulósica es más compleja que las dos anteriores, lo que explica la inmadurez de esta tecnología. En la pared celular, tanto la hemicelulosa como la celulosa, ambas convertibles en bioetanol, están atadas estructuralmente con la lignina que no es transformable en bioetanol. Además, algunos azúcares simples, liberados en la degradación de la hemicelulosa (xilosa, arabinosa, manosa) presentan una fermentación muy difícil. En este contexto, el tratamiento previo de la biomasa trata de desestructurar las paredes celulares y separar la celulosa y la hemicelulosa de la lignina.

El tratamiento previo puede tener diversas modalidades:

- Tratamiento previo **con sodio hidróxido**.- la sosa se emplea en disolución acuosa del 8-12 % en peso; el tratamiento previo se lleva a cabo a una temperatura de 80-120 °C durante 30-60 minutos. Esta solución técnica tiene un coste elevado, relacionado con el uso de reactivos químicos y con las medidas de seguridad necesarias en las fases de almacenamiento y manipulación.
- Tratamiento previo de '**steam explosion**'.- la biomasa se satura con agua por acción del vapor a una presión (1,5-4,0 Mpa), temperaturas elevadas (180-230 °C) y un tiempo de 1-10 minutos; la biomasa viene sucesivamente a un reactor a presión atmosférica, donde sufre una rápida expansión. Las condiciones del proceso desencadenan una hidrólisis parcial de las cadenas de celulosa y hemicelulosa. Este tratamiento previo requiere alta intensidad de energía.
- Tratamiento previo de '**steam explosion**' con **anhídrido sulfuroso**.- utilizado en forma gaseosa, el anhídrido sulfuroso tiene el efecto de acidificar la biomasa antes del tratamiento previo de 'steam explosion'. De este modo, favorece el desenlace de la hidrólisis de la celulosa y de la hemicelulosa; la utilización de reactivos y el gasto energético necesario para el proceso encarecen mucho los costes de este tratamiento previo.
- Tratamiento previo de '**Ammonia Fiber Explosion**' (AFEX).- la biomasa se somete a la acción del amoníaco a una temperatura de 27 °C y a una presión de 1,24 MPa; la sucesiva reducción de presión hace que la biomasa tratada se expanda rápidamente; los costes son elevados, pero se pueden reducir sustituyendo el amoníaco con anhídrido carbónico y operando con rangos de presión de 7,6-20,7 MPa.

- Tratamiento previo **biológico**.- usa microorganismos que desagregan la parte celular, degradando la lignina. En particular, se está estudiando el uso de algunos hongos basidiomicetos (p.e.: *Phanerochaete chrysosporium*). Los resultados alcanzados en los tratamientos previos ponen en evidencia que los de naturaleza química y físico-química son más prometedores, sobre todo por el rendimiento de la sucesiva hidrólisis enzimática.
- Los tratamientos previos se pueden mejorar aumentando la eficiencia de los procesos y reduciendo los costes de producción. Un efecto no deseado del tratamiento previo es la formación de subproductos (compuestos obtenidos por la degradación del furano, ácidos orgánicos de bajo peso molecular, compuestos fenólicos) que inhiben la actividad de los microorganismos. Los inhibidores pueden eliminarse mediante un proceso de dos fases de detoxificación con leche de cal: la primera con valores de pH de 9-11 y a una temperatura de 50-60 °C por 30 minutos y la segunda a pH 6 y con temperatura de 30 °C. Los inhibidores se separan mediante precipitación y filtraciones sucesivas a 0,2 mm. La biomasa tratada y detoxificada se lleva a la hidrólisis enzimática.

Aunque la hidrólisis se puede llevar a cabo con reactivos químicos (ácido sulfúrico), esta opción no resulta ventajosa a causa de los elevados costes de adquisición y gestión de los reactivos. Esto hace que sea preferible la hidrólisis enzimática.

Para romper las cadenas de celulosa y hemicelulosa se emplean tres tipos de enzimas:

- Las **endocelulasas** (1,4-b-D-4- glucanohidrolasa) rompen interiormente las cadenas en fragmentos más pequeños.
- Las **exocelulasas** (1,4-b-D-glucan glucanohidrolasa) atacan las extremidades de las cadenas, liberando azúcares simples (monómeros y dímeros).
- La **β-glucosidasa glucosidasa** se divide en dímeros y monómeros.

Las actividades de investigación en este segmento productivo están buscando simplificar el proceso, integrando la hidrólisis enzimática con las fases sucesivas de la transformación. Una vez hidrolizada la biomasa, se envía a la fermentación alcohólica.

Fermentación

La fermentación es la fase en la cual los azúcares simples son transformados en bioetanol por acción de algunos microorganismos. El microorganismo más comúnmente usado es la levadura natural (*Saccharomyces cerevisiae*), cuya actividad óptima se desarrolla a una temperatura de 33-35 °C y pH de 3-5. Esta levadura acumula el bioetanol en su crecimiento, hasta una concentración máxima del 11 %. Para superar este límite fisiológico, se ha desarrollado una forma de fermentación en continuo que usa diferentes soluciones técnicas dirigidas a mantener la concentración del bioetanol en los microorganismos en un rango de valores cercanos a los tolerados.

Existen diferentes técnicas de fermentación. A continuación se detallan algunas:

- **Fermentación por diálisis.**- el reactor está dividido en dos cámaras por medio de una membrana impenetrable para las levaduras, pero permeable al sustrato y al bioetanol. El alto coste de la membrana hace que sea poco rentable.
- **Fermentación extractiva.**- se lleva a cabo una extracción en continuo del bioetanol, que puede ser conseguida mediante soluciones técnicas alternativas:
 - Extracción **líquido-líquido.**- el medio fermentado es recogido en la cabecera del fermentador y centrifugado; la levadura se recicla y el medio clarificado se mezcla con un solvente de extracción (polipropileno-glicol); siguen las fases de decantación y la recuperación del bioetanol por destilación, mientras que el sustrato se lleva al fermentador.
 - Extracción con **membrana:** el medio fermentado, prelavado en la cabecera del fermentador, pasa con un flujo con dirección tangente a lo largo de la membrana permeable al bioetanol y al solvente. Los límites de su utilización se relacionan con los elevados costes de las membranas utilizadas. En la actualidad, están disponibles tres tipos de membranas: de ultrafiltración o microfiltración (permeabilidad en función de las dimensiones de la partículas), de destilación (permeabilidad en función del vapor de los compuestos) y de pervaporación (en silicón o polidimetilsiloxano) permeables solamente al bioetanol.
 - Extracción mediante **adsorción sobre silicio o carbón activo;**
 - Extracción mediante **evaporación en continuo** (proceso Vacuferm): la fermentación se efectúa a presiones reducidas (30-50 mmHg) y continúa con la evaporación en continuo del etanol a la temperatura de fermentación. Este método tiene una productividad muy alta, pero nunca se ha aplicado a nivel industrial debido al alto coste energético relacionado con el bombeo de anhídrido carbónico y con la creación del vacío.
- Fermentación *fed-batch* y fermentación semi-discontinua.- se trata de soluciones técnicas intermedias entre la fermentación en discontinuo (*in batch*) y en continuo, que permiten mantener los valores de concentración del bioetanol por debajo del límite de inhibición de las levaduras y hace posible trabajar en condiciones de volumen variable. En la fermentación *fed-batch* se realiza la alimentación intermitente con un sustrato nutritivo, que contiene los microorganismos. En la fermentación semi-discontinua se añaden periódicamente los microorganismos. La aplicación de estas técnicas es aún escasa a nivel industrial
- **Fermentación alcohólica.**- se desarrolla de forma análoga para todas las producciones de la cadena del bioetanol, según la materia prima; sólo la sección lignocelulósica es una excepción por lo que se refiere al microorganismo usado, dado que la levadura natural no resulta eficiente en presencia de azúcares simples de difícil fermentación.

Destilación

La destilación química tradicional ha sido sustituida por soluciones técnicas caracterizadas por un menor consumo energético. Se pueden resumir principalmente en dos:

- **Destilación a efecto múltiple.**- se utilizan más columnas en serie que operan a presiones progresivamente menores, de modo que los vapores de cabecera de la columna se condensan y proporcionan la energía necesaria para hacer hervir el líquido en la columna sucesiva.
- **Compresión mecánica del vapor.**- la compresión de los vapores de la columna de cabecera genera calor que es empleado para generar hervor en la misma.

El subproducto de la destilación está formado por el fluido residual de la fermentación y por las vinazas y heces. La destilación química tradicional permite obtener el bioetanol con una concentración del 95% en volumen (bioetanol azeotropeo). El 5 % sobrante está formado por agua y sustancias volátiles con una temperatura de ebullición muy cercana a la del bioetanol.

Deshidratación

El bioetanol azeotropeo se puede deshidratar mediante diversas técnicas, que se utilizarán en función de su uso en mezcla con los combustibles fósiles:

- **Destilación azeotrópica.**- consta de dos operaciones: la destilación química propiamente dicha, que permite extraer el bioetanol de otras sustancias volátiles y de una cantidad dada de agua; y la rectificación, que permite la eliminación de las sustancias volátiles y del agua. En esta fase se usan solventes, en general benceno, que separan las diferentes fases líquidas en el interior de un sedimentador.
- **Deshidratación por pervaporación.**- emplea membranas selectivas (la silicona o polidimetilsiloxano) que permiten sustraer del bioetanol, el agua y las sustancias volátiles presentes en forma de vapor.
- **Deshidratación por osmosis inversa.**- el agua pasa desde una disolución más concentrada de bioetanol a una menos concentrada, por medio de una presión igual o superior a la osmótica.

5.5. Tecnologías de producción comercializadas

5.5.1. Biodiésel

El biodiésel es producido a partir de las grasas vegetales de aceites y grasas animales, principalmente, siendo la colza, el girasol y la soja las materias primas más utilizadas para este fin. El término biodiésel se refiere de forma exclusiva al éster metílico producido a partir de un aceite vegetal o animal, que cumple la norma UNE-EN-14214. El aceite vegetal, a pesar de sus similitudes con el gasóleo de origen fósil, no es considerado como biocarburante.

Procedencias de aceites útiles para la producción de biodiésel:

- Plantas oleaginosas: colza, soja, girasol, palma, ricino, semilla de cardo.
- Aceites vegetales usados: procedentes de la industria alimenticia (fritos)
- Grasas animales: procedentes de la industria cárnica.

El método utilizado comercialmente para la obtención de biodiésel es la transesterificación (también llamada alcoholólisis), aunque la esterificación también es un proceso posible. La transesterificación es el proceso de intercambiar el grupo alcoxi de un éster por otro alcohol. Estas reacciones son frecuentemente catalizadas mediante la adición de un ácido o una base.

Aunque el proceso de transesterificación, con catalizadores alcalinos, para transformar los triglicéridos en sus correspondientes esteres metílicos tiene una conversión muy alta en un periodo más corto de tiempo, tiene algunos inconvenientes: el catalizador debe ser separado del producto final, la recuperación de la glicerina puede resultar difícil, el agua alcalina resultante del proceso debe ser tratada y los ácidos grasos y el agua afectan a la reacción.

Los catalizadores enzimáticos pueden obtener resultados relevantes en sistemas tanto acuosos como no acuosos, lo que resuelve alguno de los problemas anteriores (Fuduka, 2001). En particular la glicerina se puede separar fácilmente y, también, los ácidos grasos contenidos en el aceite reutilizado se pueden convertir completamente en esteres alquílicos. En cambio el uso de estos catalizadores enzimáticos tiene un coste superior que el de los alcalinos.

5.5.1.1. Procesos industriales para la obtención de biodiésel

Existen múltiples opciones para la producción de biodiésel a partir del proceso general de transesterificación. Muchas de estas tecnologías pueden ser combinadas de diferentes maneras variando las condiciones del proceso y la alimentación del mismo. La elección de la tecnología será función de la capacidad deseada de producción, alimentación, calidad y recuperación del alcohol y del catalizador. En general, plantas de menor capacidad y diferente calidad en la alimentación suelen utilizar procesos Batch o discontinuos. Los procesos continuos, sin embargo, son más idóneos para plantas de mayor capacidad que justifique el mayor número de personal y requieren una alimentación más uniforme.

Proceso discontinuo

Se trata del método más sencillo para la producción de biodiésel. Se han reportado ratios 4:1 (alcohol: triglicérido). Se trata de reactores con agitación, donde el reactor puede estar sellado o equipado con un condensador de reflujo. Las condiciones de operación más habituales son a temperaturas de 65 °C, aunque rangos de temperaturas desde 25 °C a 85 °C también han sido publicadas. El catalizador más común es el NaOH, aunque también se utiliza el KOH, en rangos del 0,3 % al 1,5 % respectivamente. Es necesaria una agitación rápida para una correcta mezcla en el reactor del aceite, el catalizador y el alcohol. Hacia el fin de la reacción, la agitación debe ser menor para permitir a la glicerina separarse de la fase éster.

Algunas plantas en operación utilizan reacciones en dos etapas, con la eliminación del glicerol entre ellas, para aumentar el rendimiento final hasta porcentajes superiores al 95 %.

Temperaturas mayores y ratios superiores de alcohol: aceite pueden asimismo aumentar el rendimiento de la reacción. El tiempo de reacción suele ser entre 20 minutos y una hora.

Proceso continuo

Una variación del proceso discontinuo es la utilización de reactores continuos del tipo tanque agitado, los llamados CSTR del inglés, *Continuous Stirred Tank Reactor*. Este tipo de reactores puede ser variado en volumen para permitir

mayores tiempos de residencia y lograr aumentar los resultados de la reacción. Así, tras la decantación de la glicerina en el decantador la reacción en un segundo CSTR es mucho más rápida, con un porcentaje del 98 % de producto de reacción.

Un elemento esencial para el diseño de los reactores es que la mezcla se realice adecuadamente para que la composición en el reactor sea prácticamente constante.

Esto tiene el efecto de aumentar la dispersión de la glicerina en la fase éster, de forma que el tiempo requerido para la separación de fases es superior.

El reactor que se utiliza en este tipo de mezclas es de tipo tubular. La mezcla de reacción se mueve longitudinalmente por este tipo de reactores, con poca mezcla en la dirección axial. Este tipo de reactor de flujo pistón, *Plug Flow Reactor* (PFR), se comporta como si fueran pequeños reactores CSTR en serie.

El resultado es un sistema en continuo que requiere tiempos de residencia menores, del orden de 6 a 10 minutos, para la realización de la reacción. Este tipo de reactor puede operar a elevada temperatura y presión para aumentar el porcentaje de conversión.

En este proceso, se introducen los triglicéridos con el alcohol y el catalizador y se somete a diferentes operaciones (se utilizan dos reactores) para dar lugar al éster y la glicerina.

Proceso de esterificación

Este proceso consiste en el calentamiento de una mezcla de alcohol y del ácido correspondiente, ya que en la esterificación se suelen utilizar catalizadores ácidos, siendo el más común el ácido sulfúrico. El reactivo más económico se utiliza en exceso para aumentar el rendimiento de la reacción y desplazar el equilibrio hacia la derecha (esterificación de Fischer).

El ácido sulfúrico, además de cómo catalizador, actúa como sustancia higroscópica absorbiendo el agua formada durante la reacción y evitando así la formación de jabones. En ocasiones, este ácido puede ser sustituido por ácido fosfórico concentrado.

Este proceso presenta ciertos inconvenientes, por un lado el alcohol puede sufrir reacciones de eliminación formando olefinas, esterificación con el propio ácido sulfúrico o de formación del éter, y por otro lado el ácido puede sufrir decarboxilación.

Proceso combinado esterificación – transesterificación

La combinación de ambos procesos, esterificación y transesterificación, se realiza para obtener un proceso mejorado. El objetivo es neutralizar los ácidos grasos libres procedentes de los triglicéridos, materia prima para la obtención de biodiésel, evitando así la formación de jabones y aumentando la producción de biodiésel.

Proceso esterificación – transesterificación

En esta combinación la primera actuación es el refinamiento de los ácidos grasos mediante un tratamiento diferenciado anterior al sistema de alimentación. Se utilizan catalizadores cáusticos y el producto de la reacción se separa mediante centrifugación (proceso llamado *Caustic Stripping*).

Por un lado tendremos ácidos grasos que serán transformados por esterificación ácida en ésteres metílicos. Por otro lado los aceites refinados serán

convenientemente separados y acondicionados para alimentar la unidad de transesterificación.

Proceso transesterificación – esterificación

En este caso no se realiza el refinamiento de aceites con anterioridad al proceso de transesterificación. Por el contrario, se realiza la transesterificación en primer lugar y los ácidos grasos obtenidos como subproductos de dicha reacción son reutilizados para alimentar un proceso de esterificación.

Proceso en condiciones supercríticas

Cuando un fluido o gas es sometido a temperaturas y presiones que exceden su punto crítico, aparecen una serie de propiedades inusuales. Desaparece la diferencia entre la fase líquida y vapor, existiendo sólo una fase de fluido presente. Además, los disolventes que contienen grupos OH, como el agua o alcoholes primarios, toman las propiedades de superácidos.

Un ejemplo de sistema sin catalizadores es el que utiliza un elevado ratio de alcohol (42:1). Bajo condiciones supercríticas (350 a 400 °C y P>80 atm) la reacción se completa en 4 minutos.

Los costes de instalación y los de operación son más altos y la energía consumida mayor, por lo que aunque los resultados mediante este proceso son muy interesantes, el escalado de estas instalaciones a nivel industrial puede ser difícil.

5.5.1.2. Tecnologías comercializadas para biodiesel

El biodiésel ha alcanzado un considerable nivel de éxito en Europa, mientras que los mayores productores de bioetanol se encuentran en el continente americano (Estados Unidos y Brasil). por ese motivo vamos a centrarnos en las tecnologías del biodiésel a nivel europeo y nos centraremos en el ámbito internacional para las tecnologías de producción de bioetanol.

El biodiésel es producido, en Europa, principalmente a partir del aceite de la semilla de colza y el metanol, denominado comercialmente como RME (*Rapeseed Methyl Ester*), el cual es utilizado en las máquinas diésel puro o mezclado con aceite diésel, en proporciones que van desde un 5 % hasta un 20 %, generalmente. En Alemania y Austria se usa puro para máximo beneficio ambiental.

Además de la colza, en los últimos años se ha producido biodiésel a partir de soja, girasol y palma, siendo esta última la principal fuente vegetal utilizada en Malasia para la producción de biodiésel PME y PEE (*Palm Methyl Ester* y *Palm Ethyl Ester*).

A continuación se describen las tecnologías existentes a nivel industrial para la obtención de biodiésel a partir de aceites vegetales. Estas consideran aspectos técnicos para la selección de una tecnología que se acondicione a las características de la materia prima a emplear.

Tecnología Henkel para transesterificación

Este proceso fue diseñado de forma general para diferentes cantidades de aceite y emplea un único paso de destilación. El proceso contiene dos reactores tubulares seguidos de tanques de sedimentación; la presión de operación se encuentra entre 400.000–500.000 Pa y la temperatura 343-353 °C. El nivel de la tecnología y la estandarización del proceso permiten trabajar de forma continua.

La glicerina se retiene en los separadores y el éster se purifica por destilación. La calidad del éster resultante es buena, buen color, alta pureza, bajo porcentaje de glicéridos, así como la calidad de la glicerina cerca del 92 %.

Actualmente están operando dos plantas de 170 mil toneladas anuales en Europa.

El contenido de glicerina libre en el biodiésel es muy alto (>0.02 %) para su uso como combustible, por tal razón, se pierde un residuo entre el 4 % y 5 % del biodiésel obtenido.

Proceso de deglicerolización continua (CD) para transesterificación

En 1991 se presentó el proceso de transesterificación continua a baja presión, que utiliza columnas de reacción y separadores centrífugos. Consta de un ciclo cerrado para la reacción con el alcohol, y un segundo ciclo de agua para la extracción de glicerina y lavado del éster. La primera planta producía 1 tonelada / día; luego se construyó una planta piloto para 20 toneladas/día produciendo 8 mil toneladas/año, con la cual se lograron los últimos detalles para la construcción de una planta grande en Europa.

Esta planta para la producción de 80 mil toneladas por año trabaja a máxima capacidad. Lo nuevo en este proceso es el manejo eficiente del flujo a contracorriente en los reactores de transesterificación, que normalmente se lleva a condiciones anhidras.

El biodiésel procedente de la reacción de transesterificación entre el metanol, la oleaginosa (aceite vegetal) y el catalizador (KOH), se lleva a una etapa de separación y lavado en la cual se retiran las trazas de catalizador que no alcanzan a reaccionar, así como el metanol que tampoco reaccionó.

En la fase siguiente se continúa separando el biodiésel que se lleva a almacenamiento y la glicerina se lleva a un proceso de purificación. El biodiésel así obtenido es sometido a pruebas de control de calidad. Este proceso alcanzó un mayor grado de transesterificación.

Actualmente con esta tecnología está operando una planta de 100 mil toneladas/día en Hamburgo. Las ventajas de esta tecnología son:

- Planta compacta
- Menor inversión
- Opera a presión ambiente y temperatura entre 338 K y 343 K
- Capacidades de 8.000 a 150.000 toneladas/ año
- Bajo consumo de energía
- Excelente calidad del producto
- Alta consistencia y estándares de calidad.
- No conveniente para materias primas ácidas (> 2 % ácidos grasos) aunque se encuentra en estudio.

Proceso continuo para la producción de metil éster – Estereco

Estereco es una compañía italiana dedicada a la investigación de combustibles biológicos o renovables. La compañía ha sido productora y comercializadora del biodiésel desde 1992.

El aceite vegetal obtenido de las oleaginosas se somete a una esterificación multifase junto con el catalizador y alcohol metílico o etílico. De este primer reactor se producen dos fases: un diésel sin refinar y la glicerina. El primero se lleva a un proceso de refinación del metil éster o etil éster del cual se obtiene el combustible listo para su consumo. En esta misma etapa se separa el alcohol que no reaccionó y se lleva a un sistema de recuperación para recircularlo al proceso. Por otra parte la glicerina se lleva a un proceso de purificación para obtener un producto de grado industrial o pasa a una destilación junto con parte del alcohol recuperado para obtener una glicerina de grado farmacéutico.

Las ventajas de estas tecnologías son las siguientes:

- Proceso continuo.
- Velocidad de reacción alta.
- Optimización en los costos de operación.
- Moderación en la temperatura y presión.
- Bajo consumo de insumos químicos.
- Proceso automatizado.

Proceso continuo para la producción de biodiésel – Ballestra

Ballestra es una empresa italiana fundada en el año de 1960. Ballestra produce plantas y maquinaria en el sector de la industria química para el proceso de aceites y grasas, sistemas de integración y control para plantas industriales, producción y comercialización de biodiésel. Esta empresa ha desarrollado un proceso continuo de transesterificación de aceites vegetales (colza, girasol, palma, etc.). La reacción de transesterificación comprende 3 fases con un exceso de metanol con respecto a la cantidad estequiométrica, se emplea un álcali metilado en una solución anhidra de metanol como catalizador. El metanol y el catalizador se dosifican y se recirculan en los tres pasos de la reacción dentro de las condiciones establecidas.

La temperatura de la reacción es menor 50 °C y la presión es de máximo 0.5 bar. El tiempo de residencia es inferior a 2 horas. En el final del proceso de transesterificación se separan las dos fases. La fase liviana contiene principalmente metil éster; su proceso de separación consiste en lavar el metanol sin reaccionar con soluciones acuosas.

La fase pesada contiene principalmente glicerina; su proceso de purificación comprende neutralización, separación del metanol que no ha reaccionado, dilución con las aguas del lavado del proceso de purificación del metil éster, separación de jabones formados en el proceso de neutralización y concentración final por encima del 80 %. La glicerina parcialmente refinada se puede entregar como tal a los destiladores especializados. En forma opcional, la planta puede incluir pretratamiento de la materia prima y el procesamiento de la glicerina al grado farmacéutico (> 99,7 %).

Existen otras tecnologías que pueden operar con diferentes tipos de materias primas simultáneamente.

Proceso batch-discontinuo

Muchas plantas en el mundo con capacidades de 500–10 mil toneladas/año son diseñadas empleando procesos por tandas (*batch*) de dos etapas. Cada etapa

consta de un tanque reactor y un tanque sedimentador, llamado sistema mezclador/sedimentador.

Este procedimiento no resulta costoso y alcanza buenas calidades en los productos. Asistido por control de procesos, es versátil en cuanto al cambio de materias primas en pequeñas cantidades.

Proceso ESTERFIP

El Instituto Francés del Petróleo desarrolló el proceso ESTERFIP basado en la transesterificación catalítica de aceites vegetales (aceites de palma, colza, semillas de algodón, etc.).

La reacción producida es una transesterificación general, donde el alcohol es etanol o metanol.

La estequiometría de la reacción también se muestra a continuación.

ESTERFIP 1 (catálisis básica) se usa principalmente cuando se necesita desgomificar los aceites con bajo contenido ácido (índice por debajo de 3) mientras que el ESTERFIP 2 (ácido y catálisis básica) es más conveniente para aceites ácidos y etanol 190 proof¹⁵. Los ésteres son producidos después de remover el alcohol, mientras el glicerol purificado puede ser procesado a grado comercial (> 99,9 %).

La experiencia del Instituto Francés del Petróleo está basada en el proceso *batch* a gran escala para la producción de metil y etil éster con una gran variedad de material graso. El objetivo del proceso es producir diésel a bajo costo. El precio estimado de la planta oscila entre los US\$ 360 mil y los US\$ 620 mil para una producción de 20 mil toneladas/año. Las plantas están ubicadas en las ciudades de Rouen y Compiègne.

5.5.2. Bioetanol

El alcohol etílico o etanol es un producto químico obtenido a partir de la fermentación de los azúcares que se encuentran en los productos vegetales, tales como cereales, remolacha, caña de azúcar o biomasa. Estos azúcares están combinados en forma de sacarosa, almidón, hemicelulosa y celulosa. En el proceso de fermentación se obtiene alcohol hidratado, con un contenido aproximado del 5 % de agua, que tras ser deshidratado se puede utilizar como combustible.

Se utilizan tres familias de productos para la obtención del alcohol:

- Plantas ricas en azúcares: caña de azúcar o remolacha azucarera entre otros.
- Cereales: como trigo, cebada o maíz, mediante la fermentación de los azúcares del almidón.
- Biomasa lignocelulósica, por la fermentación de los azúcares contenidos en la celulosa y hemicelulosa procedente de madera o residuos forestales.

El orden en que se presenta esta lista está establecido según la facilidad de fermentación en el proceso productivo, relacionado directamente con la disponibilidad de los azúcares en la materia prima, ya que la reacción fundamental para obtener bioetanol es por oxidación (fermentación) de soluciones ricas en monosacáridos: glucosa, fructosa, etc. Las plantas ricas en azúcares contienen monosacáridos liberados y fácilmente accesibles. En los cereales, sin embargo,

éstos se encuentran en forma de almidón (polisacárido), que es necesario “romper” (hidrolizar) en forma de los azúcares simples que lo componen. Las tecnologías de obtención de bioetanol están actualmente desarrolladas y en fase de explotación industrial para estos dos casos.

Los materiales lignocelulósicos son los que ofrecen un mayor potencial para la producción de bioetanol. La mayoría de los materiales con alto contenido en celulosa, susceptibles de ser utilizados para la producción de bioetanol, se generan como residuos en los procesos productivos de los sectores agrícolas, forestal e industrial.

Los residuos de biomasa contienen mezclas complejas de carbohidratos, llamados celulosa, hemicelulosa y lignina que forman parte del tejido estructural de las plantas.

Para obtener los azúcares de la biomasa es precisa una hidrólisis de una mayor intensidad, el material lignocelulósico es tratado con ácidos o enzimas que facilitan su obtención. La celulosa y hemicelulosa son hidrolizadas por enzimas o diluidas por ácidos para obtener sacarosa, que posteriormente es fermentada. Tres son los principales métodos para extraer estos azúcares: la hidrólisis con ácidos concentrados, la hidrólisis con ácidos diluidos y la hidrólisis enzimática.

Existen diferentes tecnologías de producción de bioetanol dependiendo del origen de la materia prima. En general, el proceso de obtención de bioetanol, independientemente del origen de la materia prima, se puede dividir en 4 fases.

Fase 1.- Pre tratamiento. Preparación de la materia prima. Los tratamientos serán diferentes dependiendo del tipo de materia prima utilizada.

Fase 2.- Obtención de los azúcares procedentes de la materia prima. En esta fase también se diferencian distintas tecnologías dependiendo del origen de la materia prima. En el caso de azúcares (sacarosa procedente de remolacha o caña de azúcar) no es necesaria esta etapa ya que tras el pre tratamiento de la materia prima se obtienen directamente estos azúcares simples, que sólo necesitan ser fermentados para la obtención del bioetanol.

Fase 3.- Fermentación. Obtención de una mezcla de alcohol diluida en agua. Este proceso es común para todas las tecnologías, ya que parte de un punto común; azúcares simples como la sacarosa. Se trata de la fermentación por levadura de los azúcares procedentes de la materia prima. La levadura contiene una enzima llamada invertasa, que actúa como catalizador ayudando a convertir los azúcares en glucosa y fructosa (ambos $C_6H_{12}O_6$). La fructosa y la glucosa reaccionan con otra enzima llamada zimasa, que también está presente en la levadura para producir el etanol y dióxido de carbono.

Fase 4.- Destilación. Separación del alcohol por evaporación. Este proceso también es común para todas las tecnologías. El alcohol producido por la fermentación contiene una parte significativa de agua, que debe ser eliminada, para su uso como combustible. Para ello se utiliza un proceso de destilación. Dado que el etanol tiene un punto de ebullición menor (78,3 °C) que el agua (100 °C), la mezcla se calienta hasta que el alcohol se evapora, tras la separación, el alcohol vuelve a ser condensado.

A continuación, se describen las diferentes tecnologías más relevantes para la elaboración del alcohol según el origen de la materia prima.

Producción de bioetanol a partir de azúcares

Fase 1.- Pre tratamiento. Recogida de la materia prima (caña de azúcar, remolacha) y trituración de la misma. Posteriormente se filtra el líquido que contiene el azúcar. El residuo sólido puede ser reutilizado como combustible.

Fase 2.- Obtención de los azúcares. No se necesita realizar ningún proceso químico, ni enzimático para la obtención de azúcar.

Fase 3.- Fermentación. Este proceso ha sido explicado anteriormente de forma general.

Fase 4.- Destilación. Este proceso ha sido explicado anteriormente de forma general.

Producción de bioetanol a partir de cereales

Para la obtención de los azúcares a partir de cereales se utilizan principalmente dos tecnologías: proceso de molido húmedo y proceso de molido seco.

Wet Milling processes. Proceso de molido húmedo

Esta tecnología se aplica normalmente en plantas con grandes producciones de alcohol. Este sistema es elegido cuando se quieren obtener otros subproductos, tales como el sirope, fructosa, dextrosa, etc., además de la producción del alcohol. Se trata de un proceso complejo, debido al elevado número de pasos a seguir en el pre tratamiento del cereal y su separación en sus diferentes componentes.

Fase 1.- Pre tratamiento. El proceso comienza con el secado de los granos, posteriormente se inspecciona automáticamente y se limpian las piedras, trozos de caña o paja y cualquier otra impureza.

Fase 2.- Obtención de azúcares. El grano se remoja en grandes tanques en una solución que contiene pequeñas cantidades de dióxido de azufre y ácido láctico. Estos productos químicos, en agua a una temperatura de unos 50 °C, y ayudan a ablandar los granos, este proceso puede durar entre uno y dos días. Durante esta etapa el maíz se hincha, luego se ablanda y debido a las condiciones ligeramente ácidas de la disolución se libera el almidón.

A continuación se pasa la mezcla obtenida a través de un separador que, principalmente, hace que el germen de los granos flote en la parte superior de la mezcla, debido a su contenido en aceite, y sea posible recogerlos fácilmente. Una vez extraído el germen, del grano restante se obtiene la parte fibrosa mediante molienda y posteriormente se separa el almidón de las proteínas por un proceso de centrifugación.

El almidón debe ser tratado con enzimas a altas temperaturas (99-110 °C) para liberar los azúcares que están contenidos en él.

Las fases 3 (fermentación) y 4 (destilación) son comunes a los explicados anteriormente de forma general.

Dry milling. Proceso de molido seco

Esta tecnología se usa en plantas de pequeño y medio tamaño.

Fase 1.- Pre tratamiento. El proceso consiste en limpiar y moler los granos de cereal hasta reducirlos a finas partículas mediante un sistema mecánico. Se produce una harina con el germen, la fibra y la fécula de la semilla.

Fase 2.- Obtención de azúcares. La harina es hidrolizada o convertida en sacarosa usando enzimas o una disolución ácida de forma que obtenemos una solución azucarada.

Fase 3.- Fermentación. La mezcla es enfriada y se le añade la levadura para que comience a fermentar.

Fase 4.- Destilación. Una vez obtenido el alcohol, tras la fermentación, se obtiene un subproducto que se puede utilizar como alimentación para ganado. Se trata de granos secos, solubles, de destilería que se distribuyen en forma de pellets, su nombre procede del inglés; DDGS, Dried Distiller Grains of Solubles.

Producción de bioetanol a partir de la biomasa

Las celulosas procedentes de la biomasa no pueden ser fermentadas directamente, es necesario convertirlas en azúcares más sencillos para su conversión en alcohol.

Las complejas estructuras de la celulosa (celulosa, hemicelulosa y lignina) son divididas en diferentes procesos para conseguir una solución azucarada, y eliminar productos de descomposición de los azúcares que pueden dificultar el proceso de fermentación.

Fase 1.- Pre tratamiento. Acondicionamiento y trituración de la materia prima.

Fase 2.- Obtención de azúcares. La conversión de la celulosa en azúcares sencillos se realiza mediante hidrólisis, proceso que divide la molécula de celulosa por la acción de la molécula de agua. Existen diferentes tipos de hidrólisis dependiendo del agente utilizado y de la temperatura de trabajo:

Hidrólisis con ácidos concentrados. En este proceso se añade entre 70-77 % de ácido sulfúrico a la biomasa, que ha sido secada previamente hasta obtener una humedad menor del 10 %. La proporción de ácido es de 1:25 por cada parte de biomasa y se mantiene a una temperatura controlada de 50 °C. Entonces se añade agua, para diluir el ácido a un 20-30 % de la mezcla, aumentando su temperatura hasta 100 °C. El gel producido en este proceso se prensa para obtener la mezcla de ácido y azúcar, que finalmente son separados. Este es un proceso del que se obtienen rendimientos muy elevados pero a un coste igualmente muy elevado, por lo que no se realiza industrialmente. Hidrólisis con ácidos diluidos. Es uno de los procesos de hidrólisis más antiguos, simples y eficientes para la producción de alcohol. El primer paso es mezclar una proporción de 0.7 % de ácido sulfúrico con la hemicelulosa presente en la biomasa, para que se hidrolice a 190 °C. La segunda parte consiste en optimizar el rendimiento de la reacción con la parte de la celulosa más resistente, para ello se usa un 0.4% de ácido sulfúrico a 215 °C. Finalmente los líquidos hidrolizados son neutralizados y recuperados, normalmente mediante precolación.

Hidrólisis enzimática. El proceso consiste en descomponer la celulosa y hemicelulosa del residuo en azúcares sencillos y transformarlos en etanol por fermentación. La descomposición de la celulosa y hemicelulosa se lleva a cabo mediante la acción de determinadas enzimas complejas especializadas en descomponer celulosa, transformándola en glucosa. Estas enzimas se conocen con el nombre de celulasas. Estos azúcares ya pueden ser fermentados por levaduras o bacterias para producir etanol. Como paso previo a la actuación de las enzimas, se realiza un pretratamiento del residuo cuyo objetivo es alcanzar los mejores resultados en las etapas siguientes (hidrólisis y fermentación). Gran parte del coste total del proceso recae sobre esta primera etapa. Como resultado

del pretratamiento se obtienen una disolución de azúcares provenientes de la ruptura de la hemicelulosa y un residuo sólido constituido principalmente por la celulosa del residuo original. La hidrólisis enzimática presenta ventajas frente a la hidrólisis química, como mayores rendimientos, no necesita utilizar agentes químicos y menores costes de equipamiento, debido a que se realiza a presión atmosférica y a temperatura próxima a la ambiental.

Fase 3.- Fermentación. Fermentación por levadura de los azúcares obtenidos en la hidrólisis.

La enzima invertasa, actúa como catalizador ayudando a convertir los azúcares en glucosa y fructosa. La fructosa y la glucosa reaccionan con la enzima llamada zimasa, que también está presente en la levadura para producir el etanol y dióxido de carbono.

Un avance muy importante en este proceso es la introducción simultánea del tratamiento de sacarificación y el de fermentación, patentado por la Gula Oil Company y la Universidad de Arkansas. Este proceso reduce el número de reactores necesarios durante la producción, ya que elimina el reactor separado de hidrólisis, y, más importante aún, evita el problema de la producción de agentes inhibidores asociados a las enzimas. A la vez que el azúcar es producido por las enzimas, la fermentación lo convierte en alcohol. Posteriormente este proceso se ha mejorado incluyendo la fermentación de múltiples sustratos de azúcar.

Fase 4.- Destilación. Proceso general. Separación del alcohol por evaporación. Este proceso también es común para todas las tecnologías. El alcohol producido por la fermentación contiene una parte significativa de agua, que debe ser eliminada, para su uso como combustible. Para ello se utiliza un proceso de destilación. Dado que el etanol tiene un punto de ebullición menor (78,3 °C) que el agua (100 °C), la mezcla se calienta hasta que el alcohol se evapora, tras la separación, el alcohol vuelve a ser condensado.

Fermentación discontinua

Una fermentación discontinua (en *batch*) puede ser considerada como un "sistema cerrado". Al inicio de la operación se añade la disolución azucarada y se inocula con el microorganismo, permitiendo que se lleve a cabo la incubación en condiciones óptimas de fermentación. A lo largo de toda la fermentación no se añade nada, excepto oxígeno (en forma de aire), un agente antiespumante y ácidos o bases para controlar el pH.

Fermentación alimentada (fed-batch)

En los procesos convencionales discontinuos que acabamos de describir, todos los sustratos se añaden al principio de la fermentación. Una mejora del proceso cerrado discontinuo es la fermentación alimentada. En los procesos alimentados, los sustratos se añaden escalonadamente a medida que progresa la fermentación.

Fermentación continua

En la fermentación continua se establece un sistema abierto. La sustancia a fermentar se añade continuamente al biorreactor y una cantidad equivalente de solución utilizada de los nutrientes, con los microorganismos, se saca simultáneamente del sistema.

El objetivo fundamental de la industria de las fermentaciones es minimizar costes e incrementar los rendimientos. Este objetivo puede alcanzarse si se desarrolla el tipo de fermentación más adecuado para cada paso en particular. Por ejemplo:

El *Fed-batch* es el método más utilizado en Brasil y con este sistema se han observado incrementos en productividad entre el 10-14 % de bioetanol. La forma en que el oxígeno es suministrado y el tipo de levadura usada (floculante o no floculante) en el sistema *fed-batch* es también de suma importancia.

El proceso continuo tiene las ventajas de bajos costos de construcción de los fermentadores, bajo mantenimiento, mejor control del proceso y altas productividad comparada con sistemas discontinuos (*batch*).

En Brasil, un 30 % de las plantas de producción de bioetanol usan el sistema continuo.

La mayor desventaja del sistema continuo es que las levaduras al estar expuestas por mucho tiempo bajo condiciones de ausencia de oxígeno, pierden capacidad para producir bioetanol.

5.6. Uso de bioetanol y biodiesel de primera generación

De manera general los posibles usos de los Biocarburantes se pueden resumir en las siguientes alternativas:

1. Mezclar el biocarburante, en pequeñas proporciones, con los combustibles tradicionales de manera que permita su utilización en los motores actuales (principal opción)
2. Transformación del biocarburante para obtener otro más adecuado para su uso en los motores existentes.
3. Adaptación del motor al combustible.

La producción de bioetanol de primera generación predomina sobre la de biodiesel con un 75 % del total de biocombustibles generados a nivel mundial (IEA, 2009). Se estima que en el año 2009 la obtención de bioetanol ascendió a más de 72.000.000 m³ (IDEA), siendo EEUU y Brasil los principales productores.

Pais	2007	2008	2009
EEUU	24.552	34.968	38.600
Brasil	20.000	24.200	25.200
Unión Europea	1.796	2.822	3.830
China	1.700	1.900	1.750
Canadá	720	950	1.100
Colombia	275	258	315
India	140	350	380
Tailandia	176	322	450
Australia	80	120	200
Otros	198	447	956
TOTAL	49.637	66.336	72.781
<i>Crecimiento anual</i>	27,4%	33,6%	9,7%

Tabla 16. Producción de bioetanol en el mundo (x 1.000 m³) (Fuente IDAE)

Por otra parte, en lo que respecta al biodiesel los países que conforman la Unión Europea son la principal fuente de este biocarburante en todo el mundo, con más del 50 % de la producción total.

País	2007	2008	2009
Unión Europea	5.486	7.038	7.116
EEUU	1.705	2.370	1.500
Brasil	354	1.025	1.370
Argentina	384	810	800
Indonesia	125	350	650
Tailandia	45	410	400
Malasia	130	200	300
Corea del Sur	80	120	160
Colombia	8	100	150
Otros	424	528	631
TOTAL	8.741	12.951	13.077
<i>Crecimiento anual</i>	47,3%	48,2%	1,0%

Tabla 17. Producción de biodiésel en el mundo (x 1.000 t) (Fuente IDAE)

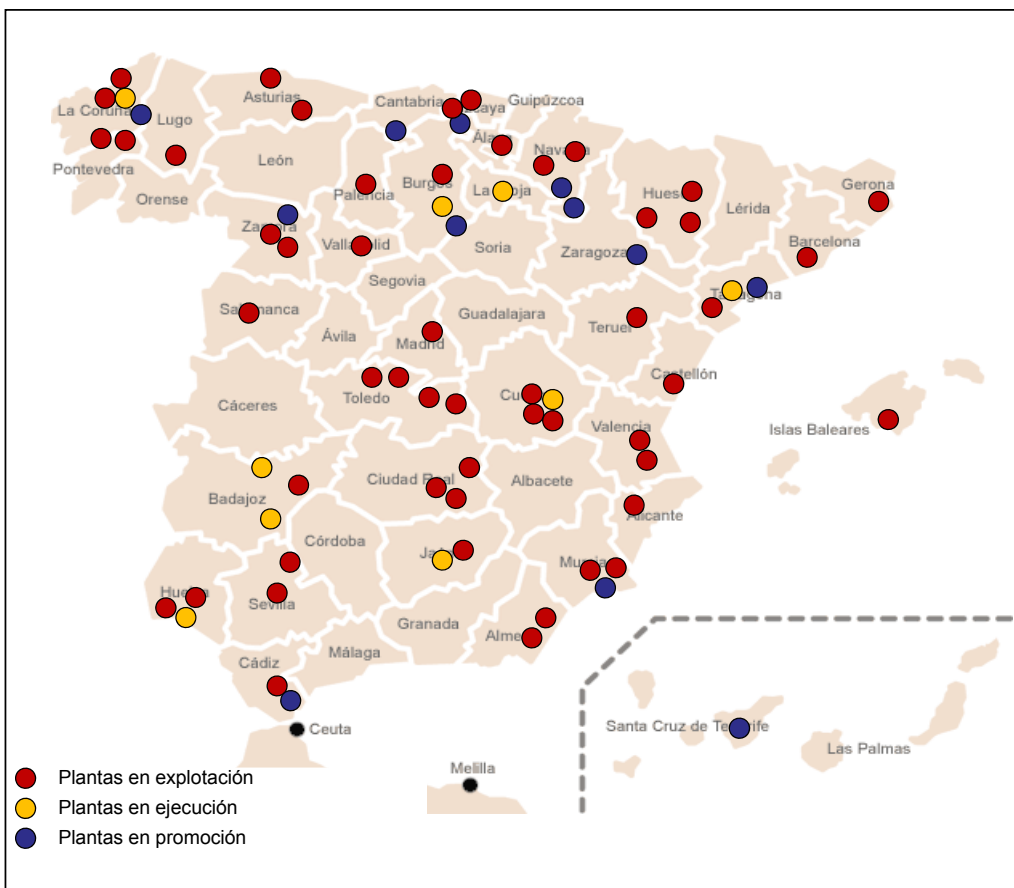
A pesar de las múltiples ventajas del uso del bioetanol, hasta el momento sólo Brasil y Estados Unidos producen grandes cantidades, cubriendo entre ambos el 89% de la producción mundial de bioetanol (Gnansounou *et al.* 2010). En la Unión Europea, según datos de Euroserv'ER (2009), los principales países productores son Francia, Alemania y España, como se observa en la Tabla siguiente.

País	Bioetanol (millones l)	Biodiesel (miles t)
Francia	840	1.815
Alemania	425	2.819
España	373	207
Polonia	100	275
Eslovaquia	94	146
Austria	89	213
Reino Unido	72	192
Suecia/Dinamarca	70	231
República Checa	62	104
Italia	60	595
Lituania	22	66
Bulgaria	16	11
Portugal	13	268
Holanda	9	101
Hungría	8	105
Bélgica	6	277
Irlanda	3	24
Finlandia	-	85
Grecia	-	107
Rumania	-	65
Letonia	-	30
Chipre	-	9
Eslovenia	-	9
Malta	-	1
Total UE 27	2.261	7.755

Tabla 18. Producción de biocombustibles en la Unión Europea en el año 2009 (Euroserv'ER).

En España hay múltiples pantas de producción de biocombustibles repartidas por todo el territorio nacional (Mapa 1). Según estimaciones del IDAE, en noviembre del

año 2009 existían un total de 3.661.440 tep/año instaladas en España. Además se calcula que con los proyectos de futuras plantas que actualmente están en ejecución y promoción esta capacidad instalada podría ascender a 1.863.739 tep/año más, siendo el total de capacidad instalada mayor a 5.500.000 tep/año.



Mapa 1. Distribución de las plantas de biocombustibles en España (Fuente IDAE y APPA).

Con respecto a la capacidad de producción de las plantas de biocombustibles hay que señalar que, según estimaciones de la APPA, en el año 2008 el ratio de utilización real con respecto a la capacidad teórica instalada en las plantas productoras de biodiesel se situó en torno al 16 %. A esto hay que sumarle, otro hecho, y es que el 61 % del biodiesel consumido en España para ese mismo año procedía de otros países, quedando el porcentaje restante en manos de los productores españoles (Tabla 4). A diferencia de lo que sucede con el biodiésel, la industria española de bioetanol no padece, de momento, un problema de importaciones.

Biocombustible	Capacidad	Producción	Consumo
Bioetanol	294.100	176.300	125.000
Biodiésel	1.518.900	168.600	519.000

Tabla 19. Capacidad, producción y consumo de biocombustibles en España durante el año 2008 (Fuente IDAE) (datos en tep)

5.6.1. Uso del bioetanol

En el caso de los motores de encendido provocado, el biocombustible más utilizado es el bioetanol, empleado en mezcla junto a la gasolina, usualmente en porcentajes entre 5 y 10%. También existen vehículos llamados flexibles en cuanto al combustible (*FlexiFuel Vehicles*, FFV) que pueden emplear mezclas de bioetanol de hasta el 85% y vehículos especiales que funcionan con mayores porcentajes llegando incluso hasta el 100%.

	Gasolina	Etanol
Fórmula	C _n H _m (n=4-12)	CH ₃ -CH ₂ OH
Peso molecular	100/105	46
Oxígeno (% en peso)	0	34,8
P. C. I. (kJ/kg)	42700	26800
Densidad a 20°C (kg/m ³)	720/780	794
Solubilidad en agua (%)	0,1	100
Calor latente de vaporización (kJ/kg)	330	850
Tª ebullición	30/215	78

Tabla 20. Principales características de bioetanol como combustible frente a la gasolina.

A continuación se resumen los principales efectos y causas del uso de bioetanol en los motores.

Efecto	Causa
Disminución del consumo de combustible en recorridos urbanos	Mejora del llenado de aire del motor con bioetanol por disminución de la temperatura de admisión ocasionado por el mayor calor de vaporización del bioetanol
Posibles problemas de arranque en frío a baja temperatura	El elevado calor de vaporización del bioetanol enfría el aire de admisión
Posibles problemas de deterioro de juntas del circuito de combustible y/o corrosión.	Efecto del ataque químico del alcohol a ciertos materiales, además de la mayor presencia de agua por la afinidad con el alcohol
Posibles problemas de ensuciamiento de filtros	Mayor arrastre de residuos por el efecto disolvente y detergente del bioetanol
Mala carburación en motores con sistema de carburador	Necesidad de adaptar el sistema a la nueva relación estequiométrica aire-combustible.
Problemas de conducción a elevada altitud	La mayor volatilidad del bioetanol puede ocasionar la aparición de bolsas de combustible vaporizado en el sistema de alimentación

Tabla 21. Efecto de la utilización del bioetanol en los motores

5.6.2.

5.6.3. Uso del biodiésel

Normalmente el biodiésel se encuentra en las estaciones de servicio mezclado con gasóleo en porcentajes variables entre 5 y 30 %, así como al 100 % en algunos casos. La actual legislación (Real Decreto 61/2006) permite la mezcla de hasta el 5% en volumen de biodiésel en el gasóleo A sin necesidad de indicación para el usuario, mientras que la propuesta de modificación de esta legislación permitirá hasta el 7 % en volumen de biodiésel, tal y como establece la directiva europea 2009/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009.

	Gasóleo	Aceites vegetales	Ésteres metílicos (Biodiésel)
Densidad a 20°C (kg/m ³)	840	910/930	870/890
Viscosidad a 40°C (Cst)	3/4,5	25/35	3,5/4,5
P. C. I. (MJ/kg)	43	35/38	36/39
P. C. I. (MJ/l)	36	32/35	32/34
Número de cetano	48/51	30/40	49/54
P. O. F. F. (°C)	-20	10720	0/-15
Residuo carbonoso	0,1	>10	0,25/0,42
Punto Inflamación (°C)	65	>200	120/170
Contenido en azufre (% peso)	0,05	0	0

Tabla 22.: Principales propiedades como combustible diésel de los aceites vegetales y sus ésteres derivados (biodiésel) en comparación con el gasóleo

Por otra parte, en la tabla siguiente se muestran los principales efectos y causas del uso de biodiesel en los motores.

Efecto	Causa
Disminución de ruido del motor	Mayor número de cetano del biodiésel, lo que provoca un menor pico en la presión instantánea de combustión y menor ruido
Disminución de la emisión de humos negros.	La disminución de la opacidad de los humos de escape se debe al mayor aporte de oxígeno del biodiésel.
Posible disminución de la potencia máxima del motor	Menor poder calorífico del biodiesel, que reduce la entrega máxima de potencia del motor, aunque se compensa por la mayor densidad
Aumento del consumo másico de combustible	Menor poder calorífico del biodiésel provoca un aumento del consumo másico de combustible, pero no del consumo energético
Posibles problemas de arranque en frío y marcha irregular a bajas temperaturas	La mayor viscosidad y POFF (Punto de Obstrucción del Filtro en Frío) del biodiésel frente al gasóleo hace que a bajas temperaturas disminuya la filtrabilidad del combustible
Posibles problemas de ensuciamiento de filtros	La menor estabilidad a la oxidación del biodiésel provoca la formación de sedimentos y gomas que aumentan el ensuciamiento de los filtros de combustible.
Posible deterioro de juntas y latiguillos del circuito de combustible	El biodiésel es agresivo con los materiales de caucho y similares provocando el deterioro de los mismos

Tabla 23. Efecto de la utilización del biodiesel en los motores.

5.7. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

De forma esquemática, las cadenas de valor identificadas en el Plan de Implementación a 2015 de BIOPLAT definidas para el sector de la bioenergía para transporte son las siguientes:

CADENA DE VALOR		Retos tecnológicos (listados según orden de prioridad)	Retos de uso final (listados según orden de prioridad)
IV	Conversión de azúcares y almidón en bioetanol.	i. Optimización del proceso y aumento de la eficiencia energética.	i. Certificación sostenibilidad. ii. Valorización de subproductos. iii. Aumento de porcentaje en mezclas con combustibles tradicionales.
V	Conversión de biomasa lignocelulósica por procesos bioquímicos en alcoholes.	i. Desarrollo de nuevas enzimas, reducción de costes de producción y optimización de las mezclas enzimáticas. ii. Nuevas configuraciones de hidrólisis y fermentación. iii. Optimización de los sistemas de pretratamiento y fraccionamiento de biomasa.	i. Certificación sostenibilidad. ii. Desarrollo a escala de demostración preindustrial.
VI	Gasificación de biomasa y conversión catalítica o bioquímica en biocombustibles.	i. Desarrollo de sistemas de purificación, limpieza y acondicionamiento del gas de síntesis. ii. Incorporación de la estrategia de intensificación de procesos e integración de procesos unitarios para mejora de eficiencia: concepto de biorrefinería. iii. Optimización del diseño y operación de los catalizadores	i. Desarrollo a escala de demostración preindustrial. ii. Homologación del combustible. iii. Certificación sostenibilidad. iv. Ensayos en flotas. v. Desarrollo de infraestructuras para el uso del producto.
VII	Digestión de biomasa para generación de biogás.	i. Optimización del diseño y operación de los digestores. ii. Acondicionamiento del biogás. iii. Co-digestión: maximizar el rendimiento en la producción de biogás. iv. Valorización del digestato.	i. Homologación del combustible. ii. Optimización de los sistemas de almacenamiento para transporte del biogás. iii. Inyección en red. iv. Aspectos legislativos y normativa sobre el tratamiento de residuos.

VIII	<p>Conversión pirolítica térmica y catalítica de biomasa lignocelulósica y upgrading.</p>	<p>i. Nuevos catalizadores para aumentar el rendimiento del proceso. ii. Mejorar la estabilidad del aceite de pirólisis. iii. Upgrading para el procesado en unidades de refinería. iv. Pirólisis de residuos limitados para su combustión; otras posibilidades de valorización de estos residuos.</p>	<p>i. Proyectos piloto y de demostración de hidrogenación de aceites. ii. Homologación del combustible. iii. Integración en otras unidades industriales (p.e. refinerías).</p>
IX	<p>Conversión catalítica de azúcares en combustibles y químicos.</p>	<p>i. Investigación en catalizadores y procesos de conversión de azúcares. ii. Investigación en microorganismos para conversión avanzada de azúcares . iii. Desarrollo de procesos asociados para extracción de componentes. iv. Procesos de purificación de las corrientes para llevar a cabo las conversiones.</p>	<p>i. Homologación del combustible. ii. Homologación, para otras aplicaciones, de los productos no energéticos.</p>
X	<p>Plataforma aceites (conversión convencional + hidrotratamiento + pirólisis + tratamiento en otras unidades de refinería solo o conjuntamente con el combustible fósil).</p>	<p>i. Optimización del sistema catalítico para mejorar la viabilidad técnica del proceso. ii. Integración del proceso con procesos convencionales de producción de combustibles (refinería), buscando la escala de demostración preindustrial. iii. Desarrollo de procesos de transformación a biocarburantes.</p>	<p>i. Homologación del combustible.</p>

Tabla 24. Fuente: Plan de Implementación a 2015 – Plataforma Tecnológica de la Biomasa, BIOPLAT.

Las materias primas definidas para estas cadenas de valor, junto con sus retos tecnológicos y de uso final, aparecen definidas en el apartado de biomasa térmica.

6. PLANES DE FOMENTO PARA EL DESARROLLO DE LA BIOMASA EN ESPAÑA

Las diferentes administraciones públicas, local, autonómica, estatal, europea, han desarrollado todo tipo de acciones y planes de fomento para desarrollar la biomasa como fuente de energía renovable. Algunas de estas medidas son fiscales y de regulación de mercados, primando unos kW sí y otros no, o estableciendo diferentes tipos e importes en las primas. Otras son de planificación, orientando al posible interesado sobre donde está el recurso y como puede ser explotado. En otros casos, pasa la administración a ser actor al constituir empresas públicas para la extracción, logística y primera transformación de la biomasa o en consumidores, al instalar en los edificios públicos calderas de biomasa.

6.1. Real Decreto 661/2007 – Real Decreto Ley 1/2012

La publicación del Real Decreto 661/2007 del 25 de mayo de 2007, que es el Decreto por el que se regula la producción de energía eléctrica en régimen especial (que es el régimen en el que se considera están encuadradas las fuentes de energía renovables, régimen que cuenta con una regulación distinta al régimen ordinario de generación de energía), supone en general una mejora del marco legislativo y retributivo que para la biomasa estaba establecido en el anterior Real Decreto 436/2004.

El marco económico establecido en este real decreto desarrolla los principios recogidos en la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, garantizando a los titulares de instalaciones en régimen especial una retribución razonable para sus inversiones y a los consumidores eléctricos una asignación también razonable de los costes imputables al sistema eléctrico, si bien se incentiva la participación en el mercado, por estimarse que con ello se consigue una menor intervención administrativa en la fijación de los precios de la electricidad, así como una mejor y más eficiente imputación de los costes del sistema, en especial en lo referido a gestión de desvíos y a la prestación de servicios complementarios.

Por otra parte, para salvaguardar la seguridad y calidad del suministro eléctrico en el sistema, se establecen unos objetivos de potencia instalada de referencia, coincidente con los objetivos del Plan de Energías renovables 2005-2010 y de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E4), para los que será de aplicación el régimen retributivo establecido en este real decreto.

El real decreto se estructura sistemáticamente en cuatro capítulos. El capítulo I define el alcance objetivo de la norma y especifica las instalaciones que tienen la consideración de régimen especial, clasificándolas en categorías, grupos y subgrupos; el capítulo II regula el procedimiento para la inclusión de una instalación de producción de energía eléctrica en el régimen especial; el capítulo III, los derechos y obligaciones de los productores en régimen especial, y el capítulo IV, el régimen económico.

En lo que respecta a la biomasa, el RD 661/2007 clasifica los combustibles en distintos subgrupos de una forma más apropiada, las retribuciones para todos estos subgrupos se incrementan en mayor o menor medida, además permite la hibridación de distintos combustibles, establece una definición de cultivo energético abierta, el grupo del biogás se divide en otros dos en función de la procedencia del mismo –biogás procedente de biodigestores y biogás procedente de vertederos-, y

se tiene una especial consideración con las plantas de biomasa de pequeño tamaño.

Con la aprobación del Real Decreto Ley 1/2012 del 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos, se suprimen todas las primas para nuevas instalaciones de régimen especial. Las medidas adoptadas por este nuevo Real Decreto Ley, son aplicables a aquellas instalaciones de régimen especial que a la fecha de entrada en vigor del mismo no hubieran resultado inscritas en el Registro de preasignación de retribución.

Es decir, no suspende ni suprime la posibilidad de creación de nuevas instalaciones de energías renovables ni la adquisición de los restantes derechos reconocidos al régimen especial, establecidos en el artículo 17 del Real Decreto 661/2007. Por tanto, cualquier instalación que obtenga su inscripción definitiva con posterioridad a la publicación del mencionado Real Decreto-ley, obtendrá los derechos propios del régimen especial (derecho a verter toda la energía en la red, prioridad de despacho...) salvo el derecho a un régimen económico especial, cobrando por la energía vertida el precio de mercado, sin serles reconocido un régimen económico distinto y especial de tarifas y primas.

Las medidas contenidas en el RDL 1/2012 suponen serias dificultades añadidas para el desarrollo del sector de la biomasa y el biogás tanto por la imposibilidad de poner en marcha las nuevas plantas que ya estaban en fase avanzada de proyecto o incluso finalizada su construcción pero sin pre-asignación, como por la total incertidumbre que genera la nueva situación. Se considera especialmente injusta la aplicación de este RDL al sector de la biomasa en España, un sector altamente eficiente y beneficioso, por los ahorros medioambientales que produce, de modo que aflore la evidente eficiencia de la energía producida a partir de las biomasa, y, sobre todo, el empleo intensivo que puede crear no solo en su actividad específica, sino en los sectores agrícola, ganadero y forestal.

6.2. Plan de Energías renovables (PER) 2011-2020

El 11 de noviembre de 2011 es aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros el vigente Plan de Energías renovables para el período 2011-2020, agotado el período de vigencia del PER 2005-2010 y atendiendo a los mandatos del Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial y de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible.

En la primera parte del plan se analiza el contexto energético actual de las energías renovables en España, llegando a las siguientes conclusiones:

- En términos de consumo de energía primaria, las energías renovables en 2010 han cubierto una cuota del 13,2 % del total.
- En términos de consumo final bruto de electricidad, las energías renovables en 2010 han cubierto una cuota del 29,2 % del total.
- Respecto al consumo de biocarburantes (calculado en contenido energético) sobre el consumo de gasolina y gasóleo, representa en 2010 el 4,99 %.

Además se plantean los escenarios energéticos a 2020, uno de referencia y otro de eficiencia energética adicional, y se exponen las hipótesis en cuanto a evolución del PIB y precios del petróleo y gas natural que se han tenido en consideración para establecer los mismos. Así como los consumos de energía primaria y de energía final que se esperan alcanzar hasta 2020 considerando medidas de eficiencia energética, y se proyecta a 2020 el futuro balance eléctrico nacional (en el que se prevé las renovables satisfagan un 38,1 % de la demanda) y la capacidad eléctrica instalada (entonces las energías renovables se estima superarán los 65.000 MW instalados).

Una vez planteados los escenarios, en el PER 2011-2020 se realiza un análisis por tecnologías renovables, y a las biomasa se las aborda desde tres capítulos: biogás, biomasa y residuos. En la reseña que se hace de estos capítulos merece la pena destacar:

- **Biogás.** Se entiende el mayor desarrollo a 2020 va a venir de la mano del desarrollo de los digestores anaerobios en los que se valoricen residuos agroindustriales. Y como principales medidas para desarrollar el sector se entiende deberían integrarse las políticas energéticas y medioambientales de manera que se puedan considerar los digestatos en la normativa sobre productos fertilizantes (medida imposible de entrada como todos sabemos), el reconocimiento económico de las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas (como sabéis hemos comenzado a trabajar en la Oficina Española del Cambio Climático en este sentido), y también se establece la creación de una Comisión Técnica de la que no se especifica su cometido, pero que estaría bien abordara al sector del biogás conjuntamente, es decir, desde el punto de vista energético y medioambiental. Además se señalan medidas encaminadas a aumentar la eficiencia del biogás generado: incentivando las cogeneraciones, su uso térmico y el establecimiento (por fin) de un marco normativo y retributivo que fomente la inyección de biogás en red.
- **Biomasa.** Se expone el importantísimo potencial de biomasa con el que cuenta España, que siendo conservadores lo fijan en 87 millones de toneladas de biomasa primaria en verde, al que se sumarían 12 millones de toneladas de biomasa secundaria seca obtenida de residuos de industrias agroforestales. Se entiende se va a expandir de manera importante el sector de la biomasa térmica en edificación e instalaciones industriales, y que el desarrollo de la biomasa eléctrica vendrá de la mano de la generación distribuida a partir de plantas de 10-15 MW. Para el caso de la biomasa, las medidas que se han definido para fomentar su desarrollo se han repartido a cada fase de su aprovechamiento. Por un lado se espera desarrollar un mercado maduro de suministro de biomasa, para lo cual las medidas se van a centrar en la movilización de los recursos, su transporte, gestión y venta. Por otro lado se apoya especialmente el desarrollo de las instalaciones térmicas en edificación, haciendo uso de campañas de difusión, y nuevos desarrollos normativos así como sistemas de apoyo financiero (incentivos y subvenciones). Y por otro se entiende que el desarrollo de la producción eléctrica debe llevar asociados nuevos programas de financiación y mejoras en el sistema de retribución a la energía eléctrica (especialmente en plantas de pequeño tamaño $\leq 2\text{MW}$), además de simplificación en los trámites administrativos y tiempos de puesta en marcha de los proyectos.

- Residuos. Se vuelve a constatar que la fracción biodegradable de los residuos municipales e industriales se considera renovable, aunque no se especifica que dicha fracción en los residuos sólidos urbanos se trata de biomasa. Como principal medida de apoyo a este sector se entiende debe aumentarse la formación e información de las administraciones públicas y de la sociedad acerca de las opciones de gestión de residuos que han de ser prioritarias a la deposición de éstos en vertedero.

Además en el resumen se especifican los objetivos a cumplir por las tecnologías renovables hasta 2020, tanto en su vertiente eléctrica como térmica:

- Objetivos eléctricos: En biomasa sólida el objetivo a 2020 se fija en 1.350 MW, siendo el incremento que se permite hasta 2020 de 817 MW, que serían unos 81,7 MW/año. Este objetivo es ligeramente superior a lo establecido en el PANER, en el que se nos concedió elevar el objetivo inicial establecido de 1.187 MW a los 1.317 MW que contemplaba el anterior PER 2005-2010. Por lo que puede decirse la re-estructuración de objetivos de las renovables se ha tenido que llevar a cabo como consecuencia de la asunción de las conclusiones de la Subcomisión de análisis de la estrategia energética española para los próximos 25 años, que implicaron el descenso global del objetivo del sector en 2020 del 22,8 % al 20,7 %, no ha afectado en gran medida a la biomasa, sino que se ha conseguido redondear ligeramente al alza.

En biogás el objetivo se fija en 400 MW, siendo el incremento que se permite hasta 2020 de 223 MW, que serían unos 22 MW/año. En este caso el objetivo se ha mantenido igual respecto a lo aparecido en el PANER, por lo que la redistribución de objetivos de renovables que ha supuesto la disminución del objetivo global, tampoco ha perjudicado a este sector afortunadamente.

- Objetivos térmicos: La producción de energía térmica a partir de biomasa se estima se llevará a cabo a partir de biomasa sólida (incluyendo residuos) y a partir de biogás. El objetivo a 2020 de biomasa sólida para producción térmica se ha fijado en 4.553 ktep (que vienen a ser unos 52.950 GWh), que sí se ha visto reducido respecto a las 4.850 ktep establecidas en el PANER. Este objetivo permite la implantación de 858 ktep en 10 años, lo cual supone un 18,9 % más de lo que se considera hay instalado hoy en día, que a priori se antoja demasiado conservador dado el potencial de biomasa existente, y las expectativas que presenta este sector. Aunque de manera comparativa con las otras renovables térmicas, la biomasa supone un 85 % del objetivo térmico total, al que si se suma las 100 ktep que se han fijado como objetivo a la generación térmica con biogás, asciende al 86,8 %.

El Plan enuncia también las medidas que se contemplan en el mismo, que se distribuyen en cinco grandes grupos:

1. Marcos de apoyo. Resaltar que se propone la adaptación del marco retributivo para la energía eléctrica generada con energías renovables de manera que se permitan unas tasas razonables de rentabilidad de la inversión, que dicho marco se orientará a unas horas de funcionamiento determinado que variarán en función de la tecnología, y que debe permitir el crecimiento de las tecnologías a los objetivos previstos en el propio Plan (esperemos así sea). Además es importante que aparezca explícitamente

reflejado el sistema de incentivos para aplicaciones térmicas de las energías renovables por el que tanto se ha luchado.

2. Medidas económicas. Se dividen en dos bloques:

a. Medidas relativas a la subvención de proyectos y actuaciones, en las que se han considerado dotaciones tanto generales como concretas directas para el desarrollo del sector de la biomasa:

- ✓ Subvención a instalaciones de biogás agroindustrial que reconozcan las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas.
- ✓ Instrumentos de fomento de las repoblaciones forestales energéticas.
- ✓ Mejora del marco económico para el aprovechamiento de restos de operaciones forestales y cultivos agrícolas para usos energéticos.

b. Medidas relativas a la financiación, como novedad importante del nuevo PER 2011-2020. Cuando nos las presentaron en diciembre nos resultaron a priori bastante interesantes al dar cabida a una gran variedad de proyectos de proyectos de biomasa:

- ✓ 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.

3. Medidas normativas. Señalar las destinadas a mejorar los procedimientos administrativos, a la creación de la figura EAPER (Explotación Agraria Productora de Energías renovables) que apoyamos junto a las organizaciones profesionales agrarias, la elaboración de un Programa Nacional de Desarrollo Agroenergético, la modificación del CTE y adaptación del RITE junto al establecimiento de un sistema de certificación y cualificación de instaladores, fomento de la aplicación agrícola de los digestatos, creación del marco legal que permita la inyección de biogás en red, establecimiento del sistema de certificación de biomasa (sobre el que trabajamos intensamente con IDAE y que continúa esperando su

tramitación) así como la normalización de los biocombustibles biomásicos, modificación de la normativa para el transporte de materias primas biomásicas, establecimiento de planes plurianuales de aprovechamientos forestales y agrícolas con fines energéticos, además del fomento de la valorización de la fracción combustible de los residuos junto con el establecimiento de objetivos sectorizados de valorización energética para determinados flujos de residuos renovables.

4. Actuaciones en infraestructuras energéticas. Todas en el sentido de favorecer la integración de las energías renovables en las infraestructuras energéticas. Por un lado se contemplan actuaciones para conseguir una mayor y mejor integración de las energías renovables en el sistema eléctrico, y por otro lado actuaciones para conseguir la introducción de biogás en las redes de transporte de gas natural.

5. Planificación, promoción, información, formación y otras: Una serie de medidas complementarias fundamentales para el desarrollo del Plan.

6.3. Anteproyecto “Ley de medidas fiscales en materia medioambiental y sostenibilidad energética”

La ley es otra medida, tras la moratoria, para acabar con el déficit de tarifa, cuyo objeto, según la exposición de motivos, es la reforma fiscal para fomentar un uso más eficiente y respetuoso con el medioambiente y la sostenibilidad. Entre otros aspectos se indica que contribuye a preservar nuestro rico patrimonio ambiental. Uno de los ejes de la reforma es la internalización de los costes medioambientales derivados de la producción de la energía eléctrica y del almacenamiento de residuos y combustible nuclear gastado. La presente reforma contribuye además a la integración de las políticas medioambientales en nuestro sistema tributario.

La Administración Pública, deberá dotar en los Presupuestos Generales del Estado las cantidades correspondientes con la recaudación de las figuras impositivas de la presente ley a fin de ajustar los ingresos y costes, y entre éstos los que se derivan de los regímenes económicos específicos que disfrutaban las fuentes de energía renovables y no emisoras de emisiones contaminantes.

La ley incluye, tres nuevos impuestos, un canon y la modificación de los impuestos para el gas natural y el carbón, siendo los siguientes:

1. Nuevos impuestos:
 - a. Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica.
 - b. Impuesto sobre la producción de combustible nuclear gastado y residuos radioactivos.
 - c. Impuesto sobre el almacenamiento de combustible nuclear gastado y residuos radioactivos en instalaciones centralizadas.
2. Canon por utilización de las aguas continentales para la producción de energía eléctrica.
3. Se modifica el tipo impositivo (cero euros) del gas natural en la Ley de impuestos especiales, y se añaden nuevos tipos para la generación de energía eléctrica con carbón, fuel y gasóleo.

En resumen, el Anteproyecto de Ley establece una serie de medidas tributarias entre las cuales destaca un impuesto uniforme a aplicar a todas las renovables de

un 6 % sobre la venta de energía eléctrica (precio del MW producido multiplicado por el número de MW de la planta). También se ha establecido otra medida que es que el porcentaje de la producción de electricidad que proceda del gas no esté primado, pero con la matización que únicamente se aplicará a la energía la solar termoeléctrica quedando la biomasa exenta de esta medida, y por lo tanto sin hacer distinción entre la electricidad producida a partir de biomasa o gas, al considerar que a la biomasa no se le puede aplicar por las implicaciones medioambientales que tiene este sector.

Este impuesto del 6 % que va a gravar la generación eléctrica de estas instalaciones, que siempre han mantenido unas rentabilidades tremendamente ajustadas, lo que ha impedido el desarrollo del sector a pesar de tratarse de tecnologías completamente maduras y de existir en España un potencial estratosférico de biomasa. Este impuesto suma un retroceso a la parálisis en la que se encuentra sumida el sector desde que se publicó la moratoria a las renovables, al existir un serio riesgo de cierre de plantas.

El sector español de la biomasa se está viendo seriamente perjudicado por las medidas que a lo largo de este año se están tomando sobre el régimen especial, aún sin tener responsabilidad alguna en los problemas que estas medidas pretenden atajar; no solo porque su desarrollo en España ha sido testimonial, sino porque este desarrollo implica unos beneficios medioambientales (incendios, emisiones, residuos) y socioeconómicos (intensiva creación de empleo) tales que reintegran con creces todo lo que se invierte en el mismo.

De la enmienda núm. 152, presentada por el Grupo Parlamentario Popular del Congreso de los Diputados al Proyecto de Ley de Medidas Fiscales para la Sostenibilidad energética, vuelve a señalar a las primas a las energías renovables como causa principal del problema del déficit tarifario, al transferir parte de su financiación a los PGE. La enmienda prevé que un determinado porcentaje del importe de las primas correspondientes a cada año (un 38,3% para 2012 y siguientes) será incluido en la Ley de Presupuestos Generales del Estado (PGE) del año posterior, mientras que el importe restante (el 61.7 % del importe de primas para cada año) mantendrá la consideración de coste de diversificación y seguridad de abastecimiento del sistema a financiar por tanto con cargo a los peajes de acceso.

Todo parece apuntar en consecuencia a que los productores en régimen especial se van a convertir en los nuevos financiadores no ya del déficit de tarifa, sino incluso de un posible déficit público.

6.4. Planes Autonómicos y Regionales

Plan Regional de Ámbito Sectorial de la Bioenergía de Castilla y León

La Junta de Castilla y León pretende otorgar, mediante este plan, el rango adecuado a un conjunto de medidas que contribuyan a desarrollar el aprovechamiento energético de la biomasa en Castilla y León y, consecuentemente, favorezcan al desarrollo sostenible, rural y económico de la Comunidad Autónoma bajo unos principios rectores de carácter básico y fundamental.

La bioenergía en Castilla y León requiere de un apoyo institucional con la doble finalidad de resolver o minimizar barreras preexistentes y favorecer activamente al

sector. En este sentido, la Junta de Castilla y León propone el Plan Regional de Ámbito Sectorial de la Bioenergía de Castilla y León (PBCyL), como la herramienta para articular medidas a favor del sector.

El documento se estructura en una serie de capítulos que incluyen un análisis detallado de los recursos biomásicos susceptibles de valoración energética y sus posibles aplicaciones, realizando un diagnóstico de situación del sector de la bioenergía y el contexto que le rodea, proponiendo objetivos cuantitativos para el año 2020 (con una revisión ya programada en 2015), especificando las barreras y problemas existentes y previstos para alcanzar dichos objetivos así como estableciendo medidas y acciones concretas.

Planes en Andalucía

La política energética de la Comunidad Autónoma se ha formulado en sintonía con los principios y criterios de las políticas europeas y nacionales; apostando por la diversificación de fuentes de energía seguras y con bajas emisiones de carbono, la descentralización de la generación y la mayor eficiencia energética.

La planificación energética andaluza y las líneas de actuación que de ella resultan, dependen a su vez de las políticas que en materia de energía se desarrollen a nivel **europeo y nacional**, constituyendo su **marco de referencia**. Esta planificación andaluza se enmarca asimismo dentro de la planificación estatal desarrollada a través del Plan de Energías renovables en España 2005-2010 y de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012.

La presente Ley facilita el aprovechamiento de esa riqueza natural de Andalucía, mediante la ordenación del uso más racional y adecuado de la misma, tal como establece el artículo 45 de la Constitución Española y proyectan los planes energéticos europeo, español y andaluz. El Gobierno de la Comunidad Autónoma viene actuando en esa misma dirección, mediante la aprobación de decretos y planes operativos por parte de las diversas Consejerías.

Como principio fundamental para el fomento de las energías renovables se establece en esta Ley el reconocimiento de la primacía de las energías renovables sobre el resto de fuentes de energía, en cumplimiento de las disposiciones que al respecto establece la Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.

Regula también esta Ley el fomento del ahorro y la eficiencia energética, como parte del binomio formado junto con la referida declaración de primacía de las energías renovables.

El Estatuto de Autonomía para Andalucía, aprobado por Ley Orgánica 6/1981, de 30 de diciembre, en su artículo 13.14 otorga a nuestra Comunidad *competencias exclusivas sobre las instalaciones de producción, distribución y transporte de energía, cuando éste no salga de Andalucía y su aprovechamiento no afecte a otro territorio*.

Por Acuerdo de 3 de septiembre de 2002, del Consejo de Gobierno, se aprueba la adopción de una estrategia autonómica ante el cambio climático, y una de las propuestas normativas que en ella se incluyen es la elaboración de un «*Anteproyecto de Ley de Ahorro y Eficiencia Energética y para el Fomento de las Energías renovables*».

Posteriormente, por Acuerdo de 27 de enero de 2004, del Consejo de Gobierno, se aprueba la *Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible: Agenda 21 de Andalucía*, incluyendo entre sus orientaciones el fomento de las energías renovables, la reducción de la dependencia energética de Andalucía, el fomento del ahorro energético, el establecimiento de instrumentos para la mejora energética y la promoción de la construcción de viviendas energéticamente eficientes.

Asimismo, el Pleno del Parlamento de Andalucía, en su sesión celebrada el día 11 de junio de 2003, aprobó la presentación de un Proyecto de Ley de Fomento de las Energías renovables.

En el marco de la legislación estatal, y en el ámbito de las competencias de desarrollo legislativo que corresponden a la Comunidad Autónoma de Andalucía, la presente Ley se basa también en las competencias sobre régimen minero y energético y sobre protección del medio ambiente consagradas por el artículo 15.5. y 7. del Estatuto de Autonomía para Andalucía.

En el año 2001 se acuerda la formulación del **Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN 2003-2006)**, con el que se cierra un ciclo en el que, sin lugar a dudas, la planificación energética y la propia concepción del sistema energético en Andalucía ha alcanzado el rango que corresponde a una sociedad avanzada.

El PLEAN 2003-2006, al margen de objetivos puramente energéticos, ha sido el primer documento integrador de la política energética con el resto de políticas de la Junta de Andalucía, y también el primero de sus características en ser consensuado en el marco de los acuerdos de Concertación Social.

Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 (PASENER)

Este plan persigue la aproximación a un nuevo modelo energético que dé respuestas a las necesidades de abastecimiento de energía en el contexto de un desarrollo sostenible para nuestra comunidad. Recoge los aspectos que serán claves en este proceso: transversalidad de la política energética, gestión de la demanda y generación distribuida, uso prioritario de fuentes renovables e innovación. El plan profundiza en la senda del Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN) y de anteriores trabajos de planificación energética.

Este es el principal documento de planificación indicativa de biomasa en Andalucía.

Las acciones dirigidas a alcanzar los objetivos estratégicos formulados en el Plan se han dividido estableciéndose **cuatro programas de actuación** denominados «La Energía de los Ciudadanos», «Competitividad Energética», «Energía y Administración» e «Infraestructuras Energéticas».

La aplicación y desarrollo de las medidas contempladas en dichos programas tienen como referencia obligatoria los ámbitos territoriales identificados en el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía, a saber: Centros Regionales, Ciudades litorales, Ciudades Medias Interiores y Red de Asentamientos Rurales.

En el Programa de “*Competitividad Energética*”, alude a las empresas andaluzas juegan un doble papel, como demandantes de energía y de tecnologías energéticas y como desarrolladoras y oferentes de dichas tecnologías.

Línea de actuación “Adopción de criterios de gestión eficiente e incorporación de tecnologías renovables en la empresa”: promoviendo las inversiones en ahorro y eficiencia energética, promocionando la instalación de tecnologías renovables en las empresas, programa de fomento del ahorro energético y las energías

renovables en el sector turístico tradicional, fomento de la incorporación de sistemas de energías renovables como equipamiento de generación en zonas aisladas para el sector servicios, reforzando el concepto del turismo sostenible, Programa de fomento del ahorro energético y las energías renovables en la industria agroalimentaria, promoción de proyectos de generación de energía distribuida con energías renovables y tecnologías eficientes en parques tecnológicos empresariales y polígonos industriales.

En el Programa “*Energía y Administración*”, se encuentra la línea de actuación de “Desarrollo de la Red de Energía de la Junta de Andalucía” entre las actuaciones a desarrollar por la Red de Energía en los centros de consumo adscritos a la Red destacan las siguientes: a) realización de estudios energéticos que permitan evaluar la viabilidad de las medidas de ahorro energético y uso de energías renovables implementables en sus centros de consumo; b) asesoramiento y formación en la implementación de la normativa energética vigente en cada momento; c) asesoramiento en relación con las directrices generales y especificaciones técnicas de las contrataciones energéticas relevantes; d) seguimiento de las instalaciones energéticas para asegurar su eficiencia energética; e) interlocución con las compañías energéticas en las contrataciones de los suministros y equipamiento, y centralización de las incidencias que se reciban de estas compañías para facilitar y agilizar la resolución de las mismas; f) promoción de concursos públicos para la selección y contratación de servicios centralizados de suministro energético.

Otra línea de actuación de este programa es el “Uso de biocarburantes” en la flota de vehículos que presten servicio de transporte regular permanente de viajeros de uso general, así como la flota de vehículos de titularidad de la Junta de Andalucía.

La Administración andaluza incorporará biocarburantes en su flota de vehículos, así como aquellos autobuses de transporte regular de viajeros que se incluyen en la Ley 2/2007. Se establece un objetivo para el 2010 de uso del 10 % de biocarburantes para los autobuses y para las flotas de titularidad de la Junta de Andalucía del 15 %. Además se prestará atención a la compra corporativa de vehículos que acepten biocarburantes en sus mezclas (B-100 y E-85) y se fomentará una red de biogasolineras que dé cobertura a los usuarios.

Y también “Realizar un programa de biocarburantes”.

La medida contempla la realización de un programa de biocarburantes que analice las materias primas, las necesidades de I+D+i, los sistemas de producción y los usos finales de estos combustibles.

Ley 2/2007 de Fomento de las Energías renovables y del Ahorro y Eficiencia Energética de Andalucía

Esta ley y su [desarrollo reglamentario](#), contribuye a cumplir, desde el marco legislativo, los objetivos del PASENER.

Se define como instrumento para el fomento del uso de las energías renovables, la promoción del ahorro y la eficiencia energética, desde su producción hasta su consumo, así como la utilización racional de los recursos energéticos en el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía, bajo el principio de solidaridad colectiva en el uso de la energía.

Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía

Los fines perseguidos por la Ley se concretan en dos objetivos principales: el fomento de las energías renovables y la promoción del ahorro y la eficiencia energética.

En cuanto al primero de estos objetivos, la Ley establece, como principio inspirador, la primacía de las energías renovables sobre el resto de energías primarias. Este principio se plasma, en el articulado de la Ley, en medidas concretas de aplicación obligatoria tanto para los ciudadanos como para las Administraciones Públicas. Entre estas medidas destaca, a los efectos del presente Decreto, la obligación de incorporar en los edificios de nueva construcción y en las nuevas industrias instalaciones térmicas de aprovechamiento de energía solar y otras fuentes renovables de energía, así como sistemas de captación y transformación de energía solar fotovoltaica.

Respecto de los edificios públicos de la Junta de Andalucía y de sus entidades instrumentales, el legislador, siendo consciente de que la conducta de la Administración debe servir de modelo al sector privado andaluz y a la ciudadanía en general, establece la obligación de uso de energías renovables, no solo en los edificios e instalaciones de nueva construcción, sino también en los existentes. En cuanto al segundo objetivo, se garantiza que los nuevos edificios y centros industriales alcanzarán niveles adecuados de eficiencia energética, en tanto que se prohíbe el otorgamiento de las autorizaciones y licencias a los que no acrediten, mediante el correspondiente Certificado Energético Andaluz, el cumplimiento de todas las medidas exigidas.

Establece como medidas relativas al fomento de la biomasa: La regulación del aprovechamiento de la biomasa energética, así como la promoción del uso de la misma; la elaboración de planes de cultivos energéticos; la regulación del aprovechamiento del biogás; la elaboración de un programa de Biocarburantes; y la regulación del uso de los biocarburantes en el transporte público.

En el TÍTULO I. DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Artículo 17. Medidas de promoción y aprovechamiento de la biomasa.

1. La Administración de la Junta de Andalucía regulará la forma de aprovechamiento de la biomasa energética y desarrollará medidas de promoción para el uso de la misma.
2. Reglamentariamente se determinará el procedimiento de valorización de los residuos agrícolas, ganaderos, urbanos industriales y forestales, a fin de garantizar su aprovechamiento energético y la minimización de las emisiones a la atmósfera y del riesgo de incendio.
3. A fin de posibilitar el aumento del potencial de biomasa disponible en la Comunidad Autónoma, la Administración de la Junta de Andalucía elaborará programas de promoción de cultivos energéticos.
4. Reglamentariamente se determinarán los requisitos que habrán de cumplir las explotaciones que se acojan a los programas de promoción referidos en el apartado anterior, con objeto de garantizar la sostenibilidad global de las mismas.
5. Será obligatorio para los titulares de emplazamientos o instalaciones con potencial de producción de biogás su aprovechamiento de acuerdo con lo que reglamentariamente se determine.

La Administración de la Junta de Andalucía y las autoridades locales promocionarán la instalación de sistemas de producción, captación y aprovechamiento de biogás, potenciando, siempre que sea viable, el tratamiento de residuos mediante métodos de digestión anaeróbica que permitan la producción conjunta de biogás y compost.

CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA

DECRETO 169/2011, de 31 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Fomento de las Energías renovables, el Ahorro y la Eficiencia Energética en Andalucía.

Este Decreto desarrolla la Ley 2/2007 de fomento de las Energías renovables, el Ahorro y la Eficiencia Energética de Andalucía.

El Decreto consta de cinco Títulos en los que la biomasa se encuentra en las mejoras de eficiencia energética de equipos de generación térmica y de sistemas energéticos.

El Título I, relativo a EDIFICIOS, viene a establecer las medidas de uso de energías renovables, ahorro y eficiencia energética que se deberán cumplir tanto en edificios de nueva construcción como en edificios existentes que se encuentren incluidos dentro de su ámbito de aplicación. Se regula el Certificado Energético Andaluz y se establecen obligaciones relativas al mantenimiento de las condiciones energéticas de los edificios y sus instalaciones y, especialmente, la obligatoriedad de implementar los Planes de gestión de la energía exigibles a los edificios cuya potencia térmica nominal instalada sea superior a 70 kW.

Se indica Indica

En el Título II, INDUSTRIAS E INSTALACIONES concerniente a las Exigencias básicas de aprovechamiento de energías renovables, ahorro y eficiencia energética, establece las obligaciones de uso energías renovables, ahorro y eficiencia energética que deberán cumplir las nuevas instalaciones industriales y otros centros de gran consumo energético de Andalucía, así como los existentes que sean objeto de ampliación, cuando ésta suponga un determinado aumento de su consumo previo de energía primaria.

El Título III, OBLIGACIÓN DE USO DE BIOCARBURANTES Y BIOGÁS, donde se establecen y regulan obligaciones de uso de biocarburantes en los autobuses de transporte público regular de viajeros de Andalucía y en los vehículos de titularidad de la Junta de Andalucía y de sus entidades instrumentales.

Asimismo, se establece la obligación de exhibición de la etiqueta informativa de las características de los biocarburantes distribuidos al por menor en Andalucía.

En el Título IV ORGANISMOS COLABORADORES EN MATERIA DE ENERGÍAS RENOVABLES, AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA. Se reglamentan los requisitos y el régimen de funcionamiento de los organismos colaboradores en materia de energías renovables, ahorro y eficiencia energética.

El Título V CONTROL ADMINISTRATIVO, INSPECCIÓN Y RÉGIMEN SANCIONADOR, dedicado al control e inspección del cumplimiento de las obligaciones establecidas en este Decreto y en el resto de normativa aplicable en materia de energías renovables, ahorro y eficiencia energética, así como a su régimen sancionador.

PRESIDENCIA

LEY 5/2011, de 6 de octubre, DEL OLIVAR DE ANDALUCÍA

Exponiéndose como motivos que el olivar es el agrosistema más representativo y simbólico de Andalucía, y desde los poderes públicos y el conjunto de la sociedad andaluza es considerado como estratégico.

El Título Preliminar determina el objeto de la ley, el espacio geográfico de su aplicabilidad, que el texto legislativo denomina como «territorio de olivar», el ámbito de actuación desde la perspectiva sectorial que emana del cultivo y sus productos, los fines que propugna para conseguir el objeto de la ley y los principios inspiradores en que se basa el texto normativo. En este apartado se especifica como el ámbito de aplicación de esta ley afecta entre otros al Sector de la biomasa y otros productos derivados (artículo 2. e). También, que entre los fines está el de Fomentar el uso eficiente del agua y la energía y la utilización de energías renovables, en particular la biomasa, así como potenciar la consolidación en el sector olivarero de un modelo eficiente y competitivo de explotaciones agrarias e industrias transformadoras (artículo 3. h).

El Título II, de medidas para el fomento del olivar, contiene el conjunto de actuaciones a realizar por el sector productor con el apoyo de los poderes públicos para mantener y mejorar la renta de los olivicultores.

En el artículo 25: Eficiencia energética y energías renovables. Se fomentarán las actuaciones tendentes a conseguir el ahorro y la mejora de la eficiencia energética en las explotaciones olivareras y en la industria de transformación, y se promoverán medidas que tengan por finalidad el aprovechamiento energético de los residuos agrícolas e industriales, la producción de energía a partir de la biomasa y la producción y uso de energías renovables, considerando particularmente la eficiencia de los ciclos de los recursos en las explotaciones olivareras.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

ORDEN de 29 de diciembre de 2011, por la que se regula el aprovechamiento de la biomasa forestal con destino energético.

Esta Orden de la Consejería de Medio Ambiente es la que regula el uso de la biomasa forestal para usos energéticos.

El Estatuto de Autonomía para Andalucía establece en **su artículo 57, que corresponde a la Comunidad Autónoma, entre otras, la competencia exclusiva en materia de montes, explotaciones, aprovechamientos y servicios forestales**, todo ello, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 149.1.23.º de la Constitución.

La Ley 2/1992, de 15 de junio, Forestal de Andalucía, en el ámbito de los terrenos forestales de Andalucía, tiene como objetivo propiciar la adecuada utilización de los recursos naturales renovables.

Para su desarrollo se dictó el Reglamento Forestal de Andalucía, aprobado por Decreto 208/1997, de 9 de septiembre, cuya disposición final tercera faculta a la persona titular de la Consejería de Medio Ambiente a dictar cuantas disposiciones sean precisas para el desarrollo y ejecución de lo previsto en el mismo.

La producción de biomasa forestal presenta un gran interés desde los puntos de vista ambiental, económico y social. Así, contribuye a reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y la cantidad de combustible existente en los montes,

disminuyendo el riesgo de incendios forestales. Además, el uso de la biomasa como fuente de energía aminorará nuestra dependencia energética exterior, complementa a otras energías renovables aportando seguridad energética, y en el caso particular de la biomasa forestal, su extracción de terrenos forestales junto con el establecimiento y desarrollo de instalaciones industriales transformadoras constituye una potente herramienta de generación de empleo en zonas rurales.

La extracción de biomasa en forma de madera, leñas y otros productos ha sido y es un aprovechamiento tradicional en nuestros montes. Cuando se realiza de forma racional, se garantiza la perdurabilidad del recurso y la compatibilidad con el resto de bienes y servicios generados por los ecosistemas forestales.

Este uso de la biomasa forestal como fuente de energía térmica cobra en la actualidad un fuerte impulso, al tratarse de una fuente de energía natural renovable fácilmente transformable en energía térmica y/o eléctrica, como pone de relevancia su inclusión en el Plan de Acción Nacional de Energías renovables de España (PANER) 2011-2020 y en el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

El elevado interés que suscita el uso de la biomasa como fuente de energía renovable y su inclusión en el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, que establece un sistema de primas económicas al uso como combustible principal de biomasa forestal para la producción de energía, han supuesto la creación de un mercado cuya base es el aprovechamiento de la biomasa forestal, por lo que se hace **necesaria la regulación específica de su aprovechamiento como recurso natural renovable en los terrenos forestales, dentro del ámbito de la Ley 2/1992, de 15 de junio, Forestal de Andalucía, y en el contexto del citado Real Decreto, definiendo y delimitando el aprovechamiento de biomasa forestal y clarificando el régimen de autorizaciones requerido de acuerdo con la normativa forestal junto con otros aspectos conexos.**

6.5. Biomasa en Edificación

A) Directiva Europea relativa a la Eficiencia Energética de Edificios

La Directiva Europea de 2010 relativa a la eficiencia energética de edificios (Directiva 2010/31/UE) tiene como objeto fomentar la eficiencia energética de los edificios, teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como las exigencias ambientales interiores y la rentabilidad en términos coste-eficacia.

La Directiva introduce un concepto fundamental que es el de **edificio de consumo energético casi nulo** con objeto de reducir la dependencia energética. Para ello, la cantidad de energía consumida, que será muy baja o casi nula, deberá estar cubierta en gran medida por energía renovable producida *in situ* o en el entorno.

La Directiva tiene como objetivo que los edificios sean eficientes y para ello se pretende que:

- No más tarde del 31 de diciembre de 2020 todos los edificios nuevos sean de consumo de energía casi nulo.

- No más tarde del 31 de diciembre de 2018 todos los edificios públicos nuevos sean de consumo energético casi nulo.

Otros objetivos destacables de esta Directiva son los siguientes:

- Reducir el consumo energético en un 40%, las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% y mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 2°C.
- Reducir el consumo general de energías.
- Aumentar el consumo de energías renovables.

La trasposición de esta directiva obliga a los Estados Miembro a una de las dos opciones siguientes:

- Modificar el **Código Técnico de Edificación (CTE)**, el **Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RD 1027/2007)** y el **Certificado Energético de Edificios (RD 147/2007)**.
- Redactar un nuevo CTE y un nuevo Reglamento de **Instalaciones Energéticas o Técnicas de Edificio** que podría incorporar el Certificado Energético de Edificios. Estas nuevas normas deben aportar una visión sencilla y clara que promueva la construcción y remodelación de edificios con intención de ahorro energético (tanto eléctrico como térmico) y mediante el empleo de energías renovables.

El objetivo es reducir nuestra dependencia energética, ya que según datos del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, la diferencia en 2011 entre exportaciones e importaciones de productos energéticos por nuestro país ha sido de -31.148 millones de euros sobre un total contabilizando todos los sectores de nuestra economía de -35.483 millones, lo que supone nada menos que el 87,8% de ese déficit total. Además, España es actualmente el segundo país del mundo que más gasta en la compra de derechos de emisión, tras Japón, con 770 millones de euros.

B) Código Técnico de Edificación (CTE)

B.1) Antecedentes:

El Código Técnico de la Edificación (**CTE**) es el marco normativo que establece las exigencias de seguridad y habitabilidad que deben cumplir los edificios para satisfacer los requisitos básicos de la edificación. Estos **requisitos básicos** vienen fijados en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación (**LOE**). El CTE se aplica a edificios de nueva construcción, a obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación y a determinadas construcciones protegidas desde el punto de vista ambiental, histórico o artístico.

El CTE pretende dar respuesta a la demanda de la sociedad en cuanto a la mejora de la calidad de la edificación, a la vez que persigue aumentar la protección del

usuario y fomentar el desarrollo sostenible. Entre las exigencias básicas de calidad que establece se incluye el **ahorro de energía**. Desde este punto de vista la aprobación en 2006 del CTE supuso un importante avance para el sector de la biomasa, estableciendo retos y responsabilidades evidentes.

Más aún cuando una de las principales novedades del CTE respecto a la legislación anterior sobre edificación en España era el enfoque por **objetivos o prestaciones**; se buscaba así fijar las características objetivas que determinan la aptitud de un edificio para responder a las funciones marcadas en su diseño. Este enfoque permite favorecer las **innovaciones tecnológicas** en el proceso de edificación cambiando la orientación prescriptiva de la legislación anterior que actuaba como barrera a las innovaciones por basarse en procedimientos aceptados o guías técnicas.

Esta orientación se reforzaba porque el CTE enuncia los criterios que deben cumplir los edificios pero deja abierta la forma en que deben cumplirse. Esta particularidad, que está presente en las regulaciones de la mayor parte de los países de nuestro entorno, permite una flexibilidad que favorece la aplicación de la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i), así como un aumento del uso de las **nuevas tecnologías** en el sector de la construcción, al integrar de forma más directa los avances logrados gracias a estas actividades.

Las energías renovables, y dentro de ellas la biomasa, son fundamentales en esta filosofía. Pero, por supuesto, es clave la forma de articulación de estos objetivos. El CTE se articula por **Documentos Básicos (DB)**, que son textos de carácter técnico que trasladan al terreno práctico las exigencias establecidas. Cada uno de los documentos incluye los límites y la cuantificación de estas exigencias y una relación de procedimientos que permiten cumplir los requisitos.

Documentos CTE	Rendimiento de las instalaciones térmicas
<ul style="list-style-type: none"> ■ Real Decreto + Parte I ■ DB SE: Seguridad Estructural ■ DB SI: Seguridad Caso de Incendio ■ DB-SUA: Seguridad de Utilización y Accesibilidad ■ DB HS: Salubridad ■ DB HR: Protección frente al Ruido ■ DB HE: Ahorro de Energía 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limitación de demanda energética 2. Rendimiento de las instalaciones térmicas 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación 4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria 5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

Figura 7: DB HE Ahorro de energía del CTE.

Entre los DB del CTE se incluye uno específico de **“Ahorro de energía” (DB HE)**. Su objetivo es conseguir un uso racional de la energía necesaria en los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y consiguiendo que una parte de éste proceda de **fuentes de energía renovable**, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Además, aparece una exigencia básica (HE 2) de “rendimiento de las instalaciones térmicas” desarrollada por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (**RITE**) que ha sido ya comentado en el apartado anterior y sobre el que se ampliará información en el siguiente y cuya aplicación debe quedar definida en el proyecto del edificio. También se incluyen exigencias básicas de “contribución solar mínima

de agua caliente sanitaria” (HE 4) y de “contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica” (HE 5). En general, los valores derivados de estas exigencias básicas tienen consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

Todo este conjunto normativo permitía prever un positivo efecto sobre la biomasa forestal. Pero esta expectativa se ha visto, sin embargo, **amenazada** por una actualización de este DB HE “Ahorro de energía” realizada como proyecto de Orden.

B.2) Situación creada por el Proyecto de Orden que actualiza el documento básico DB HE “Ahorro de Energía” del CTE. [\(30 de septiembre de 2012\)](#)

La actualización del Documento Básico DB HE “Ahorro de Energía” del Código Técnico de la Edificación se hacía necesaria por varios motivos, destacando entre ellos:

- La necesidad de transponer parcialmente al ordenamiento jurídico español la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios, en lo relativo a los **requisitos de eficiencia energética** de los edificios, establecidos en sus artículos 3, 4, 5, 6 y 7. Puede resumirse el espíritu de esta normativa europea diciendo que **prioriza el uso de fuentes renovables** en edificación. La transposición completa de esta normativa debería hacerse entre julio de 2012 y enero de 2013 a tenor de lo dispuesto en el artículo 28 de dicha Directiva.
- La necesidad de establecer una definición de ámbito nacional sobre el concepto “edificio de **consumo de energía casi nulo**” al estar establecida en dicha Directiva 2010/31/UE la obligatoriedad de fijar unos criterios mínimos de eficiencia energética. Se busca así alcanzar unos niveles óptimos de rentabilidad en estos edificios, al ser obligatorio que antes del 31 de diciembre de 2020 todos los edificios nuevos tengan un consumo de energía casi nulo.
- La necesidad de transponer la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 en lo relativo a la exigencia de niveles mínimos de energía procedente de **fuentes renovables** en los edificios, establecida en su artículo 13, que fija como obligaciones para los estados miembros la introducción en sus códigos y normas de las medidas apropiadas para **aumentar la cuota de todos los tipos de energías renovables** en la construcción. Los artículos en que esto se reseña se recogen subrayados en la figura 2. También se recomienda su uso en la planificación, el diseño, la construcción y la renovación de las zonas industriales o residenciales.

WWW.

- *Los Estados miembros recomendarán a todos los agentes, en particular a los organismos administrativos locales y regionales velar por que se instalen equipos y sistemas para la utilización de electricidad, calor y frío a partir de fuentes de energía renovables, y para sistemas urbanos de calefacción o refrigeración, a la hora de planificar, diseñar, construir y renovar zonas industriales o residenciales. En particular, los Estados miembros alentarán a los organismos administrativos locales y regionales a incluir la calefacción y la refrigeración a partir de fuentes de energía renovables en la planificación de la infraestructura urbana de las ciudades donde proceda.*

Figura 8: Obligaciones para los Estados Miembros recogidas en el artículo 13 de la Directiva 2009/28/CE y del Consejo de 23 de abril de 2009.

Conocida la necesidad de realizar estas modificaciones en el DB Ahorro de energía del CTE, debe decirse que en su tramitación ha surgido una importante polémica. En opinión de la mayoría del sector de la biomasa forestal, la propuesta de Orden publicada no acierta en su intento de recoger estas necesidades, por lo que

consideran que no se están transponiendo las directivas correctamente en este Documento Básico a pesar de que en la exposición de motivos del mismo sí se admite que es necesario hacerlo.

En base a estos argumentos, la mayoría de las empresas del sector creen que, de no realizarse importantes modificaciones, se provocarán importantes perjuicios y se impedirá el logro de los objetivos establecidos para la biomasa. Las modificaciones que permitirían, en opinión de una gran parte del sector, alejar este peligro y que deberían recogerse en el nuevo DB HE “Ahorro de energía” del CTE serían:

- Realizar la transposición del artículo 13 “Procedimientos administrativos, reglamentos y códigos” 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.
- Que en lo referente a Exigencias básicas de Ahorro de Energía se elimine la consideración de que para obtener el objetivo, además de reducir a límites sostenibles su consumo haya que conseguir que **sólo una parte** de este consumo proceda de fuentes renovables. Las fuentes renovables en base a las características del proyecto, la construcción, el uso y el mantenimiento tienen la capacidad de proporcionar el 100% de dicho consumo, por lo que **no debería existir esta limitación**. Además, el porcentaje de utilización de las mismas debería vincularse a criterios de balance de energía y rentabilidad económica, sin limitaciones normativa contrarias a lo ya establecido en la Unión Europea.
- Que se elimine la consideración de que una parte de las necesidades energéticas térmicas se cubran mediante la incorporación de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de **energía solar de baja temperatura**. Las Directivas Europeas que deben ser transpuestas en este proyecto de Orden en ningún caso priorizan unas energías renovables sobre otras, sino que consideran el conjunto de energías renovables integrables en la edificación de manera global. Sin embargo, el Proyecto de Orden únicamente se considera explícitamente a la energía solar. Asimismo debe **eliminarse** la consideración de que solamente una parte de las necesidades energética térmicas se cubra con fuentes renovables al no estar establecida en las Directivas Europeas que deben ser transpuestas, que en cambio sí establecen que la utilización de las fuentes renovables vendrá determinada por criterios de viabilidad técnica, medioambiental y económica, priorizando el uso de las mismas (en ningún caso limitando su contribución a ‘una parte’) y considerando todas las posibles.
- Que se **elimine** la consideración que se hace a la **energía solar térmica** y se consideren todas las fuentes de energías renovables integrables en edificación que están definidas en las Directivas 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios; y 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.
- Que se **elimine** igualmente la consideración que se hace a la **energía solar fotovoltaica** y se consideren todas las fuentes de energías renovables integrables en edificación que están definidas en las Directivas 2010/31/UE

del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios; y 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.

Un punto de apoyo importante para el sector en la reclamación de la mejora de este proyecto de Orden conforme a sus intereses son no sólo las Directivas Europeas citadas sino el vigente **Plan de Energías renovables - PER 2011-2020** que en su capítulo 6.1 “Propuestas Horizontales Globales” establece que *“se modificará el Código Técnico de la Edificación para que se incluya la obligatoriedad de que una parte de la demanda tanto **térmica como eléctrica**, proceda de instalaciones que incluyan distintas **soluciones renovables**”*. También, y de forma específica para el sector, recoge en su capítulo 4.3 “Análisis del sector de la biomasa” el *“desarrollo de un marco normativo y regulatorio adaptado a la introducción de las **instalaciones de biomasa** en el sector edificios, donde se tengan en cuenta las ventajas que supone su implantación. Para ello, se realizarán las correspondientes modificaciones y ampliaciones en el **Código Técnico de la Edificación**, en la certificación energética de edificios, y en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificación”*.

En cualquier caso, la importancia de la utilización de fuentes de energías renovables en la edificación va más allá de la obligatoriedad del cumplimiento de las normas europeas y de las más que relevantes implicaciones medioambientales. Debe recordarse que España presenta una dependencia energética muy superior a la media de los países europeos cuya consecuencia inmediata lastra y desequilibra la balanza de pagos del país por la compra de productos energéticos. El fomento y la utilización generalizada de energías renovables en la edificación junto con la implementación de las oportunas medidas de ahorro y eficiencia energética, permitirían que España ahorrara en la compra de productos energéticos a terceros países, ahorro especialmente valioso en la coyuntura actual. Asimismo permitiría impulsar al sector empresarial español vinculado con la climatización renovable, así como la inversión de este sector en I+D+i en tecnología nacional. La consecuencia de esto sería la creación de puestos de trabajos directos e indirectos y que en el sector de la biomasa sería especialmente relevante por su imbricación con el abastecimiento de la materia prima.

La modificación del DB HE “Ahorro de energía” y la forma en que se realice la trasposición del derecho secundario de la UE va a resultar clave en la superación de estos retos y en el aprovechamiento de estas oportunidades. En próximas ediciones del CONAMA se podrá analizar si se ha logrado con éxito o no.

C) Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE)

C.1) Antecedentes.

El **Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE) que se aprobó en 2007** (RD 1027/2007 de 29 de agosto de 2007) tiene por objeto establecer las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas.

Este reglamento ya en el preámbulo habla de fomentar la utilización de la energía solar térmica sobre todo en la producción de agua caliente sanitaria.

En el Anexo II sobre las Instrucciones Técnicas y en referencia al aprovechamiento de energías renovables (IT 1.2.4.6.) se refleja el análisis de la contribución solar para la producción de agua caliente sanitaria, la contribución solar para calentar piscinas cubiertas, piscinas al aire libre y climatización de espacios abiertos. No se hace, por tanto, más referencia a ninguna otra energía renovable. Pero el reglamento en su disposición final exige revisar la eficiencia energética en intervalos no superiores a 5 años. Esta disposición permitiría ampliar el ámbito de aplicación del reglamento teniendo en cuenta más energías renovables.

C.2) Propuesta de mejora del RITE por la necesidad de transposición de la Directiva Europea. [\(22 de junio de 2012\)](#)

El proyecto de Real Decreto por el que se modifican algunos artículos del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) se justifica según indica el propio proyecto en la exigencia normativa de proceder a la revisión periódica del RITE al menos cada cinco años, y sobre todo en la obligación de trasponer la Directiva 2010/31/UE de 19 de mayo de 2010 relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios.

Este segundo motivo, siendo esencial, no es incluido sin embargo en este proyecto de Real Decreto, y significa –caso de que prospere la actual redacción– el incumplimiento de hecho de los plazos de trasposición de esta Directiva. El sector entiende que el Gobierno debe contemplar la trasposición de dicha Directiva en la que se priorizan contundentemente las energías renovables en la edificación, para no incurrir en incumplimiento de sus compromisos con la UE.

Al no haber sido transpuestos los contenidos indicados en el proyecto de Real Decreto por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del RITE, ha llevado al sector a solicitar que se proceda a la incorporación de los mismos en los apartados correspondientes, de manera que se contemple lo siguiente:

- Dado que el nuevo RITE va a contribuir también a alcanzar los objetivos establecidos por el Plan de Energías Renovables 2011-2020, debe modificarse el siguiente texto de la primera página del RITE vigente: *el nuevo Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) que se aprueba por este real decreto es una medida de desarrollo del Plan de acción de la estrategia de ahorro y eficiencia energética en España (2005-2007) y contribuirá también a alcanzar los objetivos establecidos por el Plan de fomento de las energías renovables (2000-2010), fomentando una mayor utilización de la energía solar*

Eliminado: ¶

térmica sobre todo en la producción de agua caliente sanitaria. Al entender que según establece la Directiva 2010/31/UE debe fomentar la utilización de todos los tipos de energías renovables que define la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios en su artículo 2, y no únicamente la energía solar tal y como establece ahora. Asimismo debe considerar la aportación de estas fuentes renovables no solo en la producción de agua caliente sanitaria tal y como establece ahora, sino además debe considerar su aportación en la producción de energía térmica para climatización.

- El propio Plan de Energías Renovables 2011-2020 vigente en sus capítulos 4.3 “Análisis del sector de la biomasa”, y 4.6 “Análisis del sector geotérmico y de otras tecnologías del ambiente” establece respectivamente en los apartados de propuestas normativas de ambos:
 - ✓ Desarrollo de un marco normativo y regulatorio adaptado a la introducción de las instalaciones de biomasa en el sector edificios, donde se tengan en cuenta las ventajas que supone su implantación. Para ello, se realizarán las correspondientes modificaciones y ampliaciones en el Código Técnico de la Edificación, en la certificación energética de edificios, y en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificación.
 - ✓ Adaptación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificación a las tecnologías de energías renovables. Estandarización de los sistemas geotérmicos en la edificación, e integración de la geotermia en los elementos constructivos.

Se trata de propuestas normativas que dicta un Plan aprobado por el Consejo de Ministros en 2011, que deben ser incluidas en la revisión del RITE que se está llevando a cabo actualmente (2012), que es cuando corresponde en base al principio de coherencia entre las distintas políticas públicas. No tendría sentido esperar cinco años más a que vuelva a procederse a la revisión periódica del RITE para hacerlo. El momento es ahora, máxime cuando el plazo de transposición de la Directiva 2010/31/UE en los Estados Miembro finaliza el 9 de julio de 2012.

- El artículo 12 punto 6 del RITE vigente dispone que *las instalaciones térmicas aprovecharán las energías renovables disponibles, con el objetivo de cubrir con estas energías una parte de las necesidades del edificio.* Tal y como establece la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios, que debe transponerse actualmente en el nuevo RITE, la utilización de energías renovables debe priorizarse ante la utilización de fuentes de energía fósil. Dado que las tecnologías energéticas renovables disponibles actualmente en el mercado tienen la capacidad de cubrir las necesidades energéticas de un edificio, debería eliminarse la limitación actual de que únicamente se utilicen para cubrir una parte de las necesidades energéticas de edificio, vinculando la selección y el diseño de la solución fundamentalmente con criterios de balance de energía y rentabilidad económica.

Resulta fundamental que en el nuevo RITE no se obvие la integración de las energías renovables en la edificación, al contrario, debe establecerse explícitamente que su uso debe ser prioritario frente a la utilización de tecnologías fósiles tal y como establece la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios que está siendo objeto de transposición en el nuevo RITE. Siendo obligación de los Gobiernos de los distintos Estados Miembro la orientación, la formación y la instrucción a través de los reglamentos nacionales de la utilización de energía procedente de fuentes renovables al planificar, diseñar, construir y reformar zonas industriales o residenciales.

La modificación de determinados artículos e instrucciones técnicas del RITE que está llevándose a cabo actualmente resulta el momento idóneo para hacerlo, no solo porque así lo establece la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios, y el Plan de Energías Renovables 2011-2020; sino porque la importantísima dependencia energética de combustibles que no son autóctonos ni renovables con la que cuenta Europa en general y España en particular implica una factura que no nos podemos permitir pagar ni económicamente (tal y como queda demostrado en la tabla que está a continuación), ni medioambientalmente (España es actualmente el segundo país del mundo en compra de derechos de emisión tras Japón, con 770 millones de €).

Comercio de mercancías de España, por productos.

Sector Económico	2011 ene-sep						2011	2010	2011-2010
	Exportaciones			Importaciones			Saldo	Saldo	Difer saldo
	mill. euros	% (1)	tva (2)	mill. euros	% (1)	tva (2)	mill. euros	mill. euros	mill. euros
Alimentos	22.064	13,9	8,9	19.972	10,3	11,6	2.092	3.144	-1.052
Productos energéticos	10.224	6,5	50,0	41.372	21,4	28,6	-31.148	-34.441	3.293
Materias primas	41.87	26,5	10,4	43.425	22,4	6,8	-1.555	-3.539	1.984
Semimanufacturas	4.348	2,7	31,3	8.422	4,3	25,7	-4.074	-4.76	0.686
Bienes de equipo	31.455	19,9	15,1	34.401	17,8	-0,8	-2.946	-10.473	7.527
Sector automóvil	25.597	16,2	17,4	19.802	10,2	7,0	5.795	5.819	-0.024
Bienes de cons. dura.	2.577	1,6	0,8	4.784	2,5	18,8	-2.207	-4.404	2.197
Manuf. de consumo	12.954	8,2	9,4	20.114	10,4	5,3	-7.16	-9.767	2.607
Otras mercancías	7.133	4,5	55,8	1.413	0,7	96,7	5.72	5.146	0.574
Total Sectores	158.222	100	16,0	193.705	100,0	9,9	-35.483	-53.276	17.793

Notas: (1) porcentaje sobre el total. (2) tasa de variación anual respecto del mismo periodo de 2010.

Fuente: elaborado a partir de DataComex, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Tabla 25. Comercio de mercancías de España por productos (reseñable energéticos). Fuente: Elaborado a partir de DataComex, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

D) Certificado de Eficiencia Energética de Edificios

D.1.) Antecedentes

La calificación de eficiencia energética, según R.D. 47/2007, es la expresión del consumo de energía que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación. Se determinará de acuerdo con la metodología de cálculo que figura en el Anexo I y se expresará con indicadores energéticos mediante la etiqueta de eficiencia energética media del Anexo II (Figura X).

El **certificado de eficiencia energética de un edificio** asigna una Clase Energética de Eficiencia a los edificios de nueva construcción y a los que se han restaurado. Las clases varían desde la clase A para los energéticamente más eficientes, hasta la clase G para los menos eficientes.

Existe un programa registrado en el Ministerio de Industria (CALENER) para hacer los cálculos que se centran en comparar el edificio construido con otro de similares cuyos mínimos de eficiencia energética que figuran en el RITE (sección HE 2 "Rendimiento de las instalaciones térmicas, desarrollados) y en el CTE (sección HE 4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria sección HE-5" contribución solar fotovoltaica mínima de energía eléctrica).

Indicador energético principal es el definido por:

- Emisiones anuales de CO₂, en kg por m² de superficie útil del edificio.
- Energía primaria anual en kWh por m² de superficie útil del edificio.

Indicadores complementarios son:

- Desglose de emisiones de CO₂ para los servicios principales del edificio.
- Desglose de consumo de energía primaria para los servicios principales del edificio.
- Energía demandada por el edificio para cada uno de sus servicios principales.

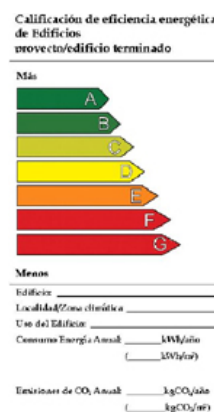


Figura 9: Calificación de eficiencia energética de los edificios RD 47/2007

Para edificios de **nueva construcción** los indicadores energéticos se obtendrán a partir de una metodología de cálculo que, en general, integre los elementos considerados en el Anexo de la Directiva 2002/91/CE, que en síntesis son:

- Disposición y orientación del edificio.
- Características térmicas de la envuelta.

- Características instalaciones calefacción y A.C.S. instalaciones de refrigeración e iluminación.

D.2.) Propuesta de mejora del certificado de eficiencia energética por la necesidad de transposición de la Directiva Europea.

De nuevo en la discusión de este asunto, algunos expertos han indicado la idoneidad de proponer mejoras en los certificados de eficiencia energética, aprovechando la la trasposición de la Directiva europea. Estas mejoras, fundamentalmente, serían:

- Debería computarse claramente el conjunto de la energía consumida por el edificio, tanto eléctrico como térmico.
- El edificio de referencia en el programa empleado para el cálculo de la eficiencia energética, debería ser el edificio de consumo nulo o casi nulo (edificio bien orientado y aislado que apenas utiliza energía para luz, calor o refrigeración).
- El **valor A** de eficiencia debería estar reservado para viviendas similares y **viviendas no unifamiliares**. Así mejoraría la claridad de estas etiquetas para el usuario.
- Se **debería** valorar claramente la demanda de energía y especialmente la de energía eléctrica por equipos eléctricos adicionales (luces, aires acondicionados, calefacciones eléctricas, etc.).
- Se debería separar la evaluación de calefacción y A.C.S. de otros métodos de refrigeración, iluminación y equipos eléctricos adicionales. Se debería proporcionar el valor óptimo al uso de biomasa para calefacción y A.C.S.

Una importante conclusión en opinión de buena parte de los implicados es que se podría redactar un nuevo reglamento de instalaciones energéticas de edificios y su etiquetado, simplificando los procedimientos, los documentos y teniendo en consideración el conjunto de energías sin favorecer unas renovables frente a otras.

7. INTERÉS POR PARTE DEL SECTOR PRIMARIO DE APERTURA DE NUEVOS MERCADOS PARA MOVILIZAR LA BIOMASA Y FIJAR LA POBLACIÓN RURAL

El sector primario tiene cada vez menos peso en la economía de nuestro país, tanto en su aportación al PIB como al empleo (2,3 % del PIB y 4,2 % del empleo según datos del Instituto Nacional de Estadística para el año 2011). La modernización del país, traducida principalmente en el incremento del sector terciario o servicios, las condiciones físicas (altitud, pendiente, etc.), así como la paulatina desertificación y desertización de nuestro territorio, pueden ser algunas de las causas que expliquen la baja competitividad de la agricultura, ganadería y silvicultura.

En este escenario resulta evidente que sus agentes busquen soluciones que prolonguen y diversifiquen sus modelos de negocio. La bioenergía se presenta como una solución única que puede abrir nuevos caminos de viabilidad para el sector, teniendo en cuenta que son fuente de la mayor parte de la biomasa disponible y susceptible de movilizar.

Establecida la necesidad de producción alternativa y materia prima energética disponible, es fundamental el entendimiento del medio rural para proponer proyectos bioenergéticos exitosos. La clave debe ser cubrir las necesidades reales y proponer soluciones a los procesos auxiliares que suponen una penalización económica (por ejemplo la eliminación de los residuos de sus actividades).

Si hacemos una radiografía general de las comunidades rurales de nuestro país y sus actividades económicas nos daremos cuenta rápidamente de que hay factores que predominan, como la diversidad productiva, la predominancia de la titularidad privada y el escaso tamaño de las explotaciones:

- Agricultura: el 52 % de las explotaciones agrícolas tienen menos de 5 ha de superficie, siendo la superficie media nacional menor a 25 ha. Más del 90% de estas explotaciones se aprovechan en régimen de propiedad, con una mano de obra familiar del 63 %. En cuanto al tipo de cultivos encontramos que el 48 % son herbáceos, el 35 % son leñosos y el 17 % son pastos permanentes, y dentro de estos subgrupos también predomina la diversidad. (Fuente: Censo Agrario 2009. INE).
- Ganadería: teniendo en cuenta los tipos de ganadería tradicional, los datos arrojan que de las 50 millones de cabezas ganaderas cerca de un 50% son de porcino (con una media de 354 cabezas por explotación), el 33% es ovino (240 cab/expl.), el 12 % es bovino (52 cab/expl.) y el 5 % es caprino (79 cab/expl.). La actividad avícola supone 200 millones de cabezas con unos valores medios de dos mil cabezas por explotación. De nuevo nos encontramos con diversidad de producción y escaso tamaño de las explotaciones. (Fuente: Censo Agrario 2009. INE).
- Silvicultura: sería el sector de más difícil caracterización pues no se han realizados censos pormenorizados como en las otras actividades. Sí se puede afirmar que existe una gran variedad en la propiedad con clara predominancia privada (66 % de la superficie según datos del Informe de 2010 sobre el sector forestal de la Sociedad Española de Ciencias Forestales), predominancia de las parcelas de deficitaria superficie para su aprovechamiento energético y gran diversidad de formaciones vegetales y

aprovechamientos, como corresponde a un país de grandes diferencias físicas y climáticas.

Estos datos nos aproximan a la realidad rural de nuestro país y hacen necesario el establecimiento de un modelo bioenergético individualizado, que proponga soluciones a agricultores y ganaderos, gestores públicos y propietarios privados forestales, favoreciendo su competitividad y disminuyendo sus costes de explotación, con tecnologías adaptadas a las múltiples biomásas locales disponibles y a las múltiples necesidades energéticas finales.

7.1. La movilización sostenible de recursos forestales

La movilización sostenible de recursos forestales es fundamental en primer lugar para asegurar la salud y el futuro de nuestros bosques. Un bosque productivo y bien gestionado ofrece beneficios ambientales, sociales y económicos y son una excelente solución para evitar incendios y controlar plagas.

Problemas estructurales del sector forestal: la ordenación y el transporte forestal

Desde el punto de vista de la industria de base forestal, es primordial, como en cualquier sector, un aprovisionamiento de materia prima estable para una correcta planificación su actividad. La movilización sostenible de recursos forestales y una mejora en el transporte forestal son, sin duda dos herramientas eficaces para conseguir este fin.

Si comprobamos los datos relativos a la ordenación forestal, vemos que los datos en España son contundentes, sólo un 12,39 % de la superficie está ordenada (AVANCE ANUARIO ESTADÍSTICA FORESTAL 2010, MAGRAMA). Esto pone de relieve que la gestión forestal es una asignatura pendiente en nuestro país.

También cabe destacar que el transporte es uno de los grandes lastres de la competitividad de las empresas del sector forestal en España. En este sentido existe una solución sencilla y barata, revisar al alza la normativa que fija las masas máximas permitidas para el transporte forestal, tal y como pasa en gran parte de los países de la UE, entre ellos Francia y Portugal.

Esta medida, que no implica ninguna inversión de la administración, favorecería la ordenación de nuestros bosques al reducir los costes asociados al transporte, entre otros beneficios directos e indirectos. Esto propició que el Consejo de la Unión Europea recogiera la especificidad del sector forestal en el artículo 4.4 de la DIRECTIVA 96/53/CE por la que se establecen, para determinados vehículos de carretera que circulan en la Comunidad, las dimensiones máximas autorizadas en el tráfico nacional e internacional y los pesos máximos autorizados en el tráfico internacional.

Impulso de nuevos nichos de mercado para el sector forestal

Los problemas estructurales expuestos son comunes para todo el sector industrial de base forestal y pueden afectar de igual manera al impulso de nuevos nichos de mercado. Por lo tanto, para que el sector forestal continúe siendo tractor del desarrollo en las zonas rurales es imprescindible ahondar en estos aspectos.

Es importante destacar la importancia del sector forestal en la Política Agraria Común, por lo que los aprovechamientos forestales pueden ser una excelente alternativa para los cultivos tradicionales y explotaciones ganaderas no rentables, no obstante, esto tendrá que ir ligado a un tejido industrial fuerte que pueda dar salida a los diferentes productos existentes. Es, por tanto necesario, en vista de una

futura recuperación de la economía, apostar por la movilización sostenible de madera para mantener el tejido industrial existente y fomentar los nuevos nichos de mercado.

El sector forestal dispone de una materia prima que bien gestionada es inacabable y ofrece multitud de bienes y servicios, no sólo para la industria, sino para el conjunto de la sociedad y esto es lo que hace incomparable a la madera y es este el futuro del sector

7.2. Caracterización de un modelo bioenergético rural

- Plantas en función del recurso sostenible: el objetivo es cubrir las necesidades locales, sustituyendo las fuentes energéticas tradicionales por energía renovable y limpia, pero equilibrando la oferta de energía primaria y la demanda de la energía secundaria o final.
- Entrada múltiple de biomasa local disponible: es fundamental el estudio, desarrollo y aplicación de las tecnologías necesarias para utilizarla mayor cantidad posible de la materia prima energética disponible. De forma general sería necesaria la entrada de residuos agrícolas diversos (herbáceos y leñosos, diferentes especies y tipos de residuos, orujos procedentes de industrias agrícolas, etc.), residuos ganaderos (purines y residuos de pequeñas industrias ganaderas) y residuos forestales (procedentes de aprovechamientos basados en los planes de ordenación, pueden ser en sí mismos productos forestales como madera de mínimo o nulo valor comercial, subproductos como excedentes de leñas o residuos no necesarios para el equilibrio de nutrientes del suelo, así como residuos de las industrias madereras de primera y segunda transformación). Los cultivos energéticos, tanto agrícolas como forestales, deben ser tratados de forma diferenciada debido al gran peligro de su mala gestión, con importantes consecuencias negativas, tanto económicas como medioambientales: la comida y la salud que nos aporta el medio ambiente no se deberían subestimar por intereses económicos.
- Salida múltiple en la generación: el término cogeneración (electricidad+calor) en este modelo se debería ampliar, entendiendo el gran número de combinaciones posibles según las necesidades locales y la materia prima existente. La generación de electricidad y calor (calefacción y ACS) sería básica atendiendo a las tecnologías actuales a partir de biomasa, cubriendo las necesidades energéticas principales de la población y las propias de la instalación generadora. La tecnología de gasificación de biomasa sólida (residuos agrícolas y forestales básicamente) parece actualmente la más adecuada en este modelo, tanto por rendimiento como por la minimización del impacto ambiental (menor cantidad de partículas sólidas que la combustión tradicional en caldera de biomasa) aunque no podemos descartar en absoluto la utilización de calderas según los casos concretos. La forma de distribución de calor más eficiente sería "*district heating*" o red de calor distribuida por tuberías, teniendo en cuenta el carácter local de las instalaciones, con redes de distribución que deberían cubrir pequeñas distancias. La tecnología actual también podría contemplar la trigeneración a partir de biomasa (electricidad+calor+frío según modelo "*district heating and cooling*") aportando aire acondicionado muy demandado en la época estival cuando las necesidades de calor bajan drásticamente.

La obtención de biocombustibles sólidos tipo “pellet” puede ser una fase intermedia en la cogeneración para mejorar los rendimientos o un producto final para la alimentación de calderas individuales o colectivas fuera del alcance de la red DH.

En cuanto a la biomasa húmeda (purines de la actividad ganadera, orujos de las industrias agrícolas e incluso lodos procedentes de las depuradoras) el proceso a utilizar sería la digestión anaeróbica para la obtención de biogás que puede ser utilizado en un motor de cogeneración o purificado para su uso final a través de redes de gas. Los residuos sólidos producidos en el proceso se pueden destinar a la fabricación de fertilizantes ecológicos, secarse y quemarse en caldera para producir más energía o disminuir el contenido de humedad de la biomasa sólida.

Beneficios del modelo bioenergético rural

a) Beneficios locales para la comunidad rural:

- Disminución de los costes de las actividades que ya se desarrollaban en la zona, sin cambios drásticos en los usos del suelo y actividades económicas tradicionales del lugar.
- Disminución del impacto de las fluctuaciones del mercado de sus productos principales, al diversificar su producción y entrada de ingresos.
- Mayores tasas de empleo especializado en la zona, tanto de forma directa como indirecta.
- Mejora del escenario económico y social, fomentado el flujo de capitales y el empleo rural y aumentando las interacciones positivas en la población por el trabajo en equipo.
- Descenso del coste energético de los usuarios finales.
- Mejora del medio ambiente de la zona, con menor emisión de partículas nocivas a la atmósfera y prácticamente nula contaminación de suelo y agua, menor riesgo de incendios, etc.

b) Beneficios globales para el país:

- Utilización de energías renovables, con el evidente impacto positivo ambiental y ayuda para el cumplimiento de los compromisos internacionales suscritos.
- Tasas de emisión de CO₂ neutras, lo que favorece frenar el efecto invernadero y ahorra a nuestro país grandes cantidades de dinero por el pago de las tasas de emisión de CO₂
- Aumento de las tasas de empleo, fijación de la población rural e incremento en la recaudación de impuestos de la población activa y disminución en las prestaciones sociales.
- Aumento de la diversidad y seguridad energética, independiente de agentes proveedores externos.

- Mejora del medio ambiente, frenando el abandono de las superficies agrícolas y forestales que conllevan la aceleración de los procesos de desertización y el aumento de los incendios y plagas.

7.3. Caso práctico: Jühnde, biomasa mixta para el autoabastecimiento energético

(Fuente: INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina y otros)

Jühnde es el primer pueblo de Alemania y del mundo que ha conseguido cubrir sus necesidades energéticas mediante la utilización de su propia biomasa, tanto húmeda como seca.

Se trata de una población rural de 740 habitantes y 140 hogares, que cubre sus necesidades eléctricas y de calor (calefacción y agua caliente) mediante la utilización de los residuos ganaderos (purines), cultivos energéticos agrícolas y residuos forestales. Disponen de una instalación múltiple compuesta por digestores anaeróbicos que producen biogás con el que alimentan un motor de cogeneración y de forma adicional una caldera de biomasa sólida también de cogeneración. El sistema lo completa un “*district heating*” o red de calefacción y ACS.

La inversión fue de 5,3 millones de euros en el periodo 2000-2004 aportados a partes iguales por agentes públicos (Estado y Administración regional) y privados (los socios de la cooperativa de gestión, integrada por 140 habitantes y 50 socios externos o inversores). Se han generado 4 empleos directos y otros tantos indirectos, además de la consolidación de empleos existentes y el empleo parcial de 5 personas en el consejo de la cooperativa de gestión.

Datos técnicos:

- 2 digestores anaeróbicos de 3.000 m³ y 4.800 m³ que producen biogás que se utiliza como combustible (metano) para un motor de tipo bloque térmico de 0,7 MW de potencia eléctrica que genera aproximadamente 5.000 MWh/año de energía eléctrica en uso eléctrico y 4.500 MWh/año en uso térmico. El sistema se alimenta con 6.600 m³ de abono líquido procedente de los purines de 400 vacas lecheras (90 %) y 800 madres porcinas de ciclo completo, y 11.000 t de biomasa sólida procedente de 300 ha de cultivos energéticos agrícolas (trigo, triticale, maíz, pasto, etc.) lo que supone un 25 % de la superficie agrícola explotada originalmente. El aprovechamiento de los residuos del proceso permite la producción de fertilizantes que se devuelven al ciclo.
- Caldera de biomasa sólida de aproximadamente 0,5 MW de potencia que genera 850 MWh entre los meses de octubre y abril destinada para satisfacer las necesidades invernales. La materia prima energética procede de los residuos forestales de una superficie de 600 ha.
- Red de calefacción y ACS tipo “*district heating*” que aporta 4.500 MWh/año con una temperatura de 80 °C y presión máxima de 4 bares.
- La instalación se completa con paneles fotovoltaicos orientables para alimentar la central y un motor de combustible fósil de 1,6 MW para demandas puntuales extremas o fallos en la central de energía renovable.

Beneficios:

- Consolidación de la comunidad rural, fomentando el trabajo en equipo, además de la autosuficiencia energética y el desarrollo sostenible.
- Creación de empleos directos e indirectos.
- Disminución de 3.500 t de CO₂ por año.
- Reducción en la factura energética anual de 1.700 €/hogar a 300 €/hogar.

7.4. Gestión de biomasas de madera recuperadas

En España de la gestión de biomasas de madera recuperada se encargan, desde hace años, un grupo de empresas que han ido evolucionando a lo largo del tiempo, así como también el escenario en el cual trabajan.

Este subsector nació por la necesidad básica de uso térmico en los hogares, lo que permitía aprovechar sobretodo los subproductos generados en monte, pero también existía una actividad forestal importante con este fin. Posteriormente el crecimiento del sector del tablero aglomerado, gracias al boom de la construcción, facilitó que se recuperaran más residuos y subproductos de madera, ya que lo usaban tanto en la fabricación material de su producto como en sus calderas, valorizándolo energéticamente. A la vez existían otros usos minoritarios que también han ido creciendo como son: la utilización de este material para la elaboración de compost y su uso como cama de ganado en granjas de animales.

La necesidad energética del país, de las empresas y una mayor conciencia medioambiental, han hecho que se gestionen más biomasas de madera recuperadas, lo que ha permitido una diversificación. Pero esto no evita que aún se desperdicien muchos materiales siendo estos abandonados, quemados sin ningún aprovechamiento o tirados en vertederos.

La última encuesta Eurostat con datos de generación y tratamiento de residuos (Kg/hab) municipales, durante el año 2010, por países de la UE, daba una generación en España de residuos de 535 Kg/hab/año.

La media de reciclaje en España (compostaje sumado a otro tipo de reciclado) es del 33 %, siendo este dato en la UE del 40 %. El compostaje en España llega al 18%, por tanto el reciclaje supone el 15 %.

El 58 % de los residuos municipales generados en España tienen como destino el vertedero, mientras que la media de la UE es del 38 %. Países como Alemania y Holanda es del 0 %, Suecia y Austria del 1 % y Dinamarca del 3 % respectivamente. Estos datos contrastan con el valor en España (58 %).

Por tanto, seguimos depositando en vertedero más de lo que aprovechamos y mucho de ese porcentaje puede ser aprovechado dado su contenido biodegradable. Además aquellos países que presentan mayores tasas de reciclado (Alemania, Bélgica, Suecia, Dinamarca y Holanda), son también los que tienen mayores tasas de valorización energética.

En el Plan de Energías renovables, PER 2011-2020, se establecía un potencial disponible de residuos. Teniendo en cuenta que el potencial disponible es toda la energía posible de aprovechar técnicamente de un tipo concreto de fuente renovable, teniendo en cuenta consideraciones económicas, sociales y de mercado. Así se establecía, el potencial para generación eléctrica en GW siendo para los

residuos domésticos del 1,8 y para la biomasa del 8; y aparece la generación de energía térmica (en Ktep) suponiendo la biomasa 20.425 y los residuos de 4.045.

Por tanto tenemos un enorme potencial no aprovechado energéticamente ni de ninguna manera.

Además tanto los residuos de competencia municipal como los residuos industriales pueden procesarse para obtener **combustibles derivados de residuos (CDR)** y **combustibles sólidos recuperados (CSR)**.

Un CDR es un combustible que se ha obtenido a partir de cualquier tipo de residuo (peligroso o no peligroso, líquido o sólido) y que habitualmente solo cumple las especificaciones establecidas entre el proveedor del combustible y el usuario.

En cambio, los CSR son, según definición del Comité Europeo de Normalización (CEN), combustibles sólidos preparados a partir de residuos no peligrosos para ser utilizados para recuperación energética en plantas de incineración o co-incineración y que cumplen los requisitos de clasificación y especificaciones establecidos en la Norma CEN 15359.

La clasificación de combustibles sólidos recuperados, basada en tres parámetros (PCI, Cl₂, Hg), la podemos ver a continuación en la tabla 26.

Parámetro	Medida estadística	Unidad	Clase				
			1	2	3	4	5
Poder calorífico	Media	Media MJ/MJ	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 10	≥ 3
Cloro (Cl)	Media	% s/MS	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 3,0
Mercurio (Hg)	Mediana	mg/MJ	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,50
	Percentil 80	Mg/MJ	≤ 0,04	≤ 0,06	≤ 0,16	≤ 0,30	≤ 1,0

Tabla 26: Clasificación de combustibles sólidos recuperados

En cuanto al uso de CDR y CSR, el principal consumidor a nivel europeo es el sector cementero, aunque otros sectores, como el de las centrales térmicas de carbón o el papelero, también tienen experiencia en materia de valorización energética de residuos.

De 2007 a 2009 la sustitución en términos energéticos de combustibles fósiles por CDR y/o CSR en el sector cementero europeo alcanzó el 28,1. El porcentaje de sustitución varía mucho de un país a otro: España en 2010 fue del 15,8. Países como Alemania, Bélgica, Suecia, Finlandia o Austria tienen valores superiores al 50%, siendo particular el caso holandés, con más de un 80 % de sustitución³. Por tanto, aún estamos alejados en cuanto a la sustitución en este sector.

³ Datos presentados por la Fundación CEMA durante la "4ª Conferencia Internacional Obtención de energía a partir de residuos y biomasa: El futuro de la energía de residuos ¿incentivos económicos? del 17 de mayo de 2012.

Además en España, existió un boom de la construcción que ahora ha bajado mucho, lo que también ha afectado a la industria cementera, por lo que desde el sector creemos que hemos tocado techo. Pero sí existen otros sectores potenciales de consumo de CSR y CDR que han manifestado su interés por sustituir su combustible fósil por éstos, pero que se ven paralizados por las reticencias legislativas y sobretodo por un desconocimiento sobre qué son estos combustibles.

En el PER se analizaron estos residuos sobre el potencial disponible en 2020 en términos de energía primaria y su porcentaje renovable, como podemos ver a continuación en la tabla 27.

Residuo	% renovable	Ktep renovables
CSR procedente de RSU	50	243
RSU	50	2.125
Residuos industria papel	59	460
Vehículos fuera de uso	18	48
Neumáticos usados	25,5	10
Madera recuperada	100	408
Lodos EDAR	100	89
Residuos de construcción y demolición	50	662
Total		4.045

Tabla 27: potencial disponible en 2020 en términos de energía primaria y su porcentaje renovable

No sorprende encontrar la madera recuperada con un 100 % renovable, ya que parte de ésta aparecía dentro de la definición de biomasa industrial, forestal y agrícola: *sector productor de biomasa a partir de los productos, subproductos y residuos generados en las actividades industriales forestales y agrícolas. Vinculado directamente con los sectores industriales mencionados. También puede considerarse en este apartado la biomasa de parte de la madera recuperada.*

Analizados estos datos ¿cuáles son las cifras que se manejan dentro del sector de biomasa de madera recuperadas?

Podemos ver gráficamente el volumen de biomasa de madera gestionadas entre 2007 y 2010 por las empresas asociadas a ASERMA, en la Figura 10 que se muestra a continuación.

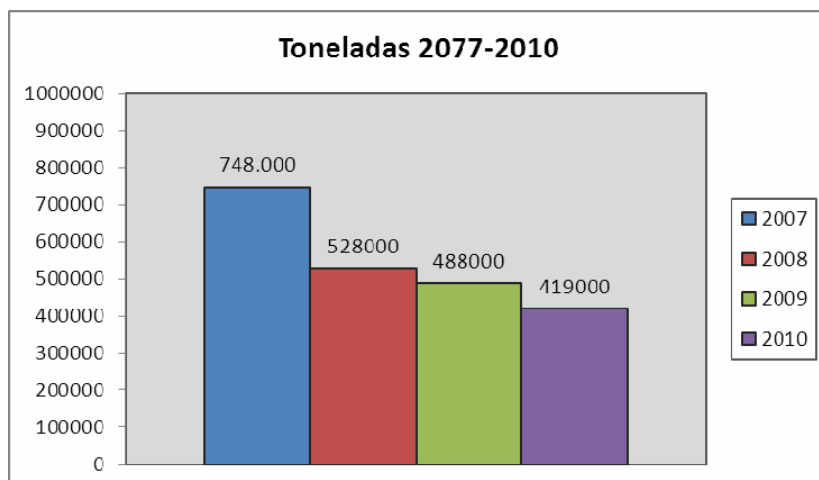


Figura 10. Volumen de biomasa de madera gestionadas por ASERMA entre 2007-2010

Cuando se presentaron los datos de 2009 se confirmaba la tendencia de caída de material gestionado, pero en menor medida que la producida de 2006 a 2007. Las empresas asociadas a ASERMA gestionaron 419.000 toneladas de biomasa de madera recuperadas estimando que el porcentaje total estará sobre las 545.000 toneladas en España, lo que representa aproximadamente la mitad que en 2006. Esto se ha traducido en una fuerte contracción por parte de las empresas ya que gestionan menos material. Los datos de 2011 y 2012, que aún estamos elaborando, reflejarán esta misma tendencia.

Dentro de esta evolución del volumen total gestionado, también se ha producido, como es lógico, una variación en los orígenes del material lo que explica mucho la caída global. En la siguiente figura 11 se pueden ver esas variaciones porcentuales desde 2007 a 2010.

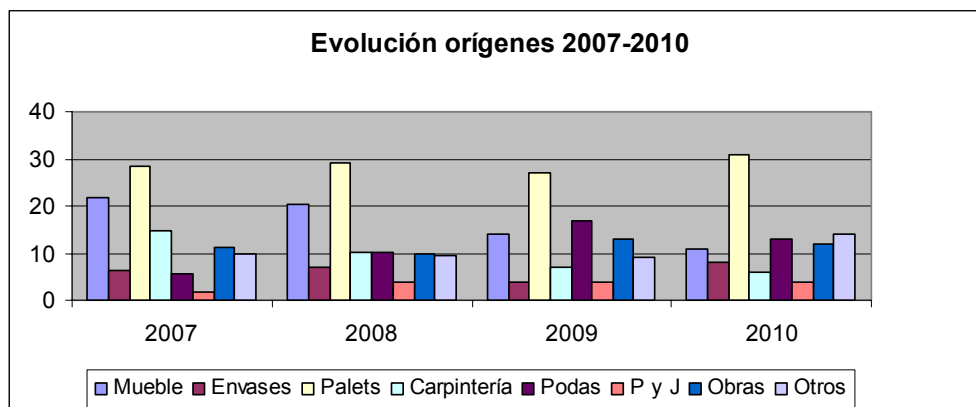


Figura 11: Variaciones porcentuales en los orígenes del material entre 2007-2010

La tendencia han sido las bajadas registradas progresivamente en todos los grandes orígenes relacionados con la cadena de la madera y el mueble, sobre todo la relacionada con fábricas de muebles, que vienen cayendo desde 2008 a 2010, y

pasaron del 20 % del material gestionado a sólo el 11 %. Llama la atención, por otro lado, la subida del material gestionado de pales y envases, recuperándose con cifras superiores a las de 2008. La madera gestionada de podas y de parques y jardines creció exponencialmente de 2007 a 2009 pero ahora se ha producido un parón.

La tendencia para 2011 y 2012 creemos que será la misma, pequeñas bajadas de algunos orígenes y mayor ajuste entre todos los porcentajes.

Estas variaciones en cuanto a los orígenes han traído evidentemente cambios en los destinos y usos del material como se puede apreciar en el siguiente gráfico porcentual.

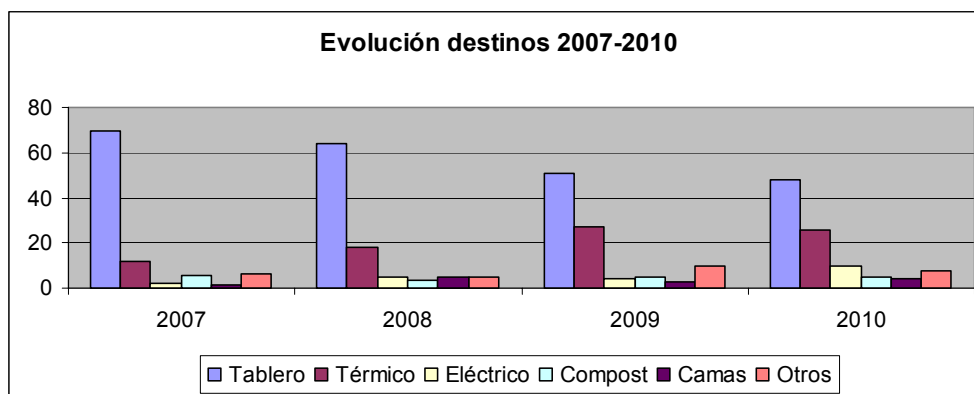


Figura 12: Variaciones en los destinos y usos del material

Del mismo modo que en el análisis de los orígenes de materiales, se puede comprobar que los destinos relacionados con la industria de la cadena madera y mueble han ido cayendo progresivamente año a año hasta alcanzar actualmente el 48 %.

Por el contrario, en 2010 los usos energéticos (térmicos y eléctricos) representan el 36 % de salida de biomasa de madera recuperadas ya que se ha producido una mayor demanda, sobre todo para sustitución de combustibles. El resto de destinos se mantienen en cifras similares a 2009.

Es importante destacar que aquellas empresas que sólo tenían un destino para sus materiales han sufrido más económicamente, así como aquellas que se encuentran en zonas tradicionales de madera y mueble. De hecho, las empresas que manifiestan más diversidad tanto en productos como en servicios y actividades, están soportando mejor la situación actual.

A lo largo de 2007 a 2009, subió exponencialmente la desviación de materiales hacia el vertedero, ya que con la crisis volvió a ser una salida para las empresas, y aunque la tendencia actual indica que se podría gestionar más material si se resolviese el problema del vertedero en España, los porcentajes han bajado al 25%.

En el sector público hay menos actividad y consumo; por otra parte los trabajos para ayuntamientos: puntos limpios, recogidas, podas, parques y jardines, etc. han bajado mucho debido a los recortes. También evidentemente se dieron menos ayudas y subvenciones por parte del resto de Administraciones.

Por tanto, se mantiene el vertedero, sube el abandono o la no gestión y persiste el menor consumo y actividad por parte de las empresas y la sociedad en general.

7.5. Gestión del pellet en España

Podemos afirmar que el pellet es un biocombustible democrático y social, como todas las biomásas, generador de riqueza y ocupación local y claramente territorial.

Es democrático y social porque cada país tiene su propia reserva de materia prima, e incluso cada región, permitiendo un precio accesible y estable frente a inestabilidades políticas e influencias externas. Es generador de riqueza ya que moviliza madera de nuestros bosques, valorizando el gran porcentaje de biomasa presente en los bosques que no se está utilizando. Además, es territorial ya que el valor añadido se queda en la región productora, donde se crean puestos de trabajo tanto para el aprovechamiento forestal como para la transformación industrial del pellet. Además se crean puestos de trabajos indirectos también en la región al crecer el número de calderas siempre que existe una planta de pellets en funcionamiento en una región.

Los pellets son biomasa densificada, una leña moderna tecnificada para que su uso sea más eficiente. Ya que cada región dispone de su propia reserva de biomasa, el pellet adquiere un carácter local, permitiendo que cada región se caliente con sus propios recursos, minimizando los transportes y convirtiendo la región en autónoma energéticamente.

Existen ya casos en España en que una mancomunidad ha puesto en funcionamiento plantas de pellets tras ceses de actividad de aserraderos creando empleo local y generando beneficios para la región. También existen casos de empresas del sector madera que se han asociado para convertir la materia prima de la que disponían en pellets, y también cooperativas que han decidido dar valor a sus residuos de poda. De esta forma, se obtienen unos beneficios económicos y ambientales para la región que de otra manera no existirían.

Esta realidad nos da una variedad de pellet que permite una adaptación a una gran variedad de usos y aplicaciones que convierte al pellet en un biocombustible especialmente atractivo. Desde pequeñas estufas de calefacción hasta calderas industriales cubriendo todo el espectro de potencias e incluyendo grandes centrales de generación eléctrica.

Versatilidad

Esta versatilidad y el hecho de que la pelletización sea la tecnología más rentable y efectiva para producir combustible homogéneo y de alta calidad a partir de biomasa ha hecho que en Europa se esté viviendo un boom en la industria del pellet. Debido al ahorro en costes de combustible que supone el uso del pellet respecto a otros combustibles de calefacción, el Consejo Europeo del Pellet (EPC) prevé un año record en la industria europea del pellet.

En la Unión Europea, la demanda calorífica supone aproximadamente el 50 % de la demanda eléctrica total y la biomasa pelletizada se considera fundamental para la calefacción a baja temperatura a partir de fuentes caloríficas de calidad para satisfacer las futuras necesidades energéticas.

Si miramos a otros países, vemos que Alemania, Austria, Italia y Francia utilizan el pellet casi exclusivamente para usos térmicos, mientras que Suecia, Dinamarca y

Finlandia reparten su mercado entre el uso térmico y el eléctrico. Holanda y Bélgica destinan el pellet mayoritariamente a co-combustión.

En España el mercado del pellet está aún en una fase preindustrial en comparación con el resto de Europa. Existen varios frenos al desarrollo de los diferentes nichos de mercado.

Mercado doméstico

Aunque cada vez son más las estufas y calderas instaladas, el elevado coste de inversión inicial produce un gran recelo aunque se sepa que un sistema de calefacción y ACS con pellets se amortiza en un corto-medio plazo. De hecho, son ya muchos los edificios municipales en los que se ha invertido para instalar sistemas de calefacción con pellets consiguiendo ajustándose así a los cada vez más ajustados presupuestos. Otros factores limitantes son la desconfianza en el suministro y el desconocimiento total.

El potencial de instalación en nuestro país es enorme. Gran parte de nuestro territorio se incluye dentro de las zonas climáticas D y E, caracterizadas por un invierno muy frío. El potencial de instalación de calderas de pellets en esta zona es muy elevado. La parte mediterránea se caracteriza por unas temperaturas templadas y gran presencia de vivienda unifamiliar, idóneas para la instalación de estufas de pellets.

Resulta fundamental entonces acercar al posible cliente los sistemas de calefacción y ACS con uso de pellets. El Ministerio alemán de medio ambiente ha anunciado que lanzará un programa de incentivos para el cambio de calefacción por un sistema renovable en edificios ya existentes. El programa hará especial énfasis en pequeños sistemas usados en casa unifamiliares, edificios de apartamentos y pequeños edificios públicos y comerciales. El cambio de caldera será subvencionado en un mínimo de 400 €, lo y la industria alemana del pellet espera un considerable aumento demanda y el consecuente desarrollo industrial.

Por otro lado, urge el desarrollo de una potente red logística que acabaría tanto como con el problema del suministro como con el del desconocimiento. Es fundamental para la industria del pellet conseguir una mayor visibilidad y cercanía para abrirse a un público más amplio.

7.6 Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Además de los efectos derivados del uso energético de otras biomásas, es conveniente tener en cuenta los significativos beneficios que conlleva el aprovechamiento energético de la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (FORSU).

Según afirma el actual Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020, el uso de residuos con fines energéticos presenta un gran potencial tanto para aplicaciones eléctricas como térmicas. No obstante, a pesar de la consideración en la Unión Europea y en otros países de la fracción biomásica de los residuos urbanos como fuente renovable de energía, en España no se ha contemplado este combustible en los objetivos de generación renovable.

De acuerdo con datos del PER 2011-2020, en términos de energía renovable, la potencia instalada en España en incineradoras es de 115 MW, previéndose

alcanzar en 2020 una potencia renovable de 200MW a partir de RSU y residuos industriales, equivalente a una generación eléctrica de 1.500 GWh renovables.

Generación de empleo

La CEWEP (Confederation of European Waste to Energy Plants) estima que se generan 31 empleos por cada 100.000 t anuales de residuo tratado. Esto correspondería en torno a 2.950 empleos en el sector de la valorización energética considerando un recurso aprovechable de 9,5 Mt anuales. Esta cantidad podría incrementarse en 3 o 4 veces en lo que se refiere a empleo indirecto.

Integración en la red eléctrica

La generación eléctrica a partir de FORSU es una energía renovable gestionable que contribuye a la estabilidad de la red de distribución eléctrica, porque proporciona garantía de suministro a cualquier hora del día independientemente de las diferentes condiciones atmosféricas (viento, sol, etc.). Las instalaciones de valorización energética tienen un funcionamiento de 8.000 horas anuales de generación estable.

La FORSU es por tanto una energía renovable y gestionable al mismo tiempo. Esto último es de especial importancia para alcanzar un elevado % de producción eléctrica con renovable sin hacer peligrar la seguridad de suministro.

En el caso en que haya posibles consumidores de energía térmica cercanos a la instalación de valorización, la generación con FORSU permite acercar la generación eléctrica y térmica a los centros de producción, reduciendo pérdidas de transporte y evitando la construcción de nuevas centrales de energía convencional que suministren esa demanda eléctrica y térmica, y aumentando la eficiencia global.

Las energías renovables como la FORSU permiten reducir el impacto de esta internalización de los costes de CO₂ en el precio pool, ya que al tener un balance de emisiones neutro no se ve afectado por los costes de generación de CO₂ y por tanto contribuye a reducir el impacto de dicho coste en el precio pool.

8. RECOMENDACIONES DEL SECTOR DE LA BIOENERGÍA PARA GENERAR EMPLEO

Propuestas contempladas

Este Grupo de Trabajo realiza una serie de recomendaciones y propuestas para generar empleo en el sector de la bioenergía, dividiéndolas en cuatro grandes grupos para mejorar: la competitividad de las empresas, la comunicación y promoción, los incentivos fiscales, y el aprovechamiento óptimo de los recursos forestales.

8.1. Recomendaciones del sector para mejorar la competitividad de las empresas

Menos trabas administrativas

Las Administraciones Públicas limitan y/o retrasan a menudo el desarrollo de proyectos por la elevada burocracia y lentitud que imponen y por la confusión de competencias entre ellas. El Gobierno debería dar prioridad de inversión en industrias o sectores que generan mayor valor para la sociedad, sobre todo en lo relacionado con la innovación.

Según el documento "Burocracia en instalaciones de Bioenergía" realizado por la Dirección General de Transportes y Energía de la Comisión Europea, en el que se comparan 130 casos reales de toda Europa, la instalación de una planta de biomasa en España requiere una media de 24 meses de trámites y de 5 a 7 permisos; las mismas condiciones que en Polonia y Grecia, sólo superadas en Bulgaria y Eslovaquia. En Alemania, sin embargo, la tramitación requiere 1 o 2 permisos y 17 meses de espera. El estudio fue realizado por la Dirección General de Transportes y Energía de la Comisión Europea, en 2009.

- **Efectos en el mercado:** mejora de la competitividad de la empresa, al reducir los costes energéticos de compra del combustible y al disponer de una energía cuyo precio es previsible en el corto, medio y largo plazo.
- **Retos:** encontrar políticos y técnicos que tengan visión a largo plazo y que sean capaces de ver más allá de los potentes lobbies de los combustibles fósiles.
- **Oportunidades:** Reducir la dependencia energética rápidamente y mejorar la balanza comercial del País y generar una industria propia, nacional, que esté altamente tecnificada y genere nuevos empleos.

Externalización

La financiación de los bancos a los proyectos de generación eléctrica con biomasa depende de su viabilidad económica y, sobre todo, de la seguridad en el abastecimiento de la biomasa a largo plazo. Externalizar la gestión de la masa forestal durante el periodo de amortización (30-40 años) de la instalación puede aumentar la probabilidad de éxito de la misma.

El sistema actual demuestra la dificultad que encuentran los gestores públicos para propiciar la creación de una red de industrias y empresas dispersas por las masas forestales del país que sean capaces de aprovechar las posibilidades que ofrecen las enormes extensiones de pino, rebollo y otras especies, que en la actualidad no tienen uso comercial.

Los planes de ordenación forestal serían el nexo de unión entre el gestor de la masa y la Administración que garantizarían la sostenibilidad de los aprovechamientos de biomasa.

- **Efectos en el mercado:** atracción de inversores a las plantas de biomasa (eléctricas, de cogeneración, de pellets...). Aumento de la competitividad y del éxito empresarial y gran producción de empleo.
- **Retos:** vencer las desconfianzas de los gestores públicos.
- **Oportunidades:** poner en valor las grandes masas forestales de rebollos, pinos y otras especies que no tienen salida comercial, manteniéndolas en producción y libres de incendios. Generar industrias dispersas por el territorio que generen energía y empleos.

Acciones conjuntas entre administración y empresas

Establecer por escrito las acciones que Administración y Empresas proponen conjuntamente para el desarrollo de una industria, son importantes porque marcan un camino y unas reglas de juego conocidas y acordadas entre las partes y dan seguridad a los inversores. Cada plan debe llevar un presupuesto con una dotación económica real que permita llevarlo a cabo.

- **Efectos en el mercado:** seguridad entre los promotores e inversores.
- **Retos:** que sean redactados conjuntamente con las empresas y no impuestos a las empresas por la Administración; que contengan acciones precisas y focalizadas y que tengan una dotación presupuestaria proporcional a los objetivos.
- **Oportunidades:** atracción de inversores y promotores de industrias e instaladores de equipos de bioenergía, pues tendrán claras las reglas del juego de la Administración.

La trigeneración

La trigeneración es la generación de calor, frío y electricidad a pequeña escala con biomasa; esta tecnología permitirá a los promotores reducir los tiempos de amortización de sus instalaciones y a los usuarios aumentar el ahorro en los costes de la energía. Es más barato calentar, enfriar (climatizar) y producir electricidad con biomasa que con cualquier combustible fósil, como gasóleo, el gas fósil importado (gas natural) y también con electricidad

- **Efectos de mercado:** aumento de la competitividad de las empresas que utilicen biomasa para trigenerar.
- **Retos:** desarrollar la tecnología para bajas potencias y afrontar la presión en contra de los combustibles fósiles.
- **Oportunidades:** Fabricar equipos de alto componente tecnológico que sirvan tanto para sitios fríos como calurosos y para exportar. Aumento exponencial de la capacidad de generación de empleo en logística de biomasa al aumentar las horas de utilización de los equipos para todo el año.

Desarrollo de nuevas tecnologías

La torrefacción, la gasificación, la metanización y otras tecnologías generan nuevos biocombustibles que aumentan la eficiencia de la producción de energía. La

investigación y la ayuda y promoción de estos combustibles es fundamental para la mejora de la eficiencia, y por tanto de la competitividad, de las empresas.

- **Efectos de mercado:** aumento del uso de biocombustibles innovadores, mejora de la eficiencia energética y de la competitividad de las empresas que los utilicen, tanto para producción eléctrica, térmica o transporte.
- **Retos:** desarrollar tecnologías más eficientes para producir biocombustibles más competitivos. Utilizar de forma habitual biocombustibles de última generación.
- **Oportunidades:** reducir la dependencia energética a gran escala y generar empleos. Los nuevos biocombustibles se pueden inyectar en las redes de gas natural, utilizar para transporte o quemar directamente en plantas. La tecnología es exportable.

8.2. Recomendaciones del sector para mejorar la comunicación y la promoción

Campañas televisivas

Según datos de FAO y de AEBIOM, la Asociación Europea de Biomasa, para calentar una ciudad de 10.000 habitantes se crean 135 puestos de trabajo con biomasa, frente a 9 con petróleo o gas fósil importado (gas natural). La creación de puestos de trabajo se produce cuando hay consumo de biomasa. La instalación de calderas es imprescindible para que se creen puestos de trabajo en toda la cadena de la logística de la biomasa. Las campañas televisivas del programa BIOMCASA del IDAE han sido un éxito para la instalación de calderas tanto para uso doméstico como dotacional e industrial.

- **Efectos en el mercado:** Mayor demanda al conocerse las posibilidades de la biomasa por los consumidores. La instalación de calderas implica consumo de biomasa. Aparecen nuevas empresas de instaladores de calderas y empresas productoras de biocombustibles sólidos y empresas de logística de biomasa.
- **Retos:** vencer los elevados costes que implica la aparición en TV.
- **Oportunidades:** La instalación de calderas de biomasa a gran escala generará oportunidades para la creación de empleo y para la reducción de la dependencia energética y el déficit comercial. La fabricación nacional de calderas de biomasa abrirá las posibilidades a muchas empresas de crear empleos y exportar tecnología.

Dar a conocer lo que “ya funciona”

Según el ONCB, el Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa de AEBIOM, el crecimiento de la instalación de calderas de biomasa es muy rápido en los lugares en los que hay alguna ya instalada. El efecto “esto funciona” es fundamental para generar confianza.

- **Efectos en el mercado:** instalación rápida de calderas de biomasa en el entorno geográfico y/o sectorial de los casos de éxito de ahorro y generación de empleo.
- **Retos:** llegar claramente a los receptores de la información.
- **Oportunidades:** la instalación de calderas conlleva la aparición de nuevas

empresas productoras de biocombustibles sólidos y la reducción de los costes de logística, lo que repercute en la reducción de precios de astillas y pellets y en la mejora de la competitividad de toda la cadena de la producción de energía. Es energía más barata y con mayor generación de empleos.

Promocionar empresas beneficiosas

Según Peter Drucker, padre del moderno Management, las empresas tienen, sobre todo, que contribuir al bienestar de las sociedades en las que se desarrollan. Las empresas y/o actividades que son beneficiosas para la sociedad deben ser apoyadas. La bioenergía es “*thick value*”, o de alto valor para la sociedad, pues genera puestos de trabajo y es sostenible, en contraste con los combustibles fósiles, que son “*thin value*” o de reducido valor para la sociedad. Por tanto, ¿a dónde deben ir las ayudas y a dónde las prohibiciones? Las construcciones nuevas deberían dotarse en un 100 % con fuentes renovables y ser eficientes energéticamente.

- Efecto en el mercado: aumento de la tecnología de energías renovables, reconversión de las empresas instaladoras de combustibles fósiles en energías renovables.
- Reto: contrarrestar la fuerza de los lobbies de las energéticas en contra de las energías renovables.
- Oportunidades: aumento de las renovables y del empleo, reducción del déficit energético y de las emisiones nocivas.

Generar empleo rural

La bioenergía es sostenible, más barata y genera empleo disperso por toda la geografía española. Es una gran oportunidad para generar empleo en el medio rural, tanto a la gente que ya habita en ese medio, como a los emigrantes de las ciudades o neorrurales.

- Efecto en el mercado: aparición de empresas relacionadas con la producción de biocombustibles sólidos en el medio rural.
- Reto: hacer llegar el mensaje de generación de empleo en el medio rural para habitantes de los pueblos y de las ciudades a los políticos. Es muy difícil llegar a ellos. Los pueblos cuentan poco a efectos electorales.
- Oportunidades: La fijación de población neorrural en el campo español es importante para llevar nuevas técnicas de aprovechamiento de los recursos naturales (y de ideas) en un mundo globalizado e interconectado por Internet.

Defensa y apoyo público

Defender y promover la bioenergía desde el ejemplo público contribuye a crear empleo y a construir una sociedad sana para hoy y también para el futuro. El conocimiento práctico de cómo funciona y produce empleos la biomasa es imprescindible para que los políticos comprendan la importante responsabilidad que tienen con la sociedad. España necesita líderes hoy que velen por los intereses de los españoles de hoy y de mañana cuando no haya combustibles fósiles o sean muy caros.

- Efecto en el mercado: creación inmediata de empleo mediante la

legislación que favorezca a las renovables y retire las ayudas a los combustibles fósiles.

- **Retos:** llegar a los políticos con mensaje claro y llevarlos a ver experiencias de generación de empleo.
- **Oportunidades:** asegurar el futuro energético de España: soberanía energética y creación de empleo.

8.3. Recomendaciones del sector para mejorar los incentivos fiscales

IVA reducido

Los biocombustibles sólidos y los equipos de combustión de biomasa contribuyen a la salud social: son locales, generan gran cantidad de empleos, reducen la dependencia energética del exterior y hacen más competitivas y menos vulnerables a las empresas que los utilizan. Son buenos para la sociedad.

El IVA de los biocombustibles sólidos y de las calderas que los utilizan, son el mismo que el de los combustibles fósiles y las calderas que los utilizan, claro está, en España. ¿Tiene sentido aplicar el mismo IVA a un combustible bueno, que a uno malo para la sociedad, simplemente porque hay uno que es el más fuerte, el más influente y el que mas beneficios genera?

Mientras que en España este impuesto es del 18 %, en otros países europeos se aplica un IVA reducido a los biocombustibles sólidos. En Austria es del 10 %; en Alemania del 7 %; en Francia, del 6 %, y en el Reino Unido, del 5 %.

- **Efecto en el mercado:** la reducción del IVA desde el 18% al 8% o al 4% aumentará la competitividad de los biocombustibles sólidos con respecto a los combustibles fósiles, aumentando la instalación de calderas de biomasa y la producción y el uso de biocombustibles locales.
- **Retos:** los fuertes lobbies de las energéticas se opondrán a estas medidas. Los políticos que sigan los “consejos” de las energéticas argumentarán pérdida en la recaudación por IVA. Éste último punto se verá sobradamente compensado por la reducción de la carga social que tiene el tener un trabajador en el paro y por la contribución a la SS que la empresa hará de ese trabajador, además del ahorro de divisas que lleva aparejada la rebaja de la deuda exterior.
- **Oportunidades:** La generación de empleo se multiplicará X15 al cambiar de combustibles fósiles a biocombustibles sólidos.

Reducción de la carga fiscal

La bioenergía se convertirá en gran generadora de empleo si la carga fiscal de la actividad se reduce. La propuesta de una deducción en la declaración de la renta por utilización de biomasa, la eliminación del IBI de la vivienda o de la empresa que utilice biomasa como fuente principal de energía, en mas de un 90 %, durante el periodo de amortización y la eliminación (o reducción importante) de las tasas por expedición de licencia municipal, tanto de obra mayor como de obra menor para las obras relacionadas con instalación de energía con biomasa.

- **Efecto de mercado:** más calderas de biomasa instaladas, más uso de los biocombustibles locales, más empleo generado.

- **Retos:** vencer los lobbies de las energéticas. Hacer ver a los políticos en general y a los alcaldes en particular, que es más importante utilizar el dinero público en ayudar a las empresas a generar empleo privado y sostenible que en mantener empleados públicos que son poco eficientes y que no generan mas empleo, sino burocracia para las empresas.
- **Oportunidades:** la biomasa aumentará la competitividad de las empresas y particulares que la utilicen, porque serán capaces de reducir y de prever sus costes energéticos a lo largo de la vida de la empresa. La mejora de la competitividad de las empresas usuarias de biomasa generará a su vez más empleos, al margen de los propios de la logística de la biomasa.

El aprovechamiento de las biomásas para la generación eléctrica, además de ofrecer impactos positivos sobre el conjunto de la economía española en términos de creación de Valor Añadido Bruto (VAB) y creación/mantenimiento de puestos de trabajo, realiza una aportación valiosa para el país como demuestra su significativa contribución fiscal, directa e indirecta, así evitar las prestaciones por desempleo de las personas ocupadas gracias a las actividades de construcción, operación y mantenimiento de estas plantas.

Según datos del estudio “Balance Económico de actualización de las retribuciones a la producción eléctrica a partir de las biomasa” que la entidad consultora Analistas Financieros Internacionales-AFI- realizó para APPA Biomasa (octubre 2011):

Contribución fiscal derivada de la construcción y operación de las plantas en funcionamiento (suponiendo tarifas/primas vigentes en 2010): 93,6 millones de euros anuales

- Aportación por IRPF, directa e indirecta: 22,5 millones de euros.
- Aportación por Cotizaciones Sociales, directa e indirecta: 23,2 millones de euros.
- Aportación por IVA derivado de venta de energía: 39,1 millones de euros.
- Aportación por IVA derivado de la inversión (Incluye los beneficios anualizados debidos al periodo de construcción de las plantas): 6,6 millones de euros
- Aportación por IBI, IAE, ICIO y licencias¹: 2,2 millones de euros.

En términos agregados, la contribución fiscal de las plantas en funcionamiento, bajo el actual esquema de incentivos, representa un volumen anual de 93,6 millones de euros. Por otro lado, además de estos efectos fiscales, se presenta a continuación una valoración económica de las externalidades que representa esta actividad energética gracias a su capacidad para reducir las emisiones de CO₂, mitigar los gastos derivados de la prevención y extinción de incendios forestales, y evitar las prestaciones por desempleo de las personas ocupadas gracias a las actividades de construcción, operación y mantenimiento de estas plantas.

Ahorro de costes por prestaciones por desempleo evitadas gracias a la contratación de trabajadores para cubrir las actividades de construcción, operación y mantenimiento de las plantas de biomasa en funcionamiento: 23,9 millones de euros anuales

Las actividades de construcción, operación y mantenimiento de las plantas de biomasa actualmente en funcionamiento representan un volumen anual de empleo que se sitúa en torno a 4.000 personas. De no existir estas actividades, un número relevante² de estos trabajadores, fundamentalmente ubicados en áreas rurales con escasas alternativas laborales en otros sectores, formaría parte del colectivo de desempleados y engrosarían el número de perceptores de prestaciones por desempleo. Así, partiendo de la cuantía media anual por beneficiario de prestación por desempleo⁶ es posible estimar un ahorro de 23,9 millones de euros anuales.

¹ Los importes del IVA derivado de la inversión, el ICIO y las licencias han sido anualizados para estimar la aportación correspondiente a un ejercicio tipo.

² Suponiendo que un 50% de los trabajadores ligados a estas actividades no consiguiera encontrar un puesto alternativo.

Marco jurídico estable

La moratoria (RDL 6/2012) y la nueva tasa del 6% sobre la generación eléctrica están poniendo en peligro al sector, y por tanto es necesaria una evolución para alcanzar los objetivos fijados en el PER 2011-2020. Es necesario un Real Decreto específico para biomásas.

La incertidumbre regulatoria espanta a los inversores y arruina a las empresas que han invertido y ven cómo de repente se cambian las reglas del juego. Un marco jurídico estable para la bioenergía, y para cualquier industria que genere empleos de forma sostenible y aumente la soberanía energética, es fundamental para que en España se creen empleos, además de ser imprescindible para atraer inversores.

- Efectos en el mercado: más instalaciones de bioenergía. Plantas de cogeneración, district heatings, calderas. Más empleo.
- Retos: los políticos deben entender que el problema de la crisis no es de deuda, es de déficit en la balanza comercial. Importamos mucha más energía de la que exportamos, lo que nos obliga a endeudarnos, emitiendo más deuda soberana. Los reguladores y los políticos tienen que entender el fracaso de gestionar un País con más del 80 % de dependencia energética, como es el caso de España. Aunque las energéticas fósiles les digan lo contrario y responsabilicen a las energías renovables del gasto público.
- Oportunidades: atracción de inversores en un momento económico de falta de confianza hacia la economía española.

Menos costes de contratación

Los costes de contratación de las empresas de combustibles fósiles, que son empresas que contaminan, que reducen nuestra soberanía energética y que encarecen la producción de bienes y servicios de la sociedad deben pagar más a la Seguridad Social por sus trabajadores. Estas empresas NO generan valor a la sociedad, mas bien se lo quitan.

La bioenergía genera 135 empleos por cada 10.000 habitantes, frente a 9 empleos que generan los combustibles fósiles. La bioenergía debe tener menores costes de contratación de trabajadores que los combustibles fósiles.

- Efectos del mercado: más generación de empleo.

- **Retos:** lobbies de las empresas energéticas fósiles argumentarán ilegalidad y amenazarán con una subida generalizada de la energía, que aumentará la inflación. Pero no dirán nada del empleo que están destruyendo ni de la dependencia energética a la que nos han obligado a pagar entre todos los españoles.
- **Oportunidades:** La generación de empleo a gran escala y de forma sostenida y sostenible en el tiempo.

Tasa de CO₂

La tasa de CO₂ para cualquier tipo de combustible fósil es una medida implementada con éxito en Suecia, Finlandia y otros países, ha supuesto el auténtico despegue de la biomasa y las energías renovables en cada uno de esos países.

En Suecia se puso una tarifa de 20€/t, lográndose que empresas y particulares invirtieran más en aislamiento y energías renovables.

- **Efectos en el mercado:** más uso de la bioenergía al mejorar su competitividad, más generación de empleo.
- **Retos:** lobbies de las energéticas fósiles y políticos pro lobbies de las energéticas fósiles se pondrán en contra argumentando aumento de costes generalizados. La imposición de una tasa de CO₂ no supone un aumento de la carga fiscal, si este dinero se utiliza para rebajar los costes de contratación de los empleos verdes, fomentando doblemente el empleo.
- **Oportunidades:** generación de empleo y adaptación de empresas y usuarios españoles a una energía barata y sostenible. Las empresas fabricantes de equipos de bioenergía se especializarán más para a exportación, lo que generará entrada de divisas.

8.4. Recomendaciones del sector para mejorar el aprovechamiento óptimo de los recursos forestales

Ayudar a la extracción y gestión de recursos

Es necesario incentivar el aprovechamiento de recursos deficitarios y marginales que no tengan mercado o en caso de tenerlo los costes de puesta en valor son superiores a los ingresos que se pueden obtener (por ejemplo: tratamiento silvícolas o sobrantes de procesos industriales). Las ayudas, a fin de asegurar su eficacia, tendrían que ir dirigidas al propietario del recurso forestal o maderable (empresas, gestores o propietarios forestales) para que se faciliten las labores de ordenación y gestión de la superficie y las de extracción y gestión de los recursos, pudiendo así dar salida al mercado a productos, subproductos y residuos, que de otra manera no tendrían salida al mercado, afectando a la ordenación de los bosques o acabarían en el vertedero siendo un actividad económica perdida.

Se debe promover el aprovechamiento óptimo de la biomasa, favoreciendo que aquella destinada a uso energético, esté ligada a un proceso técnico, industrial o terciario, de modo que se utilicen eficientemente el calor y/o la electricidad generados (ej. sistemas de cogeneración).

De esta manera, una mayor movilización y gestión de nuestros bosques sería además una herramienta eficaz contra uno de los graves problemas asociados a

monte español, los incendios, al tiempo que se crearía empleo y crecimiento en el mundo rural.

Fijar objetivos de recuperación de madera

Las Administraciones han de asegurar el cumplimiento de la legislación medioambiental europea y nacional, donde se establece que los materiales susceptibles de ser recuperados no deben acabar en vertedero. Esto supondría la puesta en valor de la madera y salida de los materiales recuperados. Así se haría viable el incremento de la madera recuperada con el margen adecuado para lo que sería necesario crear instrumentos que penalicen la eliminación de materiales susceptibles de valorización, como por ejemplo establecer un canon para aquellos subproductos que vayan a vertedero, tal y como ya hacen otros países de la UE. Toda la madera que se pierde en el vertedero es un recurso que se deja de utilizar y una oportunidad perdida de aprovechamiento.

Cultivos energéticos forestales

Con objeto de incrementar la persistencia en el tiempo de los recursos forestales, es recomendable que se fomente la repoblación, regeneración y uso de cultivos energéticos, en terrenos de uso forestal desarbolados así como en tierras marginales y abandonadas.

La forma de determinar si una biomasa forestal procede de un cultivo energético, debe ser la existencia de un documento de planificación técnica en el que se determine desde el origen que el objetivo principal de la masa forestal es la producción energética y que se especifique de manera clara la vigencia del propio documento de planificación, la densidad de plantación y el turno corto de aprovechamiento y la articulación en el tiempo y en el espacio de las operaciones de aprovechamiento, cultivo, mantenimiento, desarrollo y defensa de dicha masa forestal para la consecución de este objetivo.

En este sentido, resulta fundamental que desde las Administraciones públicas se homogeneicen los criterios para establecer una definición de cultivos energéticos común en todas las CCAA.

8.5. Marco regulatorio

El objetivo de un buen marco regulatorio debe ser promover la movilización de todas las biomásas y el desarrollo de servicios energéticos con biomasa, desde un punto de vista global, abierto a otras tecnologías energéticas y con un enfoque integrador, en busca de sostenibilidad, economía y eficiencia.

El punto de partida actual es la baja disponibilidad de capital público para el apoyo a las inversiones, escasez de financiación privada para la ejecución de estas y un mercado eléctrico en situación de colapso por los compromisos adquiridos en muy diversas materias.

La situación obliga por tanto a buscar soluciones que permitan realizar las inversiones más rentables en volumen suficiente para movilizar el mercado y abaratar costes lo que a su vez permita nuevas inversiones. En el marco normativo esto obliga a crear seguridad jurídica, eliminar barreras, simplificar procedimientos y priorizar en los incentivos las tecnologías globalmente más rentables.

En este apartado se analiza el marco regulatorio de forma independiente para: la gestión de la biomasa forestal; el mercado térmico, y dentro de este las

posibilidades de desarrollo de las empresas de servicios energéticos; y el mercado eléctrico.

Gestión de la biomasa forestal.

Mobilización de aprovechamientos en superficies de propiedad particular mediante simplificación normativa eliminando autorización previa

Las masas de quercíneas: encinas, quejigos, rebollos, alcornoques..., que tradicionalmente se han dedicado a suministrar energía a los hogares y las industrias, son mayoritariamente de propiedad particular. Una parte de la superficie se concentra en grandes fincas, en muchos casos resultado de la desamortización, otra parte importante de superficie está repartida en multitud de pequeñas fincas mayoritariamente no gestionadas. La biomasa que se puede obtener de estas superficies es de primera calidad.

La movilización de esta biomasa debe ser un objetivo prioritario de gestión forestal.

Parte de los motivos del mal funcionamiento del mercado se deben a la regulación de los aprovechamientos prevista en la Ley de Montes de 1957 y su reglamento vigente hasta 2003, en la que se requería licencia de aprovechamiento para todos los aprovechamientos de madera particulares, excepto los aprovechamientos de especies de crecimiento rápido y las leñas de uso propio (Art. 229, y 231 del Reglamento de Montes de 1962). Esta regulación ha permitido un mercado ágil para las especies de crecimiento rápido mientras obstaculizaba el aprovechamiento en las fincas de especies de crecimiento lento.

La Ley de Montes de 2003 permite el desarrollo de una regulación pública, bien sean planes dasocráticos o PROF, que evite el trámite de autorización previa, conceda al propietario unos derechos y unas obligaciones objetivas y conceda a la administración y a la sociedad civil en general un control que ahora no tiene.

Es fundamental la aprobación de los PORF enfocados como normativa de aplicación práctica que permitan la eliminación de forma general de la autorización previa.

Definición de cultivo energético en masas forestales

Si bien este aspecto ha perdido interés desde la publicación del RD 1/2012 y la paralización de nuevas instalaciones eléctricas hacemos algún comentario al respecto.

El Decreto 661/07 abre expectativas de aprovechamiento en muchas masas para la producción sostenible de biomasa, ya que cumplen la definición de cultivo energético en él establecida y en las notas aclaratorias del Ministerio, en particular cuando indica que *“La forma de determinar si una biomasa forestal procede de cultivo energético es la existencia de un documento de planificación a largo plazo ... en el que se determine ... que el objetivo principal de la masa forestal es la producción energética...”*.

A raíz de esta normativa diversas comunidades autónomas están tramitando normativa de desarrollo de lo más diversa. En algunos casos prácticamente transcribiendo la norma nacional, caso de Andalucía, en otros sometiendo la catalogación como cultivo forestal a autorizaciones, instancias, registros, auditorías etc. que desde luego no van a incentivar en absoluto el aprovechamiento de biomasa forestal como cultivo energético.

Entendemos que la normativa existente, Ley y Reglamento de Montes, es suficiente

para garantizar el cumplimiento de los requisitos del D 661/07 proponiendo no elaborar más normativa o en todo caso seguir el ejemplo andaluz, Orden de 20-01-2012.

Cultivos energéticos de ciclo corto

Para la implantación de cultivos energéticos de ciclo corto en tierras de regadío se detecta como barrera, de alguna manera, la irreversibilidad del cambio de un cultivo agrario a un cultivo forestal. Muchos propietarios de tierras de regadío que cultivan remolacha, maíz, tomate, etc. cultivos con serios problemas actualmente, pueden ver con buenos ojos la plantación de cultivos energéticos leñosos. Estos cultivos requieren un tipo de cultivo; preparación del terreno, plantación o estaquillado, laboreo intercalar, abonado, tratamiento fitosanitario, cosecha, etc. al que están habituados, pero sin renunciar a la libertad de cambio de cultivo cuando sus intereses o las circunstancias de mercado lo aconsejen. Las disposiciones forestales, que determinan que una tierra que se planta con especies forestales pasa a ser terreno forestal, deben ser modificadas en este caso para permitir que una tierra agrícola de regadío que se planta para producir cultivo energético de ciclo corto siga siendo tierra agrícola.

Mercado térmico

El informe final de la Comisión Europea COM (2009) 192 sobre la energía procedente de fuentes renovables al analizar el desarrollo de la biomasa para usos térmicos localiza tres motivos por los que no se alcanza el potencial:

- A. Ausencia de incentivos.
- B. Problemas de regulación.
- C. Barreras no ligadas al mercado.

Este último aspecto, el C, no hace referencia a aspectos normativos por lo que no lo tratamos en este apartado.

A. Ausencia de incentivos

Existen incentivos para la instalación de calderas de biomasa, si bien, en porcentaje sobre la inversión, no son superiores a las que se conceden para la instalación de calderas de gas o gasoil de alta eficiencia. La ayuda no queda, por otro lado, garantizada, ya que el presupuesto total disponible es escaso. Esta situación genera desconfianza en el posible usuario, pues aprecia en los responsables públicos menor interés por esta energía que por otras de origen fósil.

Entendemos que las medidas a tomar deben ir encaminadas a hacer llegar al usuario final un apoyo específico y superior al existente para las calderas de combustibles fósiles. Estos apoyos pueden ser de los siguientes tipos:

- Rebaja del IVA del combustible o del servicio de calefacción al tipo reducido cuando el combustible sea biomasa

Esta rebaja manda un mensaje muy claro al usuario final de apoyo público a esta energía y no supone una disminución de recaudación ya que los impuestos y cotizaciones sociales generados en toda la cadena de valor son muy superiores a los generados en la comercialización de combustibles fósiles de importación.

- Implantación de un impuesto sobre el CO₂ para los combustibles fósiles

Aunque esto ya está recogido en el Proyecto de Ley de Medidas Fiscales para la Sostenibilidad Energética se considera necesario un impuesto a las emisiones de CO₂ que aporte a la biomasa un plus de interés de cara a facilitar su comercialización. Estos impuestos se aplican en los países nórdicos, habiendo experimentado estos países un gran avance en sistemas de climatización y eficiencia energética. El anuncio de la implantación de un impuesto verde para los gases fósiles a partir de enero de 2013 es una buena noticia, pero su oscura comunicación más como una medida recaudatoria que como una medida ambiental y de dinamización económica fomentando la eficiencia energética y el uso de renovables ha restado visibilidad a la medida.

A medio plazo resolvería esta falta de mensaje el apoyo por parte del estado español de la tasa de carbono, ya prevista en el documento COM (2011) 169 final, propuesta de directiva que modifica el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y la electricidad, para la aplicación de dicha tasa a todos los combustibles fósiles de uso térmico, fueloil, gasoil, coque, gas natural o GLP es fundamental para indicar claramente un tratamiento diferencial con respecto a la biomasa.

- Establecimiento de subvenciones

Sería conveniente el establecimiento de subvenciones para la compra de calderas o instalaciones de calefacción centralizada con suficiente disponibilidad presupuestaria vinculado a la alta eficiencia de las instalaciones. La existencia de líneas de ayudas sin objetivos claros, complejas e infradotadas resultan en algunos casos contraproducentes.

B. Problemas de regulación

En este campo destaca la ausencia de la biomasa en la normativa. La no existencia de normativa en muchos campos provoca la invisibilidad del sector. En esta línea se propone:

- Equiparación de los servicios energéticos ligados a la biomasa con las condiciones existentes en el gas natural

Nos referimos en este aspecto a facilidades para instalar sistemas de climatización de distrito equiparables a las facilidades para instalar tuberías de gas, consideración expresa de las instalaciones de calefacción con biomasa como instalaciones energéticas de interés general, etc.

La aprobación casi automática de la autorización administrativa de una red de gas natural a un distribuidor regulada por la Ley de Hidrocarburos contrasta con la imposibilidad práctica de obtener esta autorización para redes de calefacción que en muchos casos se suministrarían con biomasa.

Es necesario impulsar las redes urbanas de calor y frío ya que permiten integrar de la forma más eficiente posible energías renovables y residuales, permiten a la biomasa competir en condiciones ventajosas con los combustibles fósiles y, siendo España un país con abundante sol, permite una mejor utilización de la infraestructura solar térmica urbana para obtención de frío.

- Ocupación de espacios para salas de calderas

Las salas de calderas de biomasa, y sobre todo los silos ocupan más espacio que los equipos de gasoil o gas a los que sustituyen. La utilización de mayor espacio condiciona a los promotores al decidir utilizar una tecnología u otra. Se debe revisar el cómputo de los espacios ocupados por instalaciones técnicas en la edificabilidad total de los edificios.

- Desarrollo de un marco sencillo y transparente de servicios energéticos con biomasa ligados al suministro de calor y/o frío en contador

Se considera de especial relevancia los efectos demostrativos que puede tener la utilización generalizada de la biomasa en los planes de eficiencia energética en edificios de la AGE o en el plan 2000 ESE, o la utilización sistemática de redes de calor en grandes complejos públicos, cuarteles, campus universitarios, etc.

El contrato de colaboración público privado es un magnífico contrato para grandes instalaciones de la Administración General del Estado, en las que se prevean actuaciones en el mejora de la envolvente, sustitución de equipos de climatización e iluminación, que supongan inversiones de varios millones de euros, pero resulta excesivamente complejo de desarrollar para administraciones menos desarrolladas como la administración local. Además el resultado del contrato no aporta información de mercado al consumidor privado.

El CCPP facilita la innovación y permite la implantación de soluciones complejas, pero el proceso de diálogo competitivo exige a la administración un equipo técnico potente que dedique mucho tiempo al contrato y sesga la licitación hacia los grandes consorcios, dado el sistema de selección de licitador.

Entendemos que el modelo de contrato de suministro y servicios desarrollado por el IDAE debe ser el de general utilización para edificios o instalaciones donde se prevean actuaciones más sectoriales de mejora de equipos de climatización o mejoras de equipos de iluminación, como sistema más sencillo tanto para la Administración General del Estado como para otras administraciones que afrontan con dificultad un proceso de diálogo competitivo. En este sentido, se debe incluir este contrato en las líneas de apoyo previstas en el Plan 2000ESE. Estos sistemas están funcionando relativamente bien en iluminación vial y deben ser aprovechados para renovación de sistemas de climatización.

Mercado eléctrico

Después de la paralización provocada por el RDL 1/2012 y de las nuevas medidas fiscales para el mercado eléctrico resulta difícil esperar que se desarrolle la producción eléctrica con biomasa en España ya que entendemos se ha creado un problema de seguridad o estabilidad jurídica muy importante.

Varios proyectos en avanzado estado de desarrollo, con contratos de suministro firmados y cultivos energéticos implantados se han paralizado por este decreto.

Resulta fundamental la creación de un Real Decreto específico para las biomasa en el corto plazo o al menos desarrollar el artículo 3.3 del RDL 1/2012 a la mayor brevedad en especial para los proyectos más “pillados” por la moratoria.

Además de estos proyectos es necesario desarrollar dicho artículo para permitir la autorización al menos para todos aquellos proyectos de cogeneración de alta eficiencia con biomasa, ya que mejoran la eficiencia de la industria del país permitiendo la movilización de un combustible autóctono.

Las pequeñas instalaciones en áreas rurales o asociadas a industrias agrarias podrían movilizarse permitiendo la compatibilidad del sistema de primas eléctricas con las ayudas a la inversión de los reglamentos FEADER.

- Proyectos bioenergéticos rurales a pequeña escala, de potencia menor a 2 MW

Las plantas de biomasa de pequeño tamaño son estratégicas, según establece el Plan de Acción sobre la Biomasa, 2006. Los modelos bioenergéticos en zonas rurales, muy alejados de los grandes proyectos de generación eléctrica, y caracterizados por instalaciones a pequeña escala (potencias eléctricas menores a 2 MW) de cogeneración a partir de biomasa para cubrir las necesidades energéticas locales se encuentran recogidos en el RD 661/2007 principalmente en los subgrupos b.6.2 (residuos agrícolas), b.6.3 (residuos forestales) y b.7.2 (biogás procedente de residuos agrícolas y ganaderos, residuos sólidos urbanos y lodos de depuradoras de agua). Las tarifas y primas de referencia establecidas resultan claves para la viabilidad de unos proyectos que en ningún caso buscan grandes rendimientos del capital invertido sino la contribución efectiva a la mejora del medio ambiente, la mejora de las condiciones económicas y de empleo en el medio rural, fijando su población y proponiendo alternativas para la supervivencia de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales tradicionales.

La entrada en vigor del RDL 1/2012 supone la congelación de estos proyectos (las minoraciones en los ingresos del sistema suponen aproximadamente 700.000 €/año en potencias instaladas de 1 MW), cuando estos modelos bioenergéticos no han contribuido absolutamente en el déficit tarifario eléctrico ni han cubierto las expectativas (común a toda la biomasa en general) previstas en los planes de energías renovables nacionales (PER 2005-2010 y PER 2011-2020).

Resulta fundamental la creación de un Real Decreto específico para las biomasa en el corto plazo o al menos el desarrollo del punto 3.3 del citado RDL 1/2012, estableciendo un régimen económico específico para este modelo de microproducción energética de cogeneración con utilización de energía primaria renovable tipo biomasa sólida y humedad.

Asimismo otros fondos europeos como los FEADER (Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural) y los FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional) deben considerar prioritario en sus programas la financiación parcial de estos proyectos, pues los objetivos de los mismos se satisfacen plenamente. Cabe mencionar que entre los objetivos de los FEADER están la mejora de la competitividad de la agricultura y la silvicultura, la mejora del medio ambiente y el paisaje, la mejora de la calidad de vida en las zonas rurales o la promoción de la diversificación de la economía rural. En cuanto a los FEDER cuyo fin es fortalecer la cohesión económica y social reduciendo la disparidad regional de zonas convergentes (Galicia, Extremadura, Castilla-La Mancha y Andalucía) se prevén inversiones para crear empleos duraderos, infraestructuras y apoyo al desarrollo local y regional en

programas como el medio ambiente o la energía. Estos fondos cofinanciados no sólo no han cubierto el agujero producido por la entrada en vigor del RDL 1/2012 sino que han disminuido su aportación prevista debido a la reducción de la financiación nacional: perdemos la entrada de financiación europea que en algunos casos llega al 80% del total por no invertir la parte minoritaria, cuando los aportes económicos posteriores de estas actividades en forma de impuestos y reducción de prestaciones sociales cubrirían en gran parte las cantidades invertidas.

Normativa y Documentación de referencia

- Directiva 2004/8/CE de 11 de Febrero de 2004 relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía.
- Directiva 2006/32/CE de 5 de abril de 2006 sobre la eficiencia en el uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE.
- Directiva 2009/28/CE de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Decisión nº 406/2009/CE de 23 de abril de 2009 sobre el esfuerzo de los Estados miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad hasta 2020.
- Ley de Montes 43/2003 de 21 de noviembre.
- Ley 10/2006 de 28 de abril de modificación de la Ley 43/2003
- Decreto 661/07 de 25 de mayo por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Plan de Energía Renovable del gobierno de España, PER 2011-2020

8.6. Medidas para atraer inversiones

En este apartado se tratan las nuevas formas de financiación de proyectos de biomasa.

PACE

PACE es el Programa de Préstamos mediante Bonos Garantizados sobre la Propiedad para Conversión a Energías renovables // Energía Limpia Gravada a la Propiedad

Un bono PACE es un Bono Garantizado en el que se estipula que la recaudación se prestará a propietarios de comercios y viviendas para financiar la reconversión de sus sistemas energéticos (medidas de eficiencia y pequeños sistemas de energías renovables). Estos pagarán sus préstamos a lo largo de 20 años a través de un cargo anual en su factura del impuesto sobre la propiedad (IBI). Los bonos PACE pueden ser emitidos por los municipios o por sociedades de financiación y la recaudación se utilizará normalmente para equipar a propiedades comerciales y residenciales.

El mercado de bonos PACE, en combinación con garantías de préstamo estatal, podría acelerar de manera importante el reequipamiento energético de los edificios, debido a las ventajas que se exponen más abajo. Se estima que en Estados Unidos el potencial de los bonos PACE podría superar los 500 mil millones de dólares.

Repercusión de PACE: el gravamen del impuesto a la propiedad orientado a la financiación de estas acciones mejorará de forma notable la economía de la modernización energética (medidas de eficiencia energética y las microenergías renovables).

Las ventajas de la financiación a través de bonos PACE a diversas escales se detallan a continuación:

A escala nacional:

- Creación de puestos de trabajo
- Acelera el movimiento hacia la independencia energética y reduce las emisiones de GEI
- Muy bajo costo fiscal y alta probabilidad de éxito
- Dueño de la propiedad.
- Menores facturas de energía y reduce sustancialmente los costes iniciales de modernización energética.
- Mejora del retorno de la inversión / flujo de caja positivo en modernizaciones (ahorro anual > costo)

A escala de Comunidades Autónomas, Ciudades y Municipios:

- Creación de empleo inmediato
- No hay riesgo de crédito o de obligación general
- La obligación es responsabilidad del propietario de los bienes raíces
- Reducción de gases de efecto invernadero e independencia energética
- Elección: sólo aquellos propietarios de bienes raíces que decidan pagar por ello

A escala de los prestamistas de hipotecas en curso:

- Prestatarios de flujo de efectivo y mejora del perfil de crédito (ahorro de energía > coste anual de los impuestos)
- Aumenta el valor de la garantía, que es la propiedad.

A escala de otros prestamistas:

- Prácticamente no hay riesgo de pérdida ya que los gravámenes sobre impuestos no pagados de la propiedad son superiores a la deuda hipotecaria
- El 97 % de los impuestos sobre la propiedad están en vigor y las pérdidas son menores del 1 %

¿Qué es PACE?

PACE es un programa diseñado para permitir que los dueños de propiedades (residenciales y comerciales) puedan instalar sistemas eléctricos y térmicos con fuentes de energía renovables y mejorar la eficiencia energética de sus edificios y pagar el costo en un periodo de 20 años a través de un impuesto especial anual o con un gravamen sobre sus facturas del impuesto sobre la propiedad.

El programa fue promovido por la Ciudad de Berkeley, California, EEUU (donde es conocido como Berkeley FIRST) y en EEUU ya son bastantes ciudades y condados los que se han adherido al proyecto. Ningún propietario paga impuestos adicionales o tasas a menos que haya realizado trabajos en su propiedad a costa del programa.

Los que han realizado obras en su propiedad sólo pagan por el costo de su proyecto (incluidos los intereses) y honorarios por la gestión del programa. Los propietarios individuales contratan directamente con instaladores y empresas privadas. El municipio proporciona la financiación inicial para el proyecto a través de la recaudación obtenida mediante la creación de bonos, que es recuperada a través del pago de impuestos especiales o por un gravamen en las facturas del IBI de los propietarios participantes.

¿Por qué las ciudades americanas se adhieren a este programa?

El programa PACE puede significar un importante esfuerzo para reducir las emisiones locales de gases de efecto invernadero en una ciudad; además sirve para promover la eficiencia energética en los edificios, para hacer el cambio a fuentes renovables de energía más asequibles, y para reducir los costos de la factura energética de habitantes y negocios.

Las mejoras de la eficiencia energética, la energía solar fotovoltaica y sistemas solares de agua caliente ya son acciones rentables para muchas comunidades de vecinos y comercios, gracias a las subvenciones estatales y federales.

PACE aborda dos de los principales obstáculos financieros restantes para hacer frente a los costes de instalación de energía solar y eficiencia energética - los elevados costes iniciales y la posibilidad de que estos costes no se recuperen si se vende la propiedad.

Dentro del programa PACE no hay costo inicial para el propietario y, si se vende la propiedad antes de la finalización del período de amortización, el nuevo propietario se hace cargo de los restantes pagos de impuestos especiales como parte de la factura del impuesto sobre la propiedad.

¿Quién adelanta los fondos para el programa?

Las ciudades y los condados proporcionan los fondos para el programa mediante la emisión de un bono que se paga dos veces al año a través de impuestos especiales o gravámenes sobre el impuesto anual sobre la propiedad de los participantes.

¿Cuánto aumenta el impuesto sobre la propiedad del participante?

Los participantes sólo pagan un impuesto exactamente igual al coste de su proyecto -, más una tasa de interés y de gestión. Por ejemplo, si el programa financia con 12.000 dólares un proyecto de mejora de la eficiencia energética e instalación de energía solar en una propiedad, el incremento de la valoración del impuesto sobre la propiedad sería de aproximadamente \$ 900 por año, o \$ 75 por mes, antes de las deducciones fiscales.

¿Cómo se calcula el Impuesto Especial para cada propietario?

El importe anual del impuesto especial para cada propietario se calcula en base a el coste de la instalación, la tasa de interés pagada por el Ayuntamiento por los Bonos Especiales Gravables o por otros fondos empleados para financiar el costo del proyecto, y un cargo inicial anual por gestión, recaudado por el Ayuntamiento y el socio financiero.

¿Quién compra los bonos?

Los bonos serán comprados por bancos u otros inversores del mismo modo que lo son otros bonos municipales emitidos por la Administración. Los intereses sobre los

bonos se gravarán a los inversores a nivel federal, pero estarán exentos de pago en el Estado de California.

Crédito Fiscal a la Inversión: El gobierno federal de EEUU proporciona un 30 % de Crédito Fiscal para Energía para los gastos de proyectos energéticos concretos, que incluyen la mayoría de las instalaciones solares en viviendas y comercios.

Los gastos realizados con cargo a subvenciones previas a febrero de 2009 no fueron considerados a efectos de cálculo del Crédito Fiscal para Energía. Pero el proyecto de ley de estímulo económico aprobado por el Congreso dio un gran impulso al programa PACE.

El Congreso modificó el régimen tributario federal para asegurar que todos los participantes en los programas PACE pudieran aprovechar al máximo el 30% de crédito fiscal por la instalación de energías renovables. El Congreso también autorizó el uso bonos de Energías Limpias Renovables para financiar el programa.

El programa PACE utiliza bonos municipales para financiar el coste de la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en propiedades privadas. Los participantes devuelven los costes de la instalación a través de un impuesto especial o un gravamen sobre su factura del impuesto sobre la propiedad. Un gravamen sobre la propiedad asegura la obligación del reembolso. Los bonos municipales no se benefician de la exención de pago de los impuestos federales, y la tasa de interés se basa únicamente en la calidad crediticia de los impuestos especiales.

Aunque el proyecto PACE se basa en una herramienta común y bien conocida de las finanzas municipales, "el distrito fiscal", la nueva legislación federal y estatal ha sido fundamental para garantizar la legalidad de los programas y aumentar la robustez del mecanismo. Los legisladores estatales y federales de EEUU han demostrado un gran apoyo al programa PACE, con la aprobación de la Ley de Reinversión y Recuperación de 2009, así como de leyes estatales propicias.

Los bonos PACE tienen varias ventajas para los participantes en comparación con otras opciones de financiamiento, como un período de devolución más largo, una garantía relacionada con la propiedad y no el propietario, costos de transacción reducidos, beneficios impositivos y tasas de interés bajas.

Bonos de Impacto social

Propuesta: Aplicación de los "Bonos de Impacto Social" (como fórmula de contratación de la Administración con empresas privadas) a la gestión activa de la biomasa forestal en los bosques de titularidad pública y privada.

La creación de esta modalidad contractual permite:

- Disminuir los gastos de prestación de servicios públicos mediante la inversión en prevención.
- Anticipar esta inversión por parte de la Iniciativa privada.
- Pagar en base a resultados u objetivos cumplidos.
- Los contribuyentes solo pagan por programas y actuaciones que funcionan.

Estos contratos apoyarían la creación de miles de puestos de trabajo, pueden ser el elemento decisivo a la hora de proteger nuestro patrimonio natural al involucrar de forma activa a toda la comunidad forestal y apoyar a la Industria de la Biomasa (eléctrica, cogeneración y térmica) mediante la generación de Ingresos adicionales a dichas explotaciones económicas.

Los Bonos de Impacto Social son una Fórmula de colaboración Público Privada por los que la Administración se compromete a un pago periódico en base a la consecución de unos objetivos.

El pago que realiza la Administración proviene del Ahorro efectivo que se produce cuando se Invierte en prevención en vez de en paliar los efectos producidos. Se transfiere parte del Ahorro a la empresa que Adelanta la inversión necesaria para la consecución de los objetivos.

De la gestión activa de la limpieza, regeneración y vigilancia de los bosques la Administración obtendría el ahorro producido en la gestión de la extinción de incendios, se Impediría la destrucción del Patrimonio Natural (Biodiversidad, Activos naturales, etc.) y la pérdida de vidas humanas, entre otros.

Esta fórmula de contratación proveniente de Inglaterra y que en los últimos años se ha expandido por EEUU, Australia, etc., es de aplicación en diferentes Sectores de Actividad que tienen como punto en común:

- Inversión en prevención más rentable que el gasto necesario para Intervenir a posteriori.
- Es posible establecer unos objetivos medibles y verificables sobre los que se articula el contrato entre Administración y Empresa.
- Es necesario acometer unos gastos o inversiones de forma anticipada por la Iniciativa privada.

El Sector de la Biomasa es un claro ejemplo de la Posibilidad de Implantar estos contratos por ser el Sector de Actividad que más Impactos produce cuando se considera de forma integrada la triple dimensión: Económica, Social y Medioambiental.

Proyectos bioenergéticos rurales a pequeña escala

En los modelos bioenergéticos en zonas rurales, caracterizados por instalaciones a pequeña escala (potencias eléctricas menores a 2 MW) de cogeneración a partir de biomasa, para cubrir las necesidades energéticas locales, son necesarias medidas específicas para atraer inversiones como pueden ser las siguientes:

- Apoyo estructural y financiero de la Administración (estatal, autonómica y local) que dote de garantía a los proyectos.
- Establecimiento de un marco legislativo específico de generación eléctrica en régimen especial, justo y estable en el tiempo y que tenga en cuenta los beneficios económicos y sociales en las zonas rurales y su mínima repercusión en los déficits tarifarios eléctricos.
- Simplificación en el proceso de tramitación de permisos y licencias. Son microproyectos en cuanto a inversión y generación energética y los procesos administrativos deben ser consecuentes.
- Apoyo puntual de proyectos estratégicos mediante la utilización de los fondos cofinanciados europeos (FEADER y FEDER).

8.7. Retos y oportunidades para el desarrollo comercial de la biomasa

Resulta evidente que la biomasa se encuentra ante sí ante una infinidad de retos que debe superar para poder realizar un desarrollo comercial seguro y constante.

La biomasa es una de las energías que más beneficios energéticos, medioambientales y socioeconómicos produce. Sin embargo, el Plan Nacional de Energías renovables (PER 2011-2020) ha descendido el objetivo de las biomasas un 44,8 %. Estos objetivos son 591 MW de biomasa y 244 MW de biogás un 3 % del total de las renovables en 2020.

A pesar de estas expectativas, el sector sigue apostando por el desarrollo del mercado y adaptándose a las nuevas condiciones establecidas. Del objetivo de 1.317MW de biomasa marcados en el PER a fecha de 2010 únicamente se han instalado 510MW, un 39 % del total.

Resulta importantísimo conseguir las condiciones necesarias que permitan el desarrollo de un real decreto específico en el corto plazo para regular el sector y que permita por tanto alcanzar los objetivos fijados en el PER 2011-2020.

Podemos adivinar que algunos de los retos que se nos presentan en la actualidad son conocer el futuro de la biomasa en España tras la aprobación del Plan de Energías renovables y a su vez cómo está valorando el sector empresarial de la biomasa el momento actual y cuál es la hoja de ruta a seguir. Existe una necesidad clara de que exista un impulso de las CCAA a los proyectos de biomasa con fines caloríficos y de generación eléctrica y necesitamos avanzar en tecnologías para el óptimo aprovechamiento de la biomasa para la generación térmica y eléctrica. Esa mejora tecnológica también debería pasar por equipos que permitan procesar diferentes tipos de combustibles, que de una mayor eficiencia a todo el proceso y por tanto una disminución de todos los costes.

Se necesita un mercado de biomasa seguro y estable pudiéndose utilizar cultivos energéticos y que la contratos sean a largo plazo, sin especulación y con estabilidad. Sería muy interesante tener detallado la trazabilidad de toda la biomasa.

Merece la pena hablar de los retos de futuro que la biomasa foresta tiene de forma inmediata si quiere avanzar en su desarrollo comercial.

Resulta evidente que es necesario un fomento de la agrupación de montes de propiedad privada en unidades de gestión más efectivas. De igual forma es necesario que se incremente la superficie gestionada con implantación de instrumentos de gestión y previsión de cortas. Ya lo dice la Ley 43/2003 de Montes en su artículo 32.1, *los montes deben ser gestionados de forma sostenible, integrando los aspectos ambientales con las actividades económicas, sociales y culturales, con la finalidad de conservar el medio natural al tiempo que generar empleo y colaborar al aumento de la calidad de vida y expectativas de desarrollo de la población rural* y el 33.2 dice que *los montes públicos y privados deberán contar con un proyecto de ordenación de montes, plan dasocrático u otro instrumento de gestión equivalente*, sin lugar a dudas todo un reto.

El aumento del límite de transporte de la carga a un máximo de 60 toneladas y aumento del tamaño de los camiones. En España, el límite a la longitud de un vehículo son 18,75 metros y 40 toneladas de carga.

Sigue siendo un reto también la investigación y desarrollo de maquinaria adecuada a las características de nuestros montes así como la investigación de métodos y logística idónea.

La disponibilidad de biomasa forestal primaria en nuestros montes para destinos energéticos es muy alta. Se puede estimar en más de 10 millones de toneladas,

con el 25 % de humedad, las necesarias para mantener un nivel de gestión silvícola razonable, totalmente compatible con la mejora de nuestras masas.

La utilización de esta biomasa se autofinancia en precios de 15-20 €/MWh generando aproximadamente 10.000 puestos de trabajo directos en monte.

Alcanzar este nivel de utilización requiere fomentar los usos térmicos y eléctricos.

Los usos térmicos no han tenido ningún tipo de apoyo significativo durante el actual PER siendo la biomasa especialmente eficiente en estas utilizaciones. El enfoque de contabilización de energía final de la nueva Directiva de Renovables obliga a España a realizar un especial esfuerzo en utilizar la biomasa para usos térmicos.

Para utilizar la biomasa disponible en España es necesario fomentar también la utilización eléctrica. Utilizar biomasa forestal primaria, en comparación con cualquier combustible fósil, genera más empleo, aumenta la recaudación en cotizaciones y tributaria, disminuye el déficit exterior y puede suministrar energía al cliente final a precios inferiores.

La biomasa se autofinancia, no incrementa el déficit tarifario, es una energía autóctona, ecológica y más barata que el gasóleo y el gas y supone claramente una mayor eficiencia energética como país.

La biomasa forestal ofrece grandes oportunidades en el Plan de Eficiencia Energética en edificios públicos y en el ámbito de la sostenibilidad urbanística.