



12

**Marco de
referencia para el
aprovechamiento
de la biomasa de
 pinares en
Andalucía**

12.1. Introducción

En este estudio se han evaluado las existencias de biomasa aérea de las cinco especies de pino presentes en Andalucía utilizando de la mejor información de inventario disponible y aplicando métodos de modelización que permiten extrapolar temporal y espacialmente los datos de partida. La síntesis final arroja un total de 49.585.670 t de biomasa aérea de pino carrasco, piñonero, salgareño, silvestre y negral en el conjunto de la Comunidad Autónoma, considerando solamente la superficie de pinar que supera, según el modelo aplicado, 10 tm / ha en la unidad de análisis (celdillas del ráster 100 x 100m).

Esta cifra global es sólo un indicador del orden de magnitud de la biomasa en pie de los pinares andaluces. Es un punto de partida para la aplicación de criterios de gestión forestal sostenible que permita planificar la extracción prudente de biomasa de los sistemas forestales, siempre partiendo de la base de que el aprovechamiento de la biomasa aérea es uno de las posibles servicios y funciones que aportan los pinares. La biomasa, en definitiva, puede ser entendida como un recurso económico, pero su utilización ha de evaluarse teniendo en cuenta que los pinares son también ecosistemas, paisajes y espacios que producen otros bienes (madera, astillas para la industria de la madera, piñón, esparcimiento, protección frente la erosión, belleza, carácter, nodriza de otras especies, etc.).

Este estudio no ha abordado la posibilidad de extracción de estas existencias. Otros estudios, sin embargo, han realizado aproximaciones que conviene contrastar para valorar adecuadamente estos resultados y optimizar la aplicación práctica de la información territorial generada. También es conveniente situar las existencias globales y locales en el contexto del estado actual del aprovechamiento de la biomasa y sus perspectivas futuras: en este sentido, es obligado hacer una recapitulación de las iniciativas de planificación y normativas en los ámbitos europeo, nacional y autonómico.

En este último capítulo se abordará este estudio de contexto. En primer lugar se introducirán los dos vectores principales (el agotamiento de las fuentes de energía fósil y el calentamiento global) que están provocando que estemos viviendo una etapa de transición de cultura y modelo energético.

En segundo lugar, se abordan los instrumentos de planificación y la normativa energética y forestal que determinan la utilización de la biomasa como fuente de energía en la Unión Europea, España y Andalucía.

En tercer lugar se expone una panorámica de la energía en Andalucía y la contribución de la biomasa forestal a la estructura energética de la Comunidad Autónoma, exponiendo los rasgos básicos del uso térmico y eléctrico de la biomasa.

En cuarto lugar se presentan un conjunto de fuentes y estudios de origen diverso que han abordado en los últimos años la cuantificación de la potencialidad de biomasa forestal en Andalucía.

Finalmente, se presentan una serie de reflexiones sobre el aprovechamiento sostenible y racional de la biomasa forestal en Andalucía.



12.2. La biomasa como fuente de energía

La situación energética actual, junto con su previsible evolución futura, es uno de los principales focos de atención social y uno de los ámbitos de conocimiento e información, en sus facetas científica, técnica o divulgativa, que está sujeto a un mayor interés y preocupación. Los análisis coinciden en identificar a dos vectores principales que actúan al mismo tiempo como causa y efecto de esta situación: el agotamiento del modelo energético actual (que puede ejemplificarse en la evolución del precio de barril de petróleo, **Figura 12.1**) y los efectos ambientales derivados de este mismo modelo (cuya ilustración canónica bien puede ser la evolución de los registros de la concentración de CO₂ en la atmósfera en el observatorio de Mauna Loa, (**Figura 12.2**).

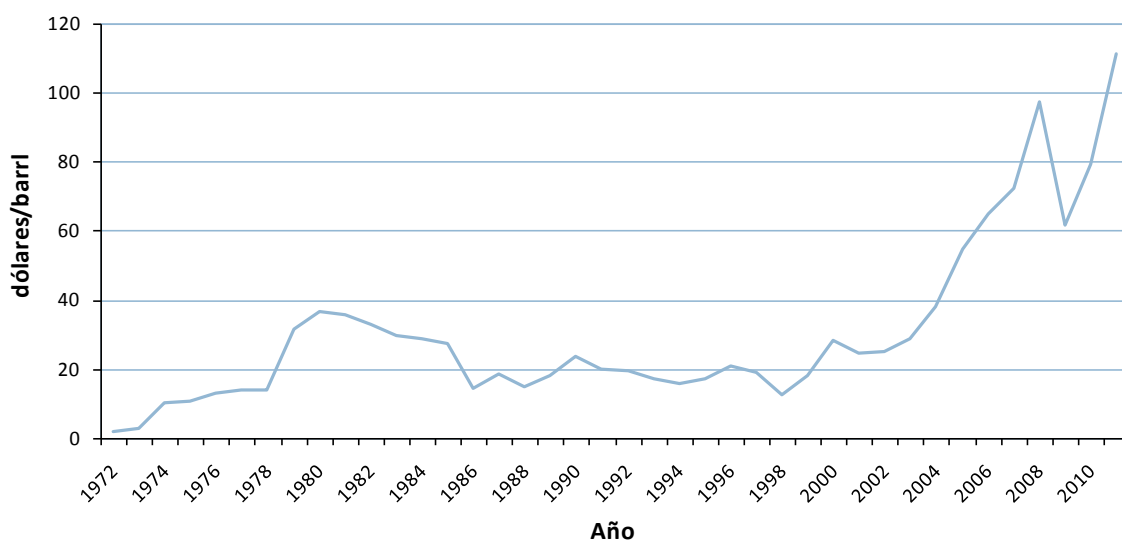


Figura 12.1. Evolución del precio del barril de petróleo 1972-2011. Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2012. Datos para 1972-1975 corresponden al crudo Arabian Light. De 1976 a 2011, crudo Brent. Consultado en <http://www.bp.com/statisticalreview>.

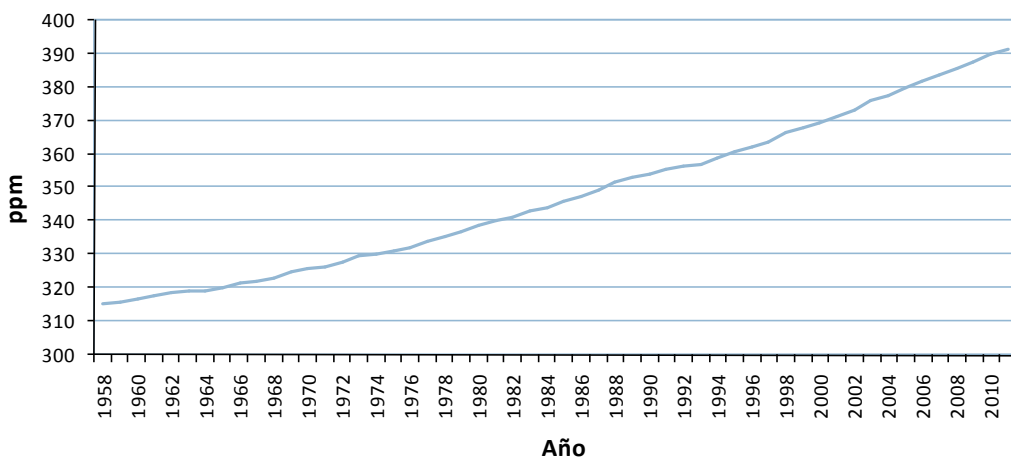


Figura 12.2. Evolución del contenido de CO₂ en la atmósfera terrestre. Fuente: Medición del CO₂ en el observatorio de Mauna Loa. Datos medios anuales a partir de mediciones mensuales. Fuente: http://www.ipcc-data.org/ancillary/ipcc_ddc_co2_mauna_loa.txt

Ambos procesos son convergentes, dirigiendo a la Humanidad en su conjunto a una nueva fase de su evolución histórica. De hecho, estamos inmersos en una etapa de transición energética de una intensidad al menos similar a la de la Revolución Industrial del siglo XIX. Una transformación que, en principio, no será tanto cuantitativa como cualitativa (recordemos que el consumo energético promedio de los cazadores recolectores es de unos 5.000 kilocalorías al día, pasando a 12.000 kcal en las primeras sociedades agrícolas y a 70.000 kcal tras el advenimiento de la Revolución Industrial; en la actualidad, el consumo energético per cápita en Andalucía es de 166.612 kcal, inferior, pero de un orden de magnitud similar al de los EEUU que alcanza las 250.000 kcal¹). Y en esta transición, basada en principios como la eficiencia energética y la renovación de las fuentes de suministro de energía, la biomasa ocupa un lugar destacado.

La interdependencia entre el bienestar humano y la combustión de biomasa fue una constante en nuestra evolución histórica hasta finales del siglo XIX, aunque aún hoy en día una importante proporción de la población mundial depende todavía de esta fuente de energía. En puridad, la Revolución Industrial consistió realmente en una Revolución Energética: el consumo de energía se disparó debido a que en lugar de depender de fuentes de suministro de base solar de corto plazo de renovación (madera, pasto seco, cauces, viento, tracción animal) hicimos uso de radiación solar acumulada y almacenada durante millones de años. Esto supuso variar drásticamente el plazo de renovación de la energía de la que dependemos. En términos económicos, supuso alargar de modo prácticamente infinito (en una escala de cientos de millones de años) la tasa de amortización de la fuente de energía que dinamiza nuestro estilo de vida. El consumo de la biomasa quedó relegado a algunas aplicaciones en el ámbito doméstico (sistemas tradicionales de calefacción y cocina) y a algunos sectores estrechamente ligados con la biomasa como el sector forestal y, en algunos casos, el agroalimentario.

La evolución del calentamiento climático global y su evolución futura bajo diferentes escenarios de actividad humana son objeto de estudios en los sucesivos informes del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). En el cuarto informe, de febrero de 2007, se sitúa el calentamiento medio en este siglo entre 1,8 y 4 grados, con una subida de 0,2 grados por década en los próximos 20 años. El conocimiento actual considera que el calentamiento es inequívoco e irreversible a corto plazo y que es consecuencia, con un 90% de probabilidad, de la acción de la especie humana sobre el planeta.

El calentamiento global y el agotamiento de las reservas constituyen dos límites objetivos que ponen coto al crecimiento ilimitado de un sistema basado en los combustibles fósiles. Lo uno y lo otro están íntimamente ligados: el reto que plantea el cambio climático refuerza la necesidad de cambiar el modelo energético, a la vez que la carestía creciente de las fuentes de energías fósiles actúan a favor de las actuaciones de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La transición ha de ser gradual porque nuestro sistema social y económico está muy bien adaptado a la utilización de la energía fósil: de hecho, ha coevolucionado con el aprendizaje y la destreza que hemos adquirido en explotar estas fuentes de energía. El modelo energético del futuro que hoy en día se está construyendo debe proporcionar, o al menos reemplazar con otras utilidades, las ventajas prácticas que han supuesto el petróleo, el carbón y sus derivados: la capacidad de almacenamiento, la previsibilidad en la disponibilidad de la energía y el coste, que durante el siglo XX ha sido comparativamente más barato que cualquier otra fuente de energía.

La energía obtenida a partir de la biomasa soslaya algunos de estos problemas, dado que su fuente de suministro (procedente de la fijación vegetal del carbono atmosférico) se presenta de modo concentrado, favoreciendo su almacenamiento y, con ello, haciendo predecible la generación de energía. Sin embargo, su utilización también plantea retos y genera incertidumbres que han de ser tenidas en cuenta para lograr un aprovechamiento realmente perdurable en el tiempo.

¹ Estas y otras numerosas cifras de gran interés se recogen en la publicación VVAA (2011). "Andalucía renovable". Agencia Andaluza de la Energía. Sevilla.

12.3. La planificación energética y la planificación forestal: la biomasa como punto de encuentro

La transición energética está recibiendo el impulso de acuerdos políticos tomados en distintos ámbitos de decisión. De los dos vectores que están actuando (encarecimiento y agotamiento de la energía a partir de fuentes fósiles y el calentamiento global), posiblemente sean los acuerdos adoptados para reducir las emisiones de gases de efectos invernadero los que tengan mayor relevancia pública, aunque en ocasiones es difícil separar una u otra motivación.

Un hito decisivo aconteció el 11 de diciembre de 1997, cuando los países industrializados se comprometieron en Kioto, en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero. La Unión Europea fijó como meta reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para el período 2008-2012 en un 8% en relación con los niveles de 1990 (Decisión del Consejo 2002/358/CE). Esta es una cuota promedio resultante de la contribución de cada Estado Miembro: en el caso de España, se permitió alcanzar unos niveles superiores en un 15% a las cifras de referencia. Pero, como decíamos, este compromiso actúa en el mismo sentido que los efectos de la crisis energética actual.

12.3.1. Planificación energética y forestal en la Unión Europea

La energía se ha convertido en uno de los principales focos de actuación para la Unión Europea y así lo ha reconocido el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (Tratado de Lisboa) que reconoce de manera específica una política energética que tenga por objetivo garantizar el funcionamiento del mercado de la energía, garantizar la seguridad del abastecimiento energético en la Unión, fomentar la eficiencia energética y el ahorro energético, así como el desarrollo de energías nuevas y renovables, y fomentar la interconexión de las redes energéticas.

Los documentos de análisis y diagnóstico coinciden en la conjunción de los dos elementos que determinan el marco general energético europeo: la elevada dependencia de fuentes de suministro importadas, que dificulta el cumplimiento de los objetivos de la Unión Europea de crecimiento, empleo y sostenibilidad, y la incidencia del modelo energético actual sobre el balance de gases de efecto invernadero y, en consecuencia, sobre el cambio climático. Para revertir esta situación, la Unión Europea ha desarrollado en el último decenio un conjunto de instrumentos legislativos y de planificación.

Desde la década de 1990 la UE está promoviendo actuaciones en pro de las energías renovables como el Libro Blanco “Energía para el futuro: fuentes de energía renovables” (1997) que marca las directrices de una estrategia y un plan de acción comunitarios con el objetivo último de alcanzar en 2010 una penetración mínima del 12% de las fuentes de energía renovables en la Unión Europea, lo que supondría duplicar la producción de energía procedente de fuentes renovables.

Uno de los elementos que reconoce el plan de acción como esencial es la promulgación de una legislación europea que procure un marco normativo estable y común para los estados miembros. Este objetivo se materializó en la Directiva 2001/77/CE, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad, y en la Directiva 2003/30/CE, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte. En estas directivas la Comisión marcó los objetivos de cuota de energía que habrían de alcanzar la electricidad procedente de fuentes renovables y la energía renovable utilizada en el sector del transporte en el horizonte de 2010. En el caso de la Directiva 2001/77 se planteó como meta que el 22,1% del consumo total de electricidad en la Unión Europea en 2010 se cubriera con electricidad generada a partir de fuentes

renovables. Por su parte, la Directiva 2003/30 estableció que el porcentaje de biocarburantes que debería sustituir al petróleo y al gasóleo en el transporte debería suponer el 2% en 2005 y el 5,75% en 2010.

Durante el inicio del siglo XXI la situación energética ha continuado agravándose. Así lo aprecia el Libro Verde de la Comisión “Estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura”, del año 2006, que reconoce que Europa ha entrado en una nueva era de la energía y que es necesario una respuesta común europea para garantizar que la energía sostenible, competitiva y segura, sea uno de los pilares básicos de la vida cotidiana de los europeos. Este Libro Verde presenta sugerencias y opciones para sentar la base de una nueva política energética europea, fijando las directrices para las metas y objetivos para después de 2010.

Como desarrollo del Libro Verde, la Comisión Europea presentó en 2007 la comunicación “Programa de trabajo de la energía renovable — Las energías renovables en el siglo XXI: construcción de un futuro más sostenible” que fue adoptada como Plan de Acción (2007-2009) por el Consejo Europeo con la orientación de lograr la triple finalidad de luchar contra el cambio climático, limitar la vulnerabilidad exterior de la UE frente a la importación de hidrocarburos y promover el crecimiento y el empleo. En el ámbito de las energías renovables se fija su participación en la combinación energética global de la UE en el 20% en 2020. Este impulso está fundamentado en las bondades de este tipo de energía, ya que si bien su coste de generación es todavía más caro que la utilización de hidrocarburos, la diferencia de precios se está reduciendo, sobre todo si se tienen en cuenta los costes del cambio climático y que las economías de escala podrán reducir los costes de las renovables en un futuro próximo. Como aspectos favorables para su desarrollo se pone de manifiesto que la energía renovable mejora la seguridad de abastecimiento energético porque incrementa la proporción de energía producida internamente, diversifica la combinación energética y las fuentes de importación de energía y aumenta la proporción de energía procedente de regiones estables políticamente, además de contribuir a crear nuevos puestos de trabajo en Europa. Las energías renovables cuentan también con el aliciente de que apenas emiten gases de efecto invernadero y la mayoría de ellas reporta beneficios significativos para la calidad del aire.

En 2005 se aprobó un Plan de Acción sobre la Biomasa (COM/2005/0628) centrado en la necesidad de desarrollar los recursos de biomasa en los Estados miembros, dado su papel esencial en la formulación de un nuevo paradigma energético en Europa (a la fecha de formulación del Plan representaba cerca de la mitad de energía renovable utilizada y el 4 % de las necesidades energéticas globales de la UE). El Plan considera viable duplicar de modo sostenible el uso actual de biomasa para 2010 (de 69 millones de tep en 2003 a cerca de 185 millones de tep en 2010), sin que ello suponga afectar significativamente a la producción de alimentos. Para ello hay que vencer una serie de obstáculos como la carencia de una legislación específica relativa a energía renovable en la producción de calor.

Todas las medidas incluidas en el Plan de Acción sobre la Biomasa de la UE dependen de un factor esencial: la disponibilidad de un suministro adecuado. Para ello se relacionan un conjunto de medidas, destacando la aplicación de las ayudas de una Política Agrícola Común que tenga entre sus orientaciones favorecer a los cultivos energéticos. En cuanto a la silvicultura, se parte de la base de que cerca del 35 % de la madera que crece anualmente en los bosques de la UE no se aprovecha. Una razón importante de ello es que no hay un mercado suficientemente consolidado para producir calor y electricidad que aproveche las maderas pequeñas procedentes de los claros y claras. En relación con esto, el Plan aboga por divulgar las lecciones aprendidas de experiencias exitosas en Europa, como el establecimiento de cadenas de suministro asociadas a las instalaciones existentes y el apoyo a la organización de sistemas logísticos, la cooperación entre propietarios forestales y el transporte.

Entre las acciones concretas, el Plan de Acción sobre la Biomasa incluye la realización de campañas de información a los propietarios forestales sobre las oportunidades de la energía a partir de la biomasa y la puesta en práctica de un Plan de Acción de los Bosques en el cual el uso energético del material forestal cumpla un papel importante. También se promoverá que los Estados Miembros establezcan planes de acción nacionales sobre biomasa.

En el informe de seguimiento de 2009 del Plan de Acción sobre la Biomasa de la UE (COM/2009/0192) se reconoció la desviación del cumplimiento del objetivo 2010 en materia de fuentes de energía renovables debido al aumento del consumo de energía en la Unión Europea y al insuficiente desarrollo de las renovables (el consumo de electricidad procedente de energía renovable podría alcanzar una cuota del 19 % en lugar del 21% previsto, mientras que en el sector del transporte la cuota de biocarburantes se situaría en el 4% en lugar del 5,75%).

Este informe de seguimiento fue objeto de evaluación por el Consejo Económico y Social, entre cuyas conclusiones destacan sus llamadas de atención sobre la necesidad de actuar con prudencia en el uso de la biomasa como fuente de energía renovable. En cuanto a los cultivos energéticos, propone que cada Estado miembro elabore un mapa con las áreas adecuadas para el cultivo energético para evitar el uso de terrenos agrícolas de calidad y de zonas inestimables por su biodiversidad. En particular, muestra su preocupación por las presiones que la extracción de biomasa para la producción de calor y electricidad y para la producción de biocarburantes ejercerá sobre las explotaciones forestales, por lo que recomienda que las medidas y decisiones que haya que adoptar en relación con el empleo de biomasa para la producción de energía esperen a que se ponga en marcha un sistema de supervisión adecuado.

El marco legislativo común para el sector de las energías renovables fue modificado en 2009. La Directiva 2009/28/CE, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, que modifica y deroga las anteriores Directivas 2001/77 y 2003/30, marca como objetivos generales para 2020 conseguir una cuota del 20% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión Europea y una cuota del 10% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía en el sector del transporte en cada Estado miembro. Establece, además la obligación de que cada Estado miembro elabore y notifique a la Comisión antes del 30 de junio de 2010 un Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) para el periodo 2011-2020 que garantice el cumplimiento de los objetivos vinculantes que fija la Directiva. Esta Directiva forma parte del Paquete Europeo de Energía y Cambio Climático, cuyos objetivos para 2020 son lograr un 20% de mejora de la eficiencia energética, una contribución de las energías renovables del 20% y una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del 20%.

En cuanto a la planificación forestal, en 2006 se presentó la Comunicación de la Comisión relativa a un Plan de Acción de la UE para los Bosques (COM/2006/302) como desarrollo de la Estrategia Forestal para la Unión Europea (1998).

El Plan de Acción para los Bosques contempla cuatro objetivos principales para optimizar la gestión sostenible y el papel multifuncional de los bosques de la UE: aumentar la competitividad a largo plazo; mejorar y proteger el medio ambiente; contribuir a una mejor calidad de la vida; y favorecer la comunicación y la coordinación con objeto de incrementar la coherencia y la cooperación a distintos niveles. El fomento del uso de la biomasa forestal para la producción de energía es una de sus acciones clave, centrando la atención en el desarrollo de los mercados de los pellets y menudos de madera y en la información a los propietarios de las explotaciones forestales sobre las posibilidades de producción de materia prima para la generación de energía. También promueve facilitar la investigación y la divulgación de experiencias sobre la utilización de madera de poco valor, de madera de talla reducida y de residuos de la madera para la generación de energía y sobre el desarrollo de tecnologías para la producción de calor, refrigeración, electricidad y combustibles a partir de recursos forestales. De manera específica insta a los Estados miembros a que evalúen la disponibilidad de madera y residuos de la madera y la viabilidad de su uso para la producción de energía a nivel nacional y regional con objeto de considerar nuevas medidas en apoyo del uso de la madera para la generación de energía.



12.3.2. Planificación energética y forestal en España

El Reino de España incorporó en sus instrumentos de planificación (Plan de Fomento de las Energías Renovables 1999, Plan de Energías Renovables 2005-2010, Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012) las directrices y objetivos marcados por la Unión Europea. En concreto, la meta establecida en el PER 2005-2010 fue cubrir el 12% del consumo de energía nacional en el año 2010 con fuentes renovables.

Una vez finalizado el periodo de programación del PER 2005-2010, se elaboró el Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020 que fue aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de 11 de noviembre de 2011. Este PER es coherente con el contenido e incluye los elementos esenciales del Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER), que España remitió a la Comisión Europea en cumplimiento de la Directiva 2009/208, añadiendo análisis adicionales y estudios sectoriales sobre las perspectivas de evolución tecnológica de los subsectores de la energía renovable. El PANER establece, en consonancia con los requerimientos de la Directiva, que el aporte de las energías renovables para el año 2020 será del 22,7% en referencia al consumo total de energía del 40% y en cuanto a la generación de energía eléctrica.

El mecanismo normativo fundamental en el que se apoya el logro de las metas de la planificación energética nacional es el Real Decreto 661/2007, que establece un sistema de primas para apoyar la producción eléctrica con tecnologías limpias. Este Real Decreto ha sido modificado por el Real Decreto-Ley 1/2012 que ha introducido la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos, lo que supone un cambio trascendente en el marco normativo que ha permitido el desarrollo del sector de la obtención de energía eléctrica a partir de fuentes renovables y, en concreto, de biomasa.

También es de destacar la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible, que tomó en consideración algunos de los elementos de los marcos de apoyo a las energías renovables que deben estar presentes para garantizar su crecimiento futuro.

En relación con la actuaciones encaminadas a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia, Horizonte 2012, define el marco de actuación que deben abordar las Administraciones Públicas en España para asegurar el cumplimiento de las obligaciones nacionales en el Protocolo de Kyoto. La Estrategia incluye un Plan de Medidas Urgentes de la Estrategia de Cambio Climático y Energía Limpia. El Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, 2008-2012, fijó como objetivo que las emisiones globales de gases de efecto invernadero no superen en más de un 37% las del año base en el período 2008-2012 (siendo esta cifra igual a la suma del 15% establecido como nivel de emisiones para España en Kyoto, un 2% atribuido a la absorción por los sumideros y un 20% en créditos de carbono procedentes de los mecanismos de flexibilidad).

La planificación forestal estatal tiene su fundamento en la Estrategia Forestal Española, aprobada en 1999, cuya aplicación concreta se formuló en el Plan Forestal Español (2002-2032). En el apartado de aprovechamientos forestales, el Plan Forestal Español aborda un análisis conjunto de la situación de las leñas y la biomasa, estimando su producción en los montes españoles en la década 1987-1996 en unos 3.500.000 estéreos anuales (2.000.000 m³), equivalentes a 1.600.000 t. Si se considera que la producción maderera media ascendió a 15 millones de m³ y que las existencias totales en los montes alcanzan 675 millones de m³ y el crecimiento anual es superior a los 35 millones de m³, el aprovechamiento de madera y leñas y biomasa apenas supera la mitad del crecimiento anual y el 2% de las existencias.

Las leñas proceden en su mayor parte de montes de quercíneas aprovechados como monte bajo. Debido a que en las últimas décadas su uso ha decaído, ante la falta de demanda, permanecen en su mayor parte en el monte, lo que implica un doble riesgo: aumenta el riesgo de incendios y de su propagación, y son un foco de insectos perforadores, hongos y otros agentes perjudiciales. El Plan Forestal propone como alternativa su aprovechamiento energético en las plantas bioenergéticas o en la industria de trituración. No obstante, la Estrategia Forestal Española advierte que existe el riesgo de que una planificación económica desafortunada genere a escala local una demanda de productos forestales superior a la que los montes pueden cubrir de forma sostenible, incentivándose así cortas o claras indeseables desde el punto de vista de otras funciones prevalentes del bosque, por lo que debe imponerse un análisis adecuado del ciclo

de vida total de estas instalaciones, o un estudio de impacto a largo plazo, por si el exceso de demanda pudiera ser significativo.

El Plan Forestal Español plantea una serie de medidas de carácter general para todos los aprovechamientos, entre las que merece la pena reseñar la realización de estudios de potencialidad productiva (oferta) y de mercado (demanda), y de estudios de compatibilidad de aprovechamiento y sus dimensiones mínimas aconsejables; y el inventario, cartografía y delimitación de áreas susceptibles de ser dedicadas a cada aprovechamiento.

En el plano normativo, la Ley 43/2003, de Montes, reconoce el valor de la biomasa al abordar los contenidos de los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales, manifestando la necesidad de incorporar, en la caracterización socioeconómica, la presencia de instalaciones dedicadas al aprovechamiento energético de la biomasa forestal. La Disposición Adicional Cuarta prevé la elaboración de una estrategia para el desarrollo del uso energético de la biomasa forestal residual de acuerdo con los objetivos indicados en el Plan de fomento de las energías renovables en España.

El Real Decreto-Ley 11/2005, de 22 de julio de 2005, por el que se aprueban medidas urgentes en materia de incendios forestales establece en su artículo 16 que las Comunidades Autónomas deberán desarrollar planes de aprovechamiento de la biomasa forestal residual existente en sus montes.

En 2010 fue aprobada en la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad la “Estrategia Española para el Desarrollo del Uso Energético de la Biomasa Residual” que será ampliada para todos los productos forestales susceptibles de aprovechamiento energético.

12.3.3. Planificación energética y forestal en Andalucía

El instrumento de planificación energética en la Comunidad Autónoma de Andalucía es el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 (PASENER), que sucedió al Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN).

El PASENER aboga por una nueva cultura de la energía, que ha de materializarse en un nuevo modelo energético, que de respuesta al reto del cambio climático, a la vulnerabilidad de un sistema energético vertebrado en los combustibles fósiles y al compromiso de garantizar el suministro energético de calidad a la ciudadanía. Para ello considera clave avanzar en los siguientes aspectos: una adecuada gestión de una demanda creciente de energía, el principio de autosuficiencia, el abandono progresivo de los combustibles fósiles a favor de las energías renovables, la integración de la innovación y las nuevas tecnologías en materia energética, la transversalidad de las estrategias energéticas en todos los órdenes, con especial consideración en la ordenación del territorio, e introducir en la sociedad el valor del uso racional de la energía.

El PASENER cifra como objetivo de aporte de las fuentes de energía renovable a la estructura de energía primaria en 2013 del 18,3% y en el 39,1% la relación de potencia eléctrica instalada con tecnología renovable frente a potencia eléctrica total. Junto con otras medidas, esto significará que durante el período de vigencia del Plan las emisiones de CO₂ evitadas se elevarán a 11 millones de toneladas y las emisiones de CO₂ por unidad de generación eléctrica se reducirán en torno a un 20%. Todo ello teniendo como meta alcanzar un ahorro equivalente al 8% de energía primaria respecto a 2006.

Entre los aspectos positivos del uso de las energías renovables, el PASENER destaca su efecto sobre el tejido socioeconómico y, particularmente, sobre el tejido industrial, al ser un subsector caracterizado por su dinamismo, su alto desarrollo tecnológico, su capacidad de expansión, su demanda de empleo estable, su alta cualificación y su reconocimiento social. Estos elementos convierten a las energías renovables en un paradigma de actividad innovadora, en consonancia con una de las líneas directrices emanadas del Consejo Europeo de Lisboa para estimular la productividad y competitividad y para lograr un crecimiento sostenible.

Para conseguir las metas propuestas, se relaciona un elenco de medidas como el apoyo a la utilización de la biomasa como fuente de energía, especialmente para uso térmico, a través de programas orientados a incentivar la instalación de tecnologías renovables en el ámbito doméstico particular y comunitario para producción de agua caliente, calefacción y climatización, y a fomentar las energías renovables en la industria agroalimentaria. Se contempla específicamente llevar a cabo un programa de promoción de los cultivos energéticos.

El Plan Andaluz de Acción por el Clima 2007-2012, que desarrolla la Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático, recoge entre las medidas del Plan de Mitigación fomentar el aprovechamiento energético de la biomasa para favorecer el cumplimiento de los objetivos del protocolo de Kyoto. Entre las actuaciones propone desarrollar un Plan de Acción para el Impulso de la Producción y Uso de la Biomasa y Biocarburantes en Andalucía con la incorporación de un Programa específico de Fomento de los Cultivos Energéticos y un Programa de Aprovechamiento de Biomasa Forestal.

El Plan Forestal Andaluz es el instrumento que desde 1989, y con una vigencia de 60 años, establece las directrices y orientaciones de las actuaciones forestales en la Comunidad Autónoma. Hasta la fecha ha sido objeto de tres actualizaciones. La última de estas actualizaciones, la Adecuación del Plan Forestal Andaluz, Horizonte 2015, reconoce como principios orientadores la multifuncionalidad y sostenibilidad de los montes, su papel fundamental en el desarrollo rural, la aplicación de la gobernanza en la toma de decisiones y extender las iniciativas de responsabilidad social corporativa. Estos principios actualizan la filosofía de la formulación inicial del PFA y su reconocimiento de que el mantenimiento de la multifuncionalidad está directamente ligado a una gestión sostenible de los recursos forestales que permita una actividad económica racional, buscando espacios de colaboración más que de confrontación entre el binomio conservación y producción. Esta búsqueda de consenso era puesta de manifiesto en el análisis del PFA 1989 al llamar la atención sobre la necesidad de revisar los fines tradicionales de los montes (el carácter productor o protector) como consecuencia de la aparición de nuevos usos como el ocio y el esparcimiento, de la creciente importancia de las consideraciones ecológicas sobre la gestión del territorio y la utilización de los recursos naturales.

Como guía para no desviarse del necesario equilibrio, a veces delicado, entre las funcionalidades productivas y las ligadas a la conservación, el PFA 1989 recordaba que la base de la actuación forestal debe estar en conseguir que la utilización racional de los recursos naturales permita su persistencia manteniendo la capacidad de renovación de los mismos, aceptando, por tanto, que la conservación no supone forzosamente un cese de actividades sobre el medio natural y, por otra parte, que la producción no tiene por qué llevar al agotamiento de los recursos. Esta línea maestra, de hondas raíces históricas, se formula en la actualidad a través de conceptos como la gestión forestal sostenible o, como propone la Adecuación del PFA Horizonte 2015, tomando en cuenta los beneficios indirectos, difusos o intangibles, a través de una adecuada valorización de las externalidades positivas del monte y de los servicios ambientales y ecosistémicos que presta, lo que permitiría reforzar lazos de responsabilidad compartida entre los titulares de los terrenos forestales que llevan a cabo una gestión forestal sostenible y todos los beneficiarios de la misma.

En el diagnóstico de la Adecuación del Plan Forestal Horizonte 2015 se pone de manifiesto que el aprovechamiento de la madera en Andalucía constituye un sector escasamente competitivo con respecto al mercado nacional o internacional. Con la excepción del chopo y el eucalipto, principales especies de interés maderero, el resto de frondosas y coníferas mantienen las funciones de protección que dieron origen a su implantación como medida de restauración de ecosistemas. Las repoblaciones de coníferas, en concreto, que tuvieron su origen a mediados del siglo XX, exigen para su correcto desarrollo actuaciones de clareos y primeras claras que suponen una importante inversión y que dan lugar a un escaso retorno económico. No obstante, el potencial de las cortas que se deriven de una planificación apropiada podría dar lugar a la extracción de fustes de calidad para aserrío o fabricación de tableros. En este contexto, la biomasa forestal como recurso energético representa una oportunidad para la realización de una gestión forestal sostenible que contribuya al desarrollo rural mediante la mejora de las masas, la diversificación económica, la generación de empleo y el aumento de la rentabilidad económica de los montes, además de favorecer la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Tanto el PFA como la legislación forestal de aplicación en la Comunidad Autónoma (Ley nacional 43/2003, de Montes, y Ley 2/89, Forestal de Andalucía) consideran fundamental la planificación forestal para una adecuada gestión. En este aspecto, la Adecuación plantea como directriz basar la planificación en una zonificación en la que se definan los objetivos y funciones de las formaciones forestales teniendo en

cuenta el aprovechamiento integrado de los recursos forestales. Como caso concreto, propone apoyar el aprovechamiento integrado de la biomasa forestal en coordinación con el aprovechamiento de la biomasa procedente de otros sectores, especialmente el agrícola y el ganadero. Para ello, la Adecuación incluye como línea de actuación específica del programa “Aprovechamiento sostenible de los recursos forestales renovables y transformación y comercialización de los productos forestales” el uso de la biomasa forestal como recurso energético.

En el campo de la regulación energética, la Ley 2/2007, de Fomento de las Energías Renovables y del Ahorro Energético y Eficiencia Energética de Andalucía, establece el principio de la primacía en la producción de las energías renovables sobre el resto de las energías primarias y contempla la promoción de su uso mediante el establecimiento de medidas incentivadoras.

Por Orden de 29 de diciembre de 2011, la Consejería de Medio Ambiente ha establecido la regulación del aprovechamiento de la biomasa forestal con destino energético como recurso natural renovable procedente de los montes de Andalucía. Como aprovechamiento expresamente contemplado en el artículo 6 de la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, la obtención de biomasa deberá estar incluida en la planificación de la producción a obtener de los terrenos forestales y se hará bajo las condiciones de una gestión forestal sostenible. A tal fin, la Orden distingue entre dos tipos de superficie forestal: aquella cuyo aprovechamiento principal sea la biomasa con destino energético y aquella otra cuyo aprovechamiento principal no sea la biomasa con destino energético. La regulación también contempla el establecimiento de repoblaciones con especies forestales de crecimiento rápido tratadas, en general, a turnos cortos, con el fin de que el aprovechamiento principal de estas superficies sea la biomasa con destino energético.

Esta Orden prevé que para una determinada unidad dasocrática en la que se divida el monte (sección, cuartel, cantón, rodal u otra) pueda ser considerada como superficie forestal cuyo aprovechamiento principal sea la biomasa con destino energético se ha de cumplir que su aprovechamiento principal sea la obtención de biomasa, que el destino de esta biomasa sea en su totalidad la generación de energía y que así figure en los instrumentos de gestión forestal recogidos en la normativa sectorial (proyecto de ordenación o plan técnico) aprobados por la Consejería competente en materia forestal. Si tal es el caso, la biomasa obtenida tendrá la consideración de biomasa forestal procedente de cultivos energéticos forestales a efectos del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, no pudiéndose extraer más producción de biomasa de la que se especifique como posibilidad para cada unidad dasocrática en el correspondiente proyecto o plan técnico de ordenación del monte, de acuerdo con las normas selvícolas y los criterios de ordenación de los recursos naturales. Si la biomasa procede de superficies forestales que no tengan como aprovechamiento principal la biomasa con destino energético, podrá tener la consideración de biomasa procedente de aprovechamiento secundario o biomasa residual.



12.4. La energía en Andalucía

12.4.1. Contexto energético

Andalucía consume en torno al 1,0% de la energía primaria de la Unión Europea y al 14,3% de la de España (Tabla 12.1). En el año 2010 el consumo de energía primaria ascendió en Andalucía a 18.913,8 ktep y a 132.123 ktep en España. La evolución del consumo energético en Andalucía en la primera década del siglo XXI manifiesta una primera fase de aumento hasta el año 2007, a partir del cual la tendencia ha sido decreciente (Figura 12.3). El consumo de energía primaria per cápita es de 2,26 tep/habitante en Andalucía y de 2,81 tep/habitante en España.

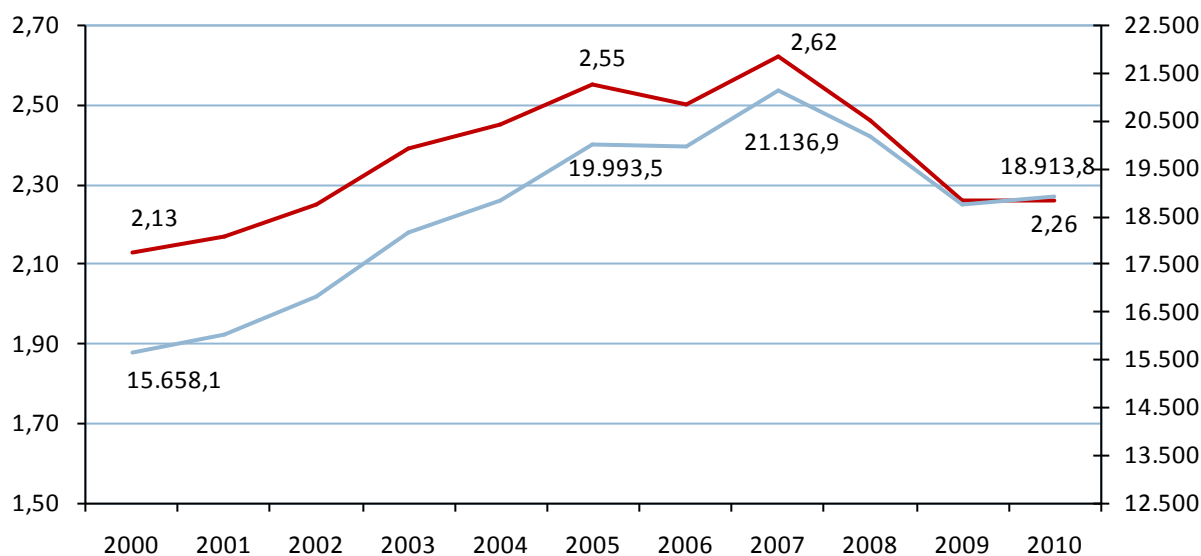


Figura 12.3. Consumo total de energía primaria (serie azul, valores en ktep) y consumo total de energía primaria por habitante (serie roja, valores en ktep/habitante) durante el periodo 2000-2010. Se señalan los valores alcanzados en 2000, 2005, 2007 y 2010. Fuente: Datos energéticos de Andalucía, 2010. Agencia Andaluza de la Energía.

La principal fuente de suministro de energía es el petróleo (Tabla 12.1 y Figura 12.4), que aporta el 47,8% de la energía primaria consumida, una cifra similar a la media española (47,1%) y superior a la de la UE (36,6%). En la estructura del consumo de energía primaria de Andalucía (2010) destaca la inexistencia de generación de energía nuclear (frente al 16,2% del conjunto de España y el 13,6% de la UE), el mayor peso del gas natural (29,8% frente a 23,3% y 24,5% en España y la UE) y, particularmente, de las energías renovables, cuyo consumo ascendió a 2.427,8 ktep, lo que significó un 12,8% del consumo de energía primaria (11,0% en España y 9,0% en la UE). El uso de las energías renovables manifiesta una tendencia ascendente tanto en Andalucía como en el conjunto de España (en 2010 se consumió un 33,1% más en Andalucía en relación con el año anterior, y un 20,8% en España, en donde se consumieron 14.678 ktep de este tipo de energía).

Tabla 12.1. Consumo de energía primaria por fuentes. Unidad Mtep (ktep x 1.000)

	Unión Europea (2009)	España (2010)	Andalucía (2010)
Carbón	267,9	8,5	1,7
Petróleo	622,9	62,5	9
Gas natural	416,7	31	5,6
Nuclear	230,8	16,2	0
Energías renovables	152,6	14,7	2,4
	1.702,8	132,1	18,9

Fuente: Datos energéticos de Andalucía, 2010. Agencia Andaluza de la Energía

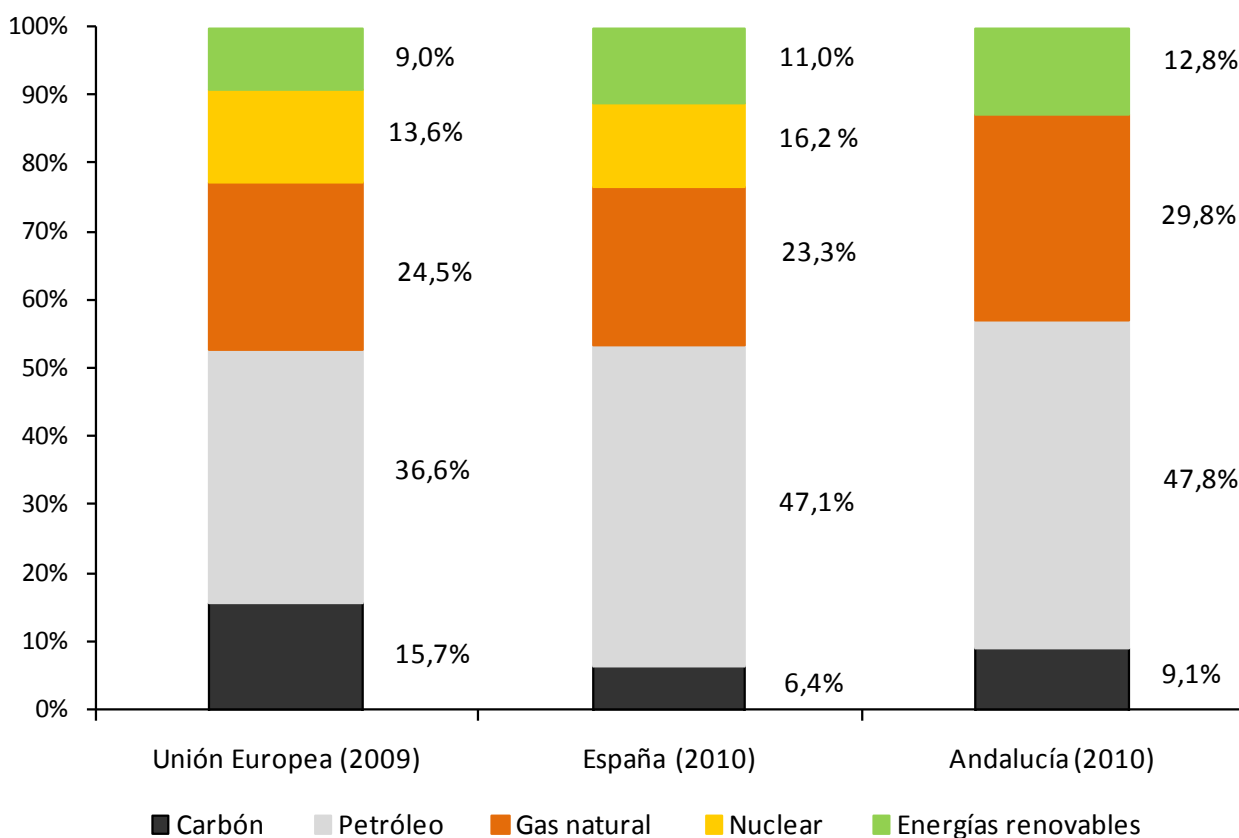


Figura 12.4: Estructura del consumo de energía primaria por fuentes. Carbón (negro), petróleo (gris), gas natural (naranja), nuclear (amarillo) y renovables (verde). Fuente: Datos energéticos de Andalucía, 2010. Agencia Andaluza de la Energía

En el primer decenio del siglo XXI la estructura energética de Andalucía ha experimentado cambios relevantes (**Tabla 12.2**). El aumento de la demanda en relación con el año 2000 ha sido cubierto fundamentalmente por la generación a través de ciclos combinados mediante gas natural y el aumento de las energías renovables: la participación de las renovables producidas en la región sobre el total de energía primaria consumida ha pasado de suponer un 5,6% en 2000 (880,6 ktep) al 11% en 2010 (2.076 ktep); como consecuencia de ello, ha aumentado el grado de autoabastecimiento energético, situándose en el 12,7% (2,4 Mtep producidos), multiplicándose por dos entre 2006 y 2010, aunque todavía está por debajo de la media nacional (26,15%) y europea (48,0%).

Este crecimiento ha sido principalmente debido al auge experimentado por las energías eólica, solar fotovoltaica y termosolar a partir de 2007, habiéndose multiplicado la producción de estas modalidades durante el periodo 2007-2010 por 4,87, 21,7 y 52,6, respectivamente. La producción total de energía primaria a partir de biomasa, aunque ha pasado de 789,4 ktep en 2000 a 1.058 ktep en 2010, muestra un crecimiento menor ($\times 1,24$), por lo que su fracción de participación sobre el conjunto de energía primaria consumida se ha mantenido relativamente constante (de 5,0% en 2000 a 5,6% en 2010). También es de destacar que el porcentaje de producción de energía a partir de biomasa en relación con la energía consumida a partir de esta misma fuente ha pasado de ser del 100% en 2000 al 75% en 2010, haciendo patente que en el crecimiento del consumo de energía primaria a partir de biomasa ha desempeñado un papel importante la adquisición de biomasa producida fuera de la región (la diferencia entre el consumo de energía a partir de biomasa y la producción de energía primaria para consumo interior en 2010 fue de 351,8 ktep, que corresponde al 56,7% del incremento del consumo de energía primaria procedente de biomasa entre 2000 y 2010). Lo anterior, no obstante, coincide con un cierto grado de exportaciones de biomasa producida en Andalucía a países de la Unión Europea que cuentan con un marco retributivo que hace interesante este tipo de operaciones comerciales.

Tabla 12.2 Síntesis de la estructura de la energía en Andalucía. Valores en ktep

Unidad	ktep	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Consumo total de energía primaria		15.658,1	16.035,3	16.826,5	18.158,9	18.834,9	19.993,5	19.957,9	21.136,9	20.154,2	18.746,4	18.913,8
<i>De los cuales:</i>												
Petróleo		8.841,0	9.127,2	9.222,8	10.032,5	10.215,8	10.162,4	10.054,9	10.380,7	9.982,5	9.193,5	9.044,3
Gas natural		1.962,0	2.105,1	2.688,1	3.095,3	3.828,1	5.597,5	6.249,2	6.420,8	6.524,9	5.601,3	5.638,0
Carbón		3.193,5	3.005,1	3.216,2	3.178,9	3.177,3	3.303,6	2.792,9	3.291,5	1.750,6	2.175,6	1.727,6
Consumo de energía a partir de renovables		880,6	918,0	1.017,5	5.994,3	3.993,2	1.023,8	828,3	1.081,9	1.610,0	1.824,6	2.427,8
<i>De los cuales:</i>												
Consumo de energía a partir de biomasa		789,4	794,0	900,3	846,4	849,0	867,2	670,9	901,6	1.266,7	1.155,8	1.409,8
Finalidad:												
Biomasa térmica		638,7	629,8	664,9	578,1	551,4	563,7	367,5	564,1	613,5	471,5	629,7
Biocombustibles		0	0	0	21	21	17,5	36,1	47,8	98	166,7	228,7
Consumo eléctrico y pérdidas		150,7	164,2	235,4	247,3	276,6	286,0	267,3	289,7	555,2	517,6	551,4
Producción total de energía primaria para consumo interior		1.504,7	1.779,5	1.883,4	1.588,7	1.674,6	1.548,6	1.150,6	1.376,7	1.832,1	1.957,8	2.395,2
<i>De los cuales:</i>												
Producción total de energía primaria para consumo interior a partir de renovables		880,6	918,0	1.017,6	973,2	972,1	1.006,3	784,6	1.031,5	1.543,3	1.702,4	2.076,0
<i>De los cuales:</i>												
Biomasa		789,4	794,0	900,3	825,4	828,0	849,7	627,2	851,1	1.200,0	1.033,7	1.058,0
Hidráulica		49,7	79,8	65,9	87,9	78,3	54,5	39,6	34,4	41,6	70,1	126,7
Eólica		30,8	31,1	35,3	41,5	44,5	78,0	89,7	104,6	214,4	375,7	510,1
Solar térmica		10,2	12,5	15,4	17,4	19,8	22,5	27,1	32,4	39,0	44,2	52,2
Solar fotovoltaica		0,5	0,6	0,7	1,0	1,5	1,6	1,0	4,6	36,0	122,6	97,4
Termosolar		0	0	0	0	0	0	0	4,4	12,3	56,1	231,6
%PT biomasa/ PT renovables		89,6%	86,5%	88,5%	84,8%	85,2%	84,4%	79,9%	82,5%	77,8%	60,7%	51,0%
%PTrenovables/Consumo total		5,6%	5,7%	6,0%	5,4%	5,2%	5,0%	3,9%	4,9%	7,7%	9,1%	11,0%
%PTbiomasa/Consumo total		5,0%	5,0%	5,4%	4,5%	4,4%	4,2%	3,1%	4,0%	6,0%	5,5%	5,6%
Grado de autoabastecimiento		9,6%	11,1%	11,2%	8,7%	8,9%	7,7%	5,8%	6,5%	9,1%	10,4%	12,7%
%Producción energía a partir de biomasa/Consumo de energía a partir de biomasa		100%	100%	100%	97,5%	97,5%	98,0%	93,5%	94,4%	94,7%	89,4%	75,0%

Fuente: Datos energéticos de Andalucía, 2010. Agencia Andaluza de la Energía

12.4.2. La aportación de la biomasa a la estructura energética de Andalucía

La biomasa es utilizada tanto para usos térmicos como para generación eléctrica. Para fines térmicos se destinaron en 2010 629,7 ktep, el 44,7% del consumo de energía primaria a partir de biomasa, habiéndose mantenido un rango similar cuantía durante el periodo 2000-2010 (**Tabla 12.3**).

La biomasa para generación eléctrica ha aumentado considerablemente en el periodo 2000-2010. De hecho, en este periodo se ha producido un trasvase del uso de la biomasa desde los usos térmicos hacia las plantas de generación eléctrica.

De acuerdo con el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética (PASENER), la potencia instalada en el año 2000 era de 51,3 MW, siendo en 2010 de 210,4 MW, a lo que hay que añadir 23,5 MW adicionales a partir de biogás (**Tabla 12.3**). Estas cifras se aproximan al objetivo del PASENER para 2013, establecido en 256 MW de potencia a partir de biomasa y 20,10 MW a partir de biogás.

Tabla 12.3. Evolución de la potencia y capacidad instalada en biomasa eléctrica, térmica y biocarburantes, 2003-2010

		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Biomasa y biogás uso térmico	ktep	578,1	551,4	563,7	367,5	564,1	613,5	471,5	629,7
Biomasa generación eléctrica	MW	115,57	127,31	129	164,71	171,88	178,43	189,4	210,4
Biogás generación eléctrica	MW							19,83	23,5
Biocarburantes	ktep						64,69	235,39	306,33

Fuente: La biomasa en Andalucía. Informe técnico. Septiembre 2011. Agencia Andaluza de la Energía

La aportación de la potencia eléctrica instalada por medio de biomasa en relación con la potencia total supone el 1,43% de la potencia total instalada y el 4,7% de la potencia instalada a partir de fuentes renovables (**Tabla 12.4**). En cuanto a la producción de electricidad, la obtenida a partir de biomasa se ha multiplicado por 6,4 en el periodo 2000-2010, en tanto que la producción total en la Comunidad Autónoma se ha multiplicado por 1,9 (**Tabla 12.5**).

Tabla 12.4. Potencia eléctrica instalada en Andalucía, 2010. Datos en MW

Potencia eléctrica total	14.681,5
Régimen ordinario	9.161,6
Régimen especial	5.511,9
Mediante cogeneración	1.030,5
Mediante renovables	4.481,4
Hidráulica	151,7
Eólica	3.008,7
Solar fotovoltaica	724,5
Termosolar	330,9
Biomasa	210,4
Biogás	23,5
Residuos	31,7
Generación aislada	7,9

Fuente: Datos energéticos de Andalucía, 2010. Agencia Andaluza de la Energía

Tabla 12.5. Producción bruta de energía eléctrica en Andalucía, 2000-2010. Datos en MW

Unidad GWh	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Renovables											
Eólica	361,6	365,7	414,1	487,3	522,2	916,2	1.053,0	1.216,2	2.493,5	4.369,0	5.931,7
Hidráulica	103,0	231,3	191,9	258,6	206,1	148,2	104,3	111,1	163,6	251,3	304,5
Solar fotovoltaica	5,2	5,6	6,2	6,9	8,4	7,3	11,6	45,9	410,0	1.416,8	1.123,6
Termosolar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	21,4	97,9	444,4
Biomasa	186,5	490,1	697,9	814,6	883,8	958,9	809,4	957,8	978,2	915,8	1.197,8
Total renovables	656,3	1.092,7	1.310,1	1.567,4	1.620,5	2.030,6	1.978,3	2.338,6	4.066,7	7.050,8	9.002,0
%biomasa/ renovables	28,4%	44,9%	53,3%	52,0%	54,5%	47,2%	40,9%	41,0%	24,1%	13,0%	13,3%
Producción bruta total	21.158,4	21.743,9	25.216,7	26.665,4	31.353,0	42.467,4	41.396,0	42.751,1	38.716,7	40.329,5	39.501,4
% renovables/total	3,1%	5,0%	5,2%	5,9%	5,2%	4,8%	4,8%	5,5%	10,5%	17,5%	22,8%
% biomasa/total	0,9%	2,3%	2,8%	3,1%	2,8%	2,3%	2,0%	2,2%	2,5%	2,3%	3,0%

Fuente: Datos energéticos de Andalucía, 2010. Agencia Andaluza de la Energía

Dentro del sector biomasa, se engloba toda materia orgánica susceptible de aprovechamiento energético. En concreto, la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), utiliza la definición de la Especificación Técnica Europea CEN/TS 14588 para catalogar la “biomasa” como “todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización”. Este hecho implica que los recursos de biomasa provengan de fuentes diversas y heterogéneas. En el sector forestal en concreto, la biomasa se genera en los tratamientos y en los aprovechamientos de la vegetación y como residuo de las industrias forestales. La Orden de 29 de diciembre de 2011, por la que se regula el aprovechamiento de la biomasa forestal con destino energético, define biomasa forestal como la fracción biodegradable de los productos, subproductos y residuos procedentes de la silvicultura aplicada a la vegetación que cubre los montes o terrenos forestales.



12.4.2.1. Biomasa para uso eléctrico

La biomasa para uso eléctrico reúne las aplicaciones para generación de energía eléctrica tanto de forma exclusiva como mediante sistemas de cogeneración o sistemas de co-combustión.

Si bien es un sistema de producción más oneroso y menos eficiente desde el punto de vista energético que el aprovechamiento térmico directo, la obtención de electricidad mediante biomasa reúne una serie de características (capacidad de almacenamiento, previsibilidad, posibilidad de regulación de la potencia obtenida) que la hacen atractiva desde el punto de vista de su participación en el conjunto de energías renovables. Como el resto de las energías renovables, ofrece ventajas en relación con el uso de energía fósil: cada MW de biomasa producido equivale, aproximadamente, a la reducción de 2.500 toneladas equivalentes de petróleo y evita la emisión de 2.700 t de CO₂ al año.

No obstante, la producción de electricidad con biomasa tiene que hacer frente a unas limitaciones que tal y como destaca el Plan de Energías Renovables de España 2011-2020, en comparación con otras fuentes de suministro han añadido dificultades a su desarrollo. Son necesarias centrales térmicas específicas con calderas adecuadas al bajo poder calorífico de la biomasa, a su alto porcentaje de humedad, a la heterogeneidad de la materia prima y al gran contenido en volátiles. Comparativamente, el rendimiento es menor y las inversiones son mayores que si se utilizara combustible convencional. Además, se ha de resolver también la mayor complejidad en la logística del aprovisionamiento de la biomasa. La gran demanda de combustible obliga a asegurar un abastecimiento continuo, que se encarece conforme aumenta la distancia de procedencia; en este aspecto, los promotores deben hacer un balance entre las elevadas inversiones que requieren las centrales de pequeña potencia (por debajo de 10 MW) y las dificultades de operación y de logística de las centrales mayores, que exigen un abastecimiento mayor. La instalación de centrales de pequeña potencia también ha tenido el freno de la tecnología disponible: las tecnologías tradicionales de generación o cogeneración para biomasa con turbinas de vapor están indicadas para grandes potencias ya que la economía de escala tiene una gran incidencia; nuevos sistemas basados en la gasificación permiten nuevos planteamientos de producción en régimen de generación o cogeneración para pequeñas potencias y consumos. En este sentido, la Comunicación COM/848/2006, "Renewable energy road Map" plantea entre los retos futuros del sector desarrollar tecnologías eficientes económica y medioambientalmente para la conversión de la biomasa en energía eléctrica, calor, productos y combustibles como aumentar el rendimiento de los sistemas de co-combustión hasta el 40%, desarrollar sistemas de gasificación de biomasa competitivos a nivel comercial o implantar instalaciones autónomas de generación eléctrica de entre 5 y 50 MWe a partir de cultivos energéticos con costes medios de 0,05 €/kWh o menores.

Los países de la Unión Europea han introducido distintos mecanismos para incentivar la producción de energía eléctrica mediante fuentes renovables. Uno de los procedimientos es mediante el establecimiento de bonificaciones en la tarificación de la electricidad. En el caso español, el marco regulatorio para la generación eléctrica con energías renovables se basa en garantizar el cobro de una remuneración por tecnología superior al precio del mercado mayorista. Este sobre coste se financia a través de la propia tarifa eléctrica al ser repartido entre los productores con energías convencionales (como resultado del sistema de fijación de precios en el mercado de producción eléctrica, que prioriza a la electricidad de origen renovable) y los consumidores.

En España, la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial está regulada por el Real Decreto 661/2007. Uno de los fundamentos del modelo español es reconocer el derecho de los productores de energía en régimen especial a percibir una tarifa regulada al vender la energía eléctrica producida. En algunas modalidades de energía renovable (entre ellas la producida a partir de biomasa), los productores también tienen derecho a una prima consistente en una cantidad adicional al precio que resulte en el mercado organizado o el precio libremente negociado por el titular o el representante de la instalación. Este complemento de retribución varía en función del recurso utilizado para producir la energía renovable y su cuantía está determinada en base a factores como la contribución a la mejora del medio ambiente, el ahorro de energía primaria, la eficiencia energética y los costes de inversión necesarios para poner en marcha la tecnología. En resumen: el incentivo recae sobre las instalaciones productoras de electricidad mediante energía renovable, que tienen asegurada las condiciones favorables por un plazo de 25 años.

La tarifa regulada y la prima de referencia dependen de la potencia de la central productora de energía, del tipo de recurso energético empleado y del plazo de tiempo en funcionamiento. La biomasa forestal primaria queda incluida dentro de dos de las categorías que prevé el Real Decreto en función del tipo de combustible principal empleado en la planta de producción eléctrica: como cultivo energético (categoría b.6.1) y como residuos de aprovechamientos forestales y otras operaciones selvícolas en las masas forestales y espacios verdes (categoría b.6.3). La biomasa procedente de industrias forestales queda incluida en la categoría b.8.2. El hecho de pertenecer a una de estas categorías implica una retribución de la tarifa regulada y de la prima diferente (**Tabla 12.6**) con la consecuente repercusión sobre el precio de adquisición de la materia prima. La diferencia de retribución es considerable, de manera que para una instalación con el mismo rango de potencia y plazo, la tarifa regulada empleando cultivos energéticos forestales supone en torno a un 24% más que si empleara biomasa forestal residual.

Tabla 12.6. Condiciones de la tarifa regulada y de la prima de referencia para las plantas de generación de energía eléctrica cuyo aprovisionamiento sea biomasa forestal

Categoría	Recurso energético	Potencia	Plazo	Tarifa regulada (c€/kWh)	Prima (c€/kWh)
b.6.1.	Cultivos energéticos	Menor de 2 MW	primeros 15 años	16,0113	11,6608
			a partir del año 15	11,8839	0
		Mayor de 2 MW	primeros 15 años	14,659	10,0964
			a partir del año 15	12,347	0
b.6.3.	Residuos de aprovechamientos forestales y otras operaciones selvícolas en las masas forestales y espacios verdes	Menor de 2 MW	primeros 15 años	12,7998	8,4643
			a partir del año 15	8,6294	0
		Mayor de 2 MW	primeros 15 años	8,6294	7,2674
			a partir del año 15	8,066	0

Fuente: Real Decreto 661/2007

La tarifa regulada para las centrales que utilicen biomasa forestal se sitúa próxima al valor promedio para el conjunto de modalidades de energía en régimen especial (media de 10,45 c€/kWh, con un máximo de 44,0381 para la solar fotovoltaica); la prima de referencia alcanza un valor comparativamente superior a la media (media de 5,53 c€/kw con un máximo de 25,4 c€/kWh para la solar térmica).

El Real Decreto-Ley 1/2012 ha introducido la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y ha suprimido los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables. Con ello, el régimen de retribución preferente (tarifas reguladas y primas) queda limitado a las instalaciones en funcionamiento previamente a la entrada en vigor del Real Decreto-Ley y a aquellas que hubieran resultado inscritas en el Registro de preasignación de retribución.

Un aspecto relevante del Real Decreto 661/2007 es la definición de los conceptos relacionados con la biomasa forestal. La biomasa de cultivos energéticos forestales (b.6.1.) es definida como aquella de origen forestal procedente del aprovechamiento principal de masas forestales originadas mediante actividades de cultivo, cosecha y en caso necesario, procesado de las materias primas recolectadas y cuyo destino final sea el energético. Por su parte, la biomasa procedente de residuos de aprovechamientos forestales y otras operaciones selvícolas en las masas forestales y espacios verdes (b.6.3.) se define como la biomasa residual producida durante la realización de cualquier tipo de tratamiento o aprovechamiento selvícola en masas forestales, incluidas cortezas, así como la generada en el mantenimiento y limpieza de los espacios verdes.

La definición de cultivos energéticos forestales fue objeto de una aclaración posterior, en 2008, por parte del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, que fue asumida por el Comité Forestal Nacional. En esta aclaración se considera como forma de determinar si una biomasa forestal procede de cultivo energético la existencia de un documento de planificación técnico a largo plazo (proyecto de ordenación, plan técnico de gestión forestal a un mínimo de 10 años, etc.) en el que, entre otras cosas, se fije que el objetivo principal de la masa forestal sea la producción energética y que especifique de manera clara la vigencia del propio documento de planificación 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 dicho objetivo. En contraposición, podrá tener la consideración de biomasa procedente de residuo la biomasa de los árboles u otro material vegetal obtenida de cortas intermedias de mejora, dosificación de la competencia, saneamiento, etc. (clareos, claras, cortas de carácter fitosanitario; en cualquier caso siempre antes del turno o edad de madurez o antes del aprovechamiento final) en masas forestales cuyo destino final no sea la producción energética. Las definiciones incluidas en la Orden de la Consejería de Medio Ambiente de 29 de diciembre de 2010 incorporan el sentido de estas aclaraciones a las definiciones del Real Decreto 661/2007.

A finales de 2010 existían en Andalucía 18 centrales de biomasa eléctrica y cogeneraciones con biomasa con una potencia total instalada de 208,70 MW (**Tabla 12.7**). España cuenta con una potencia instalada en plantas de biomasa de 519,4 MW, por lo que la potencia instalada de biomasa en Andalucía representa el 40,18% del total.

Tabla 12.7. Plantas de generación eléctrica con biomasa en funcionamiento

Municipio	Provincia	MW	Tipo de biomasa
Níjar	Almería	1,7	Residuos de invernadero
Baena	Córdoba	25	Productos del olivar
Cabra	Córdoba	8	Productos del olivar
Cañete de las Torres	Córdoba	0,1	Productos del olivar
Lucena	Córdoba	14,3	Productos del olivar
Lucena	Córdoba	1,72	Productos del olivar
Palenciana	Córdoba	5,37	Productos del olivar
Palenciana	Córdoba	5,65	Productos del olivar
Palenciana	Córdoba	12,9	Productos del olivar
Puente Genil	Córdoba	9,82	Mixto (derivados olivar, cultivos energéticos, forestal)
Villanueva del Arzobispo	Jaén	16	Productos del olivar
Fuente de Piedra	Málaga	8,04	Productos del olivar
Villanueva de Algaidas	Málaga	9,15	Mixto (derivados olivar, cultivos energéticos, forestal)
San Juan del Puerto	Huelva	40,95	Biomasa forestal
San Juan del Puerto	Huelva	27	Biomasa forestal
Linares	Jaén	2	Biomasa forestal
Andújar	Jaén	6	Mixto (derivados olivar, cultivos energéticos, forestal)
Linares	Jaén	15	Mixto (derivados olivar, cultivos energéticos, forestal)

Fuente: La biomasa en Andalucía. Septiembre 2011. Agencia Andaluza de la Energía

El suministro de la mayor parte de las centrales de biomasa se basa en productos derivados del cultivo del olivo (orujo, orujillo, hojas y podas de olivar). Ello explica la distribución territorial de las centrales, coincidente con la mayor densidad de cultivo olivarero. Las centrales del norte de la provincia de Jaén (Linares y Andújar) tienen una vocación mixta, orientando su suministro hacia una mezcla de biomasa agrícola-forestal. Las ubicadas en la provincia de Huelva, en San Juan del Puerto, tienen una orientación básicamente forestal.

De acuerdo con información de la Agencia Andaluza de la energía, el suministro teórico aproximado de biomasa que requieren los 208,7 MW de potencia instalada es de aproximadamente 660 ktep/año (equivalentes a unos 3,1 ktep/año por MW), que se aportaron en 2010 a partir de un 29% de orujillo, un 37% de orujo y un 34% de otro tipo de biomasa, que incluye restos de poda y jardinería, hoja de olivo, residuos de industrias forestales y biomasa forestal (madera y leñas). Esta última categoría supone en torno a un 6,5% de la biomasa total consumida, unas 43.500 tep/año que tomando como factor de conversión 1 tonelada de biomasa forestal = 0,29 tep (válida para biomasa con el 35% de humedad), son equivalentes a unas 150.000 toneladas de biomasa forestal al año.

Las previsiones del PASENER para 2013 suponen alcanzar 256 MW de potencia eléctrica con biomasa, lo que puede alcanzarse con las centrales en construcción. Es previsible que las nuevas centrales demanden mayor cantidad de biomasa forestal: según las previsiones de la Agencia Andaluza de la Energía, la demanda total de las centrales eléctricas que usen biomasa será de en torno a 800 ktep/año, de las cuales aproximadamente el 25% (200 ktep/año) podrá proceder de biomasa forestal, lo que supondría del orden de 700.000 toneladas de biomasa al año.

El precio que los productores de energía están dispuestos a pagar depende de muchos factores. Está sujeto a las fluctuaciones de los precios de las energías convencionales con los que tienen que competir. En relación con otras tecnologías, el precio debe internalizar los mayores costes de inversión de las centrales de biomasa debido a su menor rendimiento y las características especiales requeridas por los equipos para poder utilizar biomasa de forma eficiente.

De acuerdo con los estudios realizados para el Plan de Energías Renovables 2001-2020, la principal componente de los costes de explotación en este tipo de instalaciones es la compra de la biomasa. Los costes debidos al suministro de la biomasa varían según la cantidad demandada, la distancia de transporte (que en general no suele superar los 130 km) y los posibles tratamientos para mejorar su calidad, como el secado, el astillado o la peletización, a lo que hay que añadir la disponibilidad del combustible y su estacionalidad. En todo caso, es esperable una reducción en los costes para el año 2020 debido a la mejora de la eficiencia (**Tabla 12.8**).

Tabla 12.8. Costes de generación de energía eléctrica con biomasa (unidad c€/kWh) en 2010 y previsión para 2020

Potencia de la planta	Categoría de combustible	2010	2020
10 a 20 MW	b.6.1.	17,7 - 20,0	16,8 - 18,7
10 a 20 MW	b.6.3.	13,6 - 15,5	12,9 - 14,6
2 MW	b.6.1.	25,2 - 27,6	22,0 - 25,7
2 MW	b.6.3.	20,8 - 21,9	18,0 - 20,6

Fuente: Plan de Energías Renovables 2011=2020. IDAE

De acuerdo con las estimaciones del IDAE, los precios a los que se podría comprar biomasa según el tipo de central de generación varían de forma muy apreciable en función de la potencia de la central de generación (**Tabla 12.9**).

Tabla 12.9. Estimación de precios de compra de biomasa según tipo de central de generación. Biomasa con un PCI de 3.000 kcal/kg puesta en planta con una humedad en torno al 20%

	€/t
2 MW caldera más turbina	
b.6.1. (16,8096 c€/kWh)	35,52
b.6.3 (13,2994 c€/kWh)	13,74
10 MW caldera más turbina	
b.6.1. (15,5084 c€/kWh)	64,45
b.6.3 (12,5148 c€/kWh)	41,02
20 MW caldera más turbina	
b.6.1. (15,5084 c€/kWh)	79,85
b.6.3 (12,5148 c€/kWh)	52,68

Fuente: Plan de Energías Renovables 2011-2020. IDAE

Considerando los márgenes de beneficio de los agentes intermedios y la traducción de estos precios al 45% de humedad, el estudio del IDAE concluye que, bajo las condiciones actuales, la movilización de la biomasa forestal sólo sería rentable desde el punto de vista del balance coste / ingresos para las plantas a partir de mediana potencia (10 MW) y, en este último caso, únicamente sería posible movilizar una pequeña parte de la biomasa potencial disponible, dado que los costes de extracción superarían en general el umbral de precios que las plantas estarían dispuestas a pagar.

12.4.2.2. Biomasa para uso térmico

La biomasa térmica reúne al conjunto de aplicaciones tecnológicas dedicadas al suministro de calor para calefacción, climatización o procesos industriales.

La extracción de biomasa en forma de madera, leñas y otros productos ha sido uno de los principales aprovechamientos que históricamente se han llevado a cabo en los montes. Su destino era servir como fuente de energía básica en los hogares, alimentando hornos, hornillas, calderas, chimeneas y estufas. Constituía, en definitiva, el suministro esencial para el desenvolvimiento humano. La biomasa todavía se emplea en el ámbito doméstico para usos térmicos, utilizando como fuente de suministro las maderas y leñas forestales, ya sea de modo directo o convertidas en carbón vegetal. La extracción de maderas y leñas del monte es un aprovechamiento reglado que está incluido en la legislación forestal y que todavía está extendido por el territorio.

Aunque este aprovechamiento está recogido en las estadísticas forestales, los valores consignados son sólo orientativos puesto que su cuantificación es difícil. A menudo, por otra parte, las leñas se ofrecen sin contrapartida económica, sin que ello signifique desmerecer su importancia. En cualquier caso, se trata de un aprovechamiento importante que ha de ser considerado en la planificación de los usos de la biomasa existente en los terrenos forestales y que seguirá desempeñando un papel relevante a escala local y comarcal, vinculado en general a una explotación a pequeña escala, poco normalizada y difícil de sistematizar.

El desarrollo de la energía térmica de corte moderno está ligado, como es usual en el contexto socioeconómico contemporáneo, a procesos de normalización y homogeneización de la materia prima y a la estandarización de los dispositivos de combustión. Se sustenta en la instalación de calderas que demandan un combustible que mantenga la uniformidad en sus características. Su finalidad principal es la calefacción; sin embargo, también es posible su empleo para refrigeración (aire acondicionado) o con un doble uso para cubrir la climatización en un sentido amplio, lo que acrecienta las posibilidades de la biomasa térmica para territorios en donde las necesidades de calefacción tengan a priori menos relevancia, como es el caso de gran parte de Andalucía.

Adicionalmente al uso doméstico, la biomasa para uso térmico cubre un amplio abanico de demandas: en el ámbito residencial comunitario, en equipamientos de uso público y en el sector industrial. De modo particular, Andalucía cuenta con una significativa tradición de uso térmico de la biomasa en el sector industrial, siendo la fuente de suministro en las últimas décadas a los productos derivados de la industria oleícola como los huesos de aceituna, orujillo y hojas (de hecho, el factor de mayor influencia en el consumo andaluz de biomasa es el comportamiento de la campaña de la aceituna), pero también se hace uso de restos originados en otras industrias agroalimentarias (cáscaras de frutos secos), forestales (astillas, virutas) o derivados de las podas y leñas de los cultivos agrícolas leñosos y la actividad selvícola.

Estos materiales pueden ser transformados en pelets y briquetas, astillas molturadas y compactadas que facilitan su transporte, almacenamiento y manipulación, convirtiéndolos en material más apropiado para nuevos usos térmicos que se están desarrollando recientemente ligados al uso residencial (doméstico o comunitario) y de servicios. La biomasa vegetal estandarizada reemplaza hoy en día como fuente energética al carbón, derivados del petróleo o gas natural, del mismo modo que estas fuentes de suministro sustituyeron en el pasado reciente a la biomasa no estandarizada (leñas). Su potencial de crecimiento es muy importante en tanto en cuanto se acentúe la tendencia alcista del precio de los combustibles fósiles, lo que impulsará la instalación de calderas alimentadas con biomasa. Es notable destacar que la demanda internacional de biomasa térmica ha dado lugar a la existencia de un mercado europeo, caracterizado porque las necesidades de los países demandantes de pelets es cubierta por la oferta de países excedentarios en la producción de este tipo de biomasa.

Las aplicaciones térmicas para producción de calefacción y agua caliente sanitaria son las más frecuentes en el sector de la biomasa. Las posibilidades de utilización son numerosas: usos térmicos a pequeña y mediana escala, en calderas o estufas individuales en los hogares y en calderas para edificios públicos o bloques de viviendas; o usos a gran escala en redes de climatización. En Andalucía la demanda doméstica para calefacción es inferior a otros territorios españoles y europeos, aunque esta apreciación general debe ser matizada por la gran diversidad de situaciones climáticas que se dan cita en la región, existiendo comarcas y municipios con grandes exigencias de demanda de calefacción. Por el contrario, se parte de una

tradición de uso térmico de la biomasa en el sector industrial muy consolidada a partir de subproductos y residuos del sector industrial agroalimentario (orujillo, hueso de aceituna, cáscara de frutos secos), que sirven de combustible para la producción de calor en las mismas instalaciones en donde se genera o es empleado en otros establecimientos (industrias cerámicas, cementeras, mataderos e industrias cárnicas, granjas avícolas y porcinas, industrias de la madera, etc.).

La biomasa térmica moderna se ha desarrollado con retraso en España en relación con otros países; esto es achacable, entre otras razones, a que durante años el interés se centró en la introducción de mejoras en las calderas y en la sustitución del tipo de combustible fósil empleado. Esto ha originado una pérdida de competitividad tecnológica de los sistemas térmicos basados en biomasa, aunque esta situación está cambiando en los últimos años, habiendo experimentado en los últimos años un gran impulso la instalación de calderas para uso doméstico en hogares o edificios (incluyendo instalaciones modélicas en hoteles, colegios, instalaciones municipales, etc) y las redes de climatización centralizada que proveen a los usuarios de calefacción en invierno y de frío en forma de aire acondicionado en verano.

El uso térmico, al contrario que el eléctrico, no dispone de un régimen tarifario especial que determine el precio percibido por la energía generada, ni existen primas al consumo. En este sector el combustible renovable compite directamente con los combustibles tradicionales. No obstante, la instalación de equipos que empleen biomasa para usos térmicos está recogida en los programas de incentivos públicos, contemplando aspectos logísticos (como el programa BIOMCASA del IDAE que apoya a las empresas de servicios que provean una oferta de calidad adaptada a las necesidades de los usuarios de agua caliente y climatización en edificios) o la mejora de la eficiencia energética en los edificios y la implantación de fuentes renovables en todos los ámbitos (como las órdenes de incentivos gestionadas por la Agencia Andaluza de la Energía destinada al fomento de actuaciones como la instalación de equipos de biomasa para usos térmicos, sustitución o mejora de equipos e instalaciones térmicas para aumentar la eficiencia energética y la sustitución de energías tradicionales como el gasóleo o la electricidad por otras menos contaminantes).

El consumo de biomasa térmica en Andalucía en 2010 alcanzó 629,69 ktep (**Tabla 12.10**), teniendo como objetivo para 2013, según el PASENER, un consumo de 664 Ktep.

Tabla 12.10. Consumos anuales por tipo de biomasa en Andalucía, 2010

Tipo de biomasa	Consumo 2010 ktep
Orujillo	216,4
Hueso	173,83
Leña forestal	54,35
Leña cultivos arbóreos	148,92
Residuos agro-industriales	8,77
Pellets, briquetas, astilla	16,22
Biogás	6
Carbón vegetal	5,2
TOTAL	629,69

Fuente: *La biomasa en Andalucía. Septiembre 2011. Agencia Andaluza de la Energía*

Las instalaciones basadas en la biomasa térmica requieren de una logística de aprovisionamiento a la que pueden hacer frente empresas de servicios que incorporen a la leña como materia prima en bruto las utilidades precisas para su utilización (densidad, tamaño, porcentaje de humedad, contenido de cenizas, etc).

Las astillas procedentes de la trituración de madera reducen la densidad de las leñas y aportan un biocombustible de dimensiones regulares, con un tamaño de entre 30 y 50 mm. Los pellets, obtenidos de la compactación de material lignocelulósico en estado natural, suponen un paso más en la normalización del biocombustible como suministro para las calderas. Entre sus ventajas destaca su fácil almacenamiento

dado que al ser un producto comprimido ocupa unas 4,3 veces menos del espacio que ocupan las virutas que los originan. La peletización y el astillado incorporan la biomasa al mercado doméstico ofreciendo productos de calidad cuya manipulación es cómoda y limpia, equiparable a la de los combustibles fósiles (carbón, derivados del petróleo, gas). Idealmente, los procesos de elaboración deben adicionar las utilidades precisas incurriendo en el mínimo coste económico y energético.

La materia prima para los pellets puede proceder de residuos de la industria de la madera o de restos agrícolas o forestales. La capacidad de producción de pellets en España se ha incrementado en los últimos años, aunque es un mercado caracterizado por su escaso grado de madurez. Según datos de la iniciativa “Infobiomasa” (<http://infobio.ctfc.cat/>) se estima que existen unas treinta plantas productoras con una capacidad superior a 10.000 t/año de pellets, junto con un número indeterminado de instalaciones de menor tamaño ligadas a aserraderos o carpinterías, que tendrían una capacidad potencial de producción de unas 800.000 t/año. Sin embargo, la producción real se sitúa en el 30% de esta capacidad potencial (unas 240.000 t/año) que, además, se destinan principalmente a la exportación dado que no hay suficientes calderas y estufas instaladas para absorber la producción (el consumo actual estimulado de pellets de madera en España en 2010 se situó entre 60.000 y 95.000 t). El precio de los pellets se sitúa, dependiendo de factores como su calidad o la forma de dispensación, entre 0,15 a 0,50 €/kg, con valores usuales rondando los 0,3 €/kg. Pese a que la evolución de los costes de producción en relación con el precio de venta ha sido desfavorable y a que varias plantas cerraron durante 2012, el sector productor de pellets mantiene las expectativas de crecimiento de la demanda en los próximos años.

Andalucía cuenta con una capacidad instalada para la fabricación de pélets de 41,2 ktep distribuida en 7 instalaciones (**Tabla 12.11**). El precio pagado por la planta de producción de pellet por la biomasa es variable, aunque la horquilla entre 30 y 45 €/t es representativa. La distancia de transporte para esta materia prima no suele superar los 50 km.

Tabla 12.11. Plantas de fabricación de pellets en Andalucía, 2010

NOMBRE	MUNICIPIO	PROVINCIA	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (ktep/año)
MARCHENA ENERGÍA RENOVABLE	Alcolea	Córdoba	0,8
RECICLADOS LUCENA	Lucena	Córdoba	3,20
ENERGÍA ORIENTAL	Moclín	Granada	8,00
MÁGINA ENERGÍA	Mancha Real	Jaén	8,80
RENOVABLES BIOCAZORLA	Cazorla	Jaén	12,00
SCA NTRO PADRE JESUS	Jabalquinto	Jaén	2,40
APROVECHAMIENTOS ENERGÉTICOS DEL CAMPO	Aldeaquemada	Jaén	6,00
TOTAL			41,20

Fuente: La biomasa en Andalucía. Septiembre 2011. Agencia Andaluza de la Energía



12.5. Potencial de biomasa en los montes de Andalucía

12.5.1. Autorizaciones para aprovechamientos forestales en montes públicos de Andalucía

Las estadísticas de aprovechamientos forestales en Andalucía, recogidas en las memorias de seguimiento del Plan Forestal Andaluz, reflejan la evolución de las extracciones de madera y leña en los montes públicos de Andalucía (**Tablas 12.12, 12.13 y 12.14**). A partir del año 2009 las extracciones de biomasa se recogen de modo diferenciado, habida cuenta de la consolidación de un mercado específico para este tipo de materia prima.

Estos datos tienen su origen en las memorias de autorizaciones concedidas anualmente para los aprovechamientos de los terrenos forestales públicos. Son estimaciones obtenidas a partir de los Planes de Aprovechamiento anuales, por lo que puede existir una cierta desviación en relación con lo realmente extraído de los montes. Hay que resaltar, igualmente, que los datos se refieren exclusivamente a aprovechamientos en monte público.

La media de extracción de madera de pinos en el período 2006-2010 es de 254.430 m³, equivalentes a 152.658 toneladas (tomando un factor de conversión de 1 m³ = 0,6 t). La media de leñas durante ese mismo periodo ascendió a 152.248 m³ o 60.899 t. Si a lo anterior le añadimos 177.927 t de biomasa extraída como media en 2009-2010, se obtiene un valor medio de extracciones totales de 391.484 t, con un máximo de 474.203 t en 2009 y un mínimo de 131.914 t en 2006.

Tabla 12.12. Autorizaciones para aprovechamiento forestal de madera en montes públicos de Andalucía. Años 2006-2010

Año	Pinus		Eucalipto		Populus y otras	
	m ³	t	m ³	t	m ³	t
2010	170.260	102.156	9.360	5.616	200	120
2009	405.893	243.536	39.598	23.759	825	495
2008	240.937	144.562	18.534	11.120	625	375
2007	261.012	156.607	54.609	32.765	872	523
2006	194.050	116.430	37.258	22.355	175	105

Fuente: Memorias de seguimiento del Plan Forestal Andaluz, Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente

Tabla 12.13. Autorizaciones para aprovechamiento forestal de leñas en montes públicos de Andalucía. Años 2006-2010

Año	Pinus		Frondosas		Otras	
	Estéreos	t	kg	t	estéreos	t
2010	142.603	57.041	2.185.125	874.050	123.663	49465,2
2009	284.254	113.702	10.385.688	4.154.275	260.513	104205,2
2008	61.598	24.639	6.182.996	2.473.198	138.980	55592
2007	234.074	93.630	6.935.920	2.774.368		
2006	38.711	15.484	2.903.000	1.161.200		

Fuente: Memorias de seguimiento del Plan Forestal Andaluz, Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente

Tabla 12.14. Autorizaciones para aprovechamiento forestal de biomasa en montes públicos de Andalucía. Años 2009-2010

Año	Tm
2010	238.890
2009	116.965

Fuente: Memorias de seguimiento del Plan Forestal Andaluz, Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente

12.5.2. Potencial de biomasa en Andalucía de acuerdo con el Plan de Energías Renovables de España 2011-2020

De acuerdo con el Plan de Energías Renovables de España 2011-2020, las existencias de las 18,2 millones de hectáreas arboladas de España (incluidas las formaciones abiertas) sumaron en 2008 la cantidad de 927,7 millones de m³ con corteza, siendo el crecimiento anual aproximadamente de 46,5 millones de m³. Dado que el volumen de cortas en ese mismo año fue de 17 millones de m³ con corteza, la tasa de extracción en España se sitúa en el 36,5% del crecimiento anual. A ello hay que sumar 987.997 de toneladas de leñas, valor que hay que tomar con cautela dada la dificultad de recoger información al respecto.

Esta tasa de extracción muestra que la demanda global de los tres grandes sectores de productos forestales, papel, tablero y sierra, se sitúa por debajo del crecimiento anual, indicador de que sería posible, bajo criterios de gestión racional, aumentar la obtención de productos lignocelulósicos de los montes sin comprometer su perdurabilidad (siempre hablando en términos generales, y con la necesidad de estudiar las condiciones locales de cada aprovechamiento).

Los diagnósticos de la situación forestal española coinciden en poner de manifiesto la ausencia de gestión y el abandono de restos procedentes de los tratamientos selvícolas en gran parte de la superficie forestal, lo que produce la acumulación de biomasa en el monte. El uso de leñas, en particular, que en su mayor parte procedían históricamente de montes con especies del género *Quercus*, ha decaído radicalmente en las últimas décadas debido al abandono rural y a la difusión de los sistemas de calefacción mediante combustible fósil.

Esta situación coincide con la madurez de las repoblaciones forestales llevadas a cabo en España a partir de 1940, que requieren de tratamientos para su desarrollo y evolución. Solamente entre 1940 y 1970 se repoblaron 2.395.822 ha en toda España (**Figura 12.5**), de las cuales 556.777 ha se ubicaron en Andalucía (ARAQUE, 2009), correspondiendo la mayor parte de ellas a coníferas. A menudo son formaciones forestales con una cantidad considerable de biomasa en pie, pero que debido a la ausencia de las intervenciones precisas se encuentran estancadas, cuando no en franco decaimiento. La escasa calidad de los fustes que se obtendrían si se hicieran los claros y claras recomendables, hace situar a estos productos fuera del mercado de la madera, lo que reduce la posibilidad de llevar a cabo tratamientos selvícolas. En este sentido, el PER concluye que la extracción de parte de esta biomasa y su aprovechamiento como combustible supondría un aliciente económico para los montes, además de tener repercusiones positivas sobre la reducción del riesgo de incendios y su virulencia.



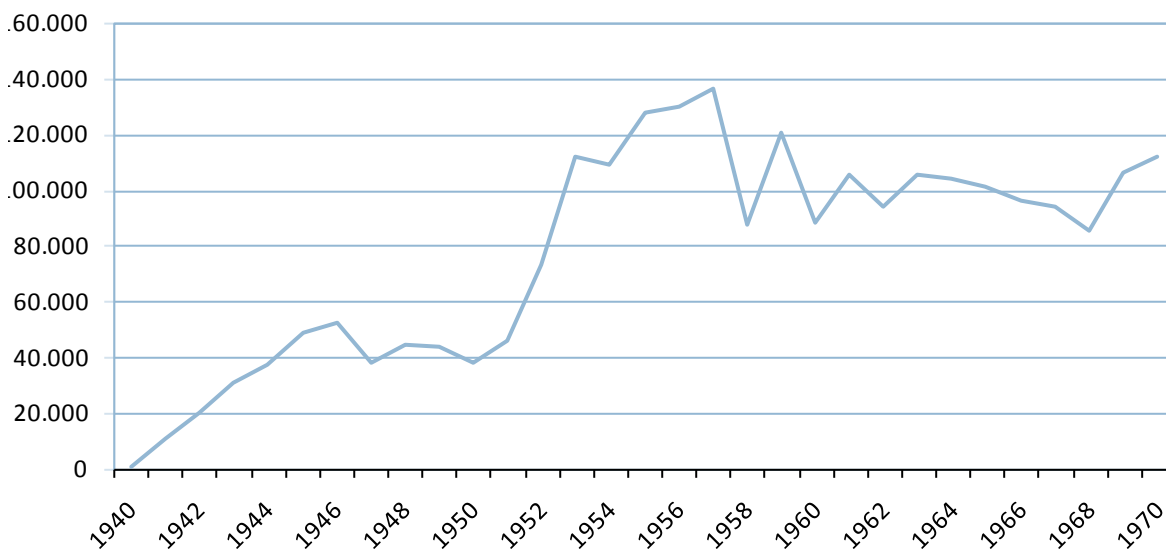


Figura 12.5. Evolución de la superficie repoblada en España. Fuente: PEMÁN y NAVARRO (1998)

Dentro de los trabajos complementarios al Plan de Energías Renovables 2011-2020, el IDAE, junto con la Escuela de Ingeniería de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSIM), el Instituto Técnico y de Gestión Agrícola de Navarra (ITGA), Argongra y Aranzada Gestión Forestal, S.L., han elaborado en 2011 el estudio “Evaluación del potencial de energía de la biomasa. Estudio técnico PER 2011-2020”.

Este estudio ha cuantificado el potencial de biomasa que podría ser aprovechado anualmente en España de acuerdo con sus distintos orígenes y posibilidades de introducción en el mercado energético en función de los costes estimados para su producción y puesta a disposición. El estudio está basado en una completa base metodológica que implementa el conocimiento y la práctica acumulados durante los últimos años sobre el aprovechamiento de la biomasa en sus diferentes modalidades. Los resultados se han integrado en una herramienta informática en formato de Sistema de Información Geográfico que permite realizar consultas con una escala de aproximación óptima comarcal sobre las disponibilidades anuales de biomasa.

Para el ámbito forestal se han diferenciado tres tipos de biomasa: la procedente de restos de aprovechamientos forestales, la que se deriva de la extracción de árbol completo de masas forestales existentes y la que se podría obtener de masas leñosas susceptibles de implantación en terreno forestal. No se ha incluido la biomasa procedente de la limpieza de matorral por estimar que en la actualidad su aprovechamiento no es rentable.

Los restos de aprovechamientos forestales se originan en clareos y primeras claras; este tipo de biomasa se ha subdividido a su vez en una clase correspondiente a los restos con punta delgada de 7-7,5 cm (en la cual se incluyen riberones, ramas y ramillas procedentes de los distintos tratamientos y árboles completos con diámetro inferior a 7,5 cm) y otra compuesta por riberones, ramas y ramillas procedentes de distintos tratamientos y árboles completos con diámetro inferior a 20 cm. Estos restos proceden de los tratamientos y aprovechamientos de masas forestales existentes (ramas, riberones, etc.) y su aprovechamiento está caracterizado por la complicada mecanización de los terrenos forestales, la necesidad de operaciones de astillado o compactación en monte con el fin de abaratar los costes de transporte a partir de una determinada distancia o la existencia en algunos casos de usos alternativos, entre otros rasgos.

Por árbol completo de masas forestales existentes se entiende el aprovechamiento de aquellos árboles enteros procedentes de masas naturales o implantadas en el pasado con otros fines diferentes a los energéticos, cuyo aprovechamiento actual se destina enteramente al fin energético porque cuentan con nulo aprovechamiento maderero o de otros usos alternativos.

Las masas forestales o leñosas susceptibles de implantación son aquellas cuyo único fin es el energético para lo que se lleva a cabo una silvicultura específica; por tanto, la metodología identifica como masas forestales o leñosas susceptibles de implantación a aquellas repoblaciones (llevadas a cabo en terreno forestal) cuyo fin último es la valorización energética.

Se ha considerado que los tratamientos que no suponen la corta de árboles, como las podas o los clareos (cuyo fin es la formación y mejora de la vegetación, la protección frente a plagas y enfermedades o la reducción del riesgo de incendios), no tienen un fin comercial y, por tanto, no entran en competencia con otros usos como el maderero; este tipo de tratamientos selvícolas se asocia en la metodología a la obtención de biomasa de restos.

Los demás tratamientos (claras, cortas intermedias o de mejora, cortas finales) originan, por un lado, fustes, los cuales, según la metodología, tienen un posible y casi seguro uso maderero (dependiendo del diámetro de los árboles) y, por otro, rabeones (punta de corta de copas) y ramas y ramillas, que se identifica como biomasa de restos forestales. En general, se entiende que los árboles alcanzarán dimensiones para un inconfundible uso maderero en el caso de cortas finales y segundas claras.

La estimación de la biomasa existente en los diversos ecosistemas forestales se lleva a cabo a tres niveles denominados biomasa total potencial, biomasa accesible y biomasa disponible. La biomasa potencial total es aquella resultante de considerar el aprovechamiento de toda la superficie forestal arbolada en la que las especies consideradas de interés forestal se encuentren presentes (superficie potencial total). La biomasa potencial accesible resulta de aminorar la biomasa total tomando en consideración restricciones de índole ecológica, económica o de mecanización, así como de aplicar un coeficiente reductor (coeficiente de recogida) debido a la eficiencia en la recogida, ya que es recomendable dejar restos en el terreno por razones ecológicas, además de la evidente imposibilidad de recoger el 100% del material. La biomasa potencial disponible es la derivada de aminorar la accesible teniendo en cuenta el uso alternativo de obtención de madera. Finalmente, la metodología permite definir la biomasa total, accesible y disponible a un coste, es decir, aquella biomasa cuyo coste de obtención sea inferior a un coste dado en las superficies susceptibles de aprovechamiento.

El modelo parte de la información del Mapa Forestal de España (escala 1:50.000) e incluye como superficie susceptible de aprovechamiento los sistemas forestales arbolados formados por especies de interés forestal, que son aquellas cuya producción mínima sea, para el conjunto de España, de 50.000 m³/año de madera o que la superficie forestal que ocupan supere las 10.000 ha. Los sistemas forestales arbolados deben ser formaciones definidas como bosques naturales, procedentes de plantaciones o sistemas adhesados cuya cabida cubierta arbórea sea igual o mayor al 50%, excepto en el caso de las dehesas con especies pertenecientes al género *Quercus*, en cuyo caso la fracción de cabida cubierta arbolada será mayor al 5%.

La estimación del potencial de biomasa responde al concepto de la posibilidad de los tratamientos y extracciones a llevar a cabo de acuerdo con los itinerarios selvícolas de cada especie y lugar a lo largo del turno correspondiente. Para su cálculo se han seguido las tablas de itinerarios selvícolas propuestas para cada especie en las que se definen los tratamientos y la producción de restos y pies con diámetro inferior a 7-7,5 cm, de restos y pies con diámetro inferior a 20 cm y de árboles completos. Para ello se han adoptado valores promedio de mediciones de aprovechamiento de biomasa en diversas experiencias en distintos ámbitos del territorio español.

La biomasa potencial total de cada tesela de vegetación del Mapa Forestal de España se calcula seleccionado en primer lugar las teselas de vegetación del Mapa Forestal de España que contengan masas forestales arboladas de media a alta densidad (fcc > 50%) y las masas forestales ralas de tipo dehesas > 5%. La superficie de cada tesela ha sido multiplicada por su fracción de cabida cubierta arbórea y por el factor de ocupación relativa de cada una de las especies analizadas que componen su vegetación. Esta superficie se multiplica por la posibilidad de biomasa definida para la especie e itinerario silvícola correspondiente (productividad media a lo largo del turno referida a toneladas anuales para toda España, ya sea de restos y pies de diámetro inferior a 7 cm, de restos y pies con diámetro inferior a 20 cm o de árbol completo), ponderada por un coeficiente de productividad que depende de la calidad de estación de cada zona, que mayorará o minorará la posibilidad media.

La biomasa accesible resulta de aplicar a la biomasa potencial total restricciones ecológicas, económicas y de mecanización eliminando de la superficie potencial total aquellas superficies con limitaciones en su aprovechamiento (por pertenecer a Parque Nacional), por altitud (se ha adoptado el umbral de explotación en 1.700 m, salvo excepciones en el noreste peninsular) o por pendiente (con el límite del 30%, salvo para algunas excepciones en la Cornisa Cantábrica). También se ha aplicado un coeficiente de recogida de la biomasa del 65% (porcentaje final de restos que se extrae de las masas tras cada tratamiento, dejando el resto en el monte por motivos ecológicos y operativos).

La biomasa disponible queda definida como aquella biomasa accesible que no tiene un uso maderero, es decir, que no entra en competencia con las cortas madereras que se llevan a cabo en la actualidad. Para su cálculo se aminora la biomasa disponible con un coeficiente de cortas actuales de madera, único para toda España para la estimación global, pero que puede ser variado en la herramienta informática. Este coeficiente se ha aplicado a la superficie forestal que está siendo gestionada por sus propietarios y sus productos están siendo vendidos a industrias forestales, considerándose que sólo serán aprovechados como biomasa los restos de los aprovechamientos forestales con fines maderables o los productos no maderables obtenidos en las distintas operaciones dentro del itinerario selvícola. Para las superficies forestales que actualmente no se encuentran en producción, se ha evaluado la cantidad de biomasa extraíble a través de una correcta selvicultura y aprovechamiento por árbol completo.

También se ha evaluado el potencial de biomasa a implantar en terreno forestal a través de la implantación de especies adecuadas (*Quercus*, chopo, eucalipto y algunos pinos) en ciertos terrenos forestales actualmente improductivos y desarbolados (terrenos con calidad de estación de media a alta II o III, pendientes < 30%, fuera de Parque Nacional).

Los distintos itinerarios selvícolas llevan asociados una serie de tratamientos o intervenciones. Los tratamientos propuestos en los itinerarios son entresaca, clareo, primera clara, segunda clara, aclareo, corta final y resalveo. Cada tratamiento lleva aparejado distintos trabajos (apeo, reunión, saca, adecuación del material y transporte) hasta la obtención de un producto homogéneo a pie de central o centro de almacenamiento. Estos trabajos o procesos presentan distintas posibilidades de ser realizados: cada alternativa de proceso con la maquinaria o técnica de trabajo manual utilizada conforma un sistema logístico al que se le asocia un coste que permite su comparación. Se ha adoptado un coste medio de transporte idéntico en todos los casos (60 m) y no se han tenido en cuenta los márgenes de los productores y operadores de biomasa, que junto con las variaciones en humedad o la distancia de transporte, podría elevar entre 1,5 y 2,2 veces los costes.

De acuerdo con el estudio del IDAE (**Tabla 12.15**), el potencial de biomasa disponible en Andalucía procedente de todas las fuentes de suministro estudiadas, agrícolas y forestales, ascendería a 14.655.121 t/año, de las cuales el 11,25% corresponden a aprovechamiento de árbol completo (1.649.219 t/año), 8,4% a masas leñosas susceptibles de implantación en terrenos forestales (1.231.669 t/año) y 1,43% a restos de aprovechamientos madereros (209.375 t/año). Esta biomasa tendría un coste medio de extracción de 24,01 €/t en el caso de los aprovechamientos madereros de 43,59 €/ha en el caso de árbol completo y de 43,22 €/t en el caso de implantación de cultivos forestales.

Tabla 12.15. Biomasa potencial disponible, biomasa potencial accesible y biomasa potencial total a partir de aprovechamientos forestales para España y Andalucía

		Restos de aprovechamientos madereros	Árbol completo	Total masas existentes	Masas leñosas susceptibles de implantación en terrenos forestales	Total de todas las fuentes de suministro forestales y agrícolas
Andalucía						
Biomasa potencial disponible	t/año	209.375	1.649.219	1.858.594	1.231.669	14.655.121
	tep/año	45.985	347.799	393.784	142.770	2.963.134
	€/t	24,01	43,59		43,22	
Biomasa potencial accesible	t/año	483.100				
Biomasa potencial total	t/año	909.994				
España						
Biomasa potencial disponible	t/año	2.984.243	15.731.116	18.715.358	15.072.320	88.677.193
	tep/año	636.273	3.414.158	4.050.432	1.782.467	17.286.851
	€/t	26,59	43,16		42,14	
Biomasa potencial accesible	t/año	6.252.274				
Biomasa potencial total	t/año	11.526.177				

Fuente: Evaluación del potencial de energía de la biomasa. Estudio técnico PER 2011-2020. IDAE

12.5.3. Fijación de carbono de los sistemas forestales andaluces

En el marco de la Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía elaboró en 2007 el I Inventario de Sumideros de CO₂ en Andalucía (AGUDO *et al.*, 2007). El Inventario se realizó siguiendo la metodología GPG LULUCF (“Guía de Buenas Prácticas para el Sector de Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura”) y trabajos previos del INIA, en especial “Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles” (MONTERO *et al.*, 2005). La base cartográfica fueron los Mapas de Usos del Suelo de Andalucía a escala 1:50.000 (1991, 1995 y 1999) y se adoptaron los valores modulares procedentes del II Inventario Forestal Nacional.

Entre sus resultados, el Inventario ofrece el balance de CO₂ fijado por las distintas especies de pinos de Andalucía en 1990 y 1999 y las extrapolaciones a 2008 y 2012. Para efectos comparativos con la metodología seguida en este estudio, se ofrece en la **Tabla 12.16** los valores correspondientes a la proyección de 2012 (CO₂ y biomasa fijada, tomando un factor de conversión de 1,63).

Tabla 12.16. Balance de fijación neta de CO₂ y biomasa (factor de conversión 1,63). por las cinco especies de pinos en Andalucía. Proyección 2012

		Biomasa aérea	Biomasa radical	Biomasa total
<i>Pinus sylvestris</i>	t CO ₂	4.342.594	1.058.480	5.401.074
	t biomasa	2.664.168	649.374	3.313.542
<i>Pinus pinaster</i>	t CO ₂	18.033.985	5.160.001	23.193.985
	t biomasa	11.063.794	3.165.645	14.229.439
<i>Pinus nigra</i>	t CO ₂	16.717.390	4.086.082	20.803.472
	t biomasa	10.256.067	2.506.799	12.762.866
<i>Pinus pinea</i>	t CO ₂	26.969.560	4.992.762	31.962.322
	t biomasa	16.545.742	3.063.044	19.608.787
<i>Pinus halepensis</i>	t CO ₂	14.226.474	3.857.426	18.083.900
	t biomasa	8.727.898	2.366.519	11.094.417

Fuente: I Inventario de Sumideros de CO₂ en Andalucía (AGUDO *et al.*, 2007)



12.5.4. Plan Integrado de Aprovechamiento de la Biomasa Forestal

En 2006, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía elaboró el documento “Plan Integrado de Aprovechamiento de la Biomasa Forestal de Andalucía” (PIBFA) en el cual se proponen una serie de objetivos y acciones para impulsar su uso como recurso energético, considerando los beneficios económicos y medioambientales que se deriva de ello bajo los principios de favorecer el cumplimiento de los objetivos Protocolo de Kyoto, aprovechar los residuos forestales, fomentar los tratamientos selvícolas en las zonas forestales y mejorar la logística de los aprovechamientos forestales.

El PIBFA estimó la posibilidad de extracción de biomasa en la Comunidad Autónoma de todas las especies forestales en 2.108.091 toneladas al año (equivalentes a 737.832 tep anuales), tanto en monte público como privado (**Tabla 12.17**).

Tabla 12.17.- Posibilidad anual de extracción de biomasa forestal. Humedad de la biomasa 22,2%. Con esta humedad la conversión energética equivale a 1 tonelada=0,35 tep

PROVINCIA	Biomasa forestal (t/año)			Tep/año
	Pública	Privada	Total	
Almería	40.988	39.107	80.095	228.843
Cádiz	33.730	105.410	139.140	48.699
Córdoba	31.057	345.394	376.451	131.758
Granada	76.590	158.009	234.599	82.110
Huelva	178.110	456.884	634.994	222.248
Jaén	142063	165.092	307.155	107.504
Málaga	38.288	81.032	119.320	41.762
Sevilla	21.335	195.002	216.337	75.718
Andalucía	562.161	1.545.930	2.108.091	737.832

Fuente: Plan Integrado de Aprovechamiento de la Biomasa Forestal. Consejería de Medio Ambiente. 2006

El método seguido para obtener esta estimación tomó como punto de partida el Mapa de Usos del Suelo de 2003, aplicando los valores modulares e indicaciones metodológicas del estudio “Cuantificación del CO2 Fijado por las Principales Especies Forestales Arbóreas en Andalucía” y del II Inventario Forestal Nacional. A cada tesela del territorio se le asignó la especie más abundante y los datos relativos a la densidad total y diámetro medio. Mediante los valores modulares se obtuvo el valor de la biomasa total y el incremento de biomasa total. Para obtener la biomasa teóricamente aprovechable (ya que no toda la biomasa se extrae del monte y existen usos alternativos que pueden ser más rentables), en el caso de las coníferas se consideró que hasta la clase diamétrica de 15 cm (12,5 cm a 17,5 cm) todo se dedica a biomasa; a partir de esa clase, el fuste tiene otras aplicaciones más rentables, por lo que sólo las copas se dedican a este aprovechamiento. De este modo se obtuvo el valor de biomasa y el incremento de biomasa de las fracciones correspondientes y aplicando el turno teórico a cada especie resultó el valor de la biomasa residual anual aprovechable.

El PIBFA también incluye un estudio de detalle de opciones logísticas orientadas a la explotación racional de la biomasa forestal, proponiendo una red básica compuesta por tres tipos de parques forestales: de carácter temporal (en donde se lleva a cabo la clasificación, las tareas previas de compactado, pretriturado, etc. y la carga), centros de clasificación y transferencia (CETIA, en donde se recibirían, clasificarían y elaborarían los productos con anterioridad a su envío a otros centros de transformación o mercados de consumo) y centros de clasificación y transformación (CETON, que recibirían los productos generados en los CETIA, constituyéndose en centrales de valorización). Las zonas que el Plan identifica como a priori más indicadas para ubicar los centros de clasificación y transferencias se sitúan en el entorno de los Parques Naturales de Los Alcornocales, Sierra Norte de Sevilla y Sierras de Grazalema y Andújar, además de la comarca forestal de Antequera y la Serranía de Ronda. Para los centros de transformación, los enclaves identificados como más adecuados son la campiña de Jaén y Córdoba, Sierra Nevada, Huelva, Sierra de los Filabres, Sierra de Cazorla, Segura y Las Villas y algunos puntos de Sierra Morena.

12.5.5. Potencial de biomasa de Andalucía 2010. Estimación de la Agencia Andaluza de la Energía

La Agencia Andaluza de la Energía cuantificó en 2011 los recursos de los distintos tipos de biomasa existentes en Andalucía (“Potencial de biomasa en Andalucía”).

Los recursos forestales que se han evaluado como biomasa forestal han sido los residuos forestales potencialmente aprovechables, entendiendo por éstos los procedentes del mantenimiento de las masas forestales de encinas, alcornoques, pino, chopo y eucalipto. Para ello se ha utilizado como base cartográfica de referencia el II Inventario Forestal Nacional y la cobertura de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo de Andalucía.

El proceso metodológico ha partido de las 1.859.836 ha catalogadas como forestales en el II Inventario Forestal Nacional, de las cuales se han descontado un 30% para eliminar las posibles zonas de escasa o nula vegetación arbórea. También se ha descartado la superficie arbórea localizada en pendiente superior al 50% debido a la dificultad de trabajo para la maquinaria, así como a la necesidad de aportar la biomasa al suelo para evitar la erosión.

El potencial energético se ha estimado en base a la gestión que se realiza en las masas existentes, es decir, identificando como aprovechamiento para biomasa los restos generados por necesidades forestales no energéticas al ser materiales que no tienen calidad suficiente para otras aplicaciones que no sean las energéticas. Se ha diferenciado entre dos tipos de superficie forestal. En primer lugar, la de monte mediterráneo de especies del género *Quercus*, en donde se ha aplicado un modelo de producción de leñas basado en la distribución diamétrica de los pies existentes y los tratamientos selvícolas requeridos para el mantenimiento y mejora de la superficie forestal. En segundo lugar, la de las formaciones forestales de las especies de pinos, para las cuales la biomasa se derivaría de las labores selvícolas que implican corta de árboles (claras, cortas de regeneración, etc), evaluando la fracción para biomasa en una tercera parte del material de corta.

De acuerdo con esta metodología, el potencial de biomasa detectado en Andalucía asciende a 3.958 ktep/año. Dicho potencial se reparte de la siguiente manera: residuos agrícolas (33%), residuos industriales (26%), cultivos energéticos (16%), residuos urbanos (15%), biomasa forestal (8%) y residuos ganaderos (2%). El potencial de biomasa forestal (322 ktep) procede principalmente de los pinares y eucaliptales, que podrían aportar al año 564.994 t y 488.706 t de biomasa al año respectivamente (**Tabla 12.18**). Estas cifras proceden de la aplicación de una herramienta SIG que permite calcular la biomasa potencial existente en el ámbito municipal.

Tabla 12.18. Potencial de biomasa en Andalucía 2010

Tipo de biomasa	t de biomasa	ktep
Residuos agrícolas	4.606.473	1.321
Olivar	2.524.419	803
Otros	2.082.054	518
Residuos industriales	5.070.029	1.025
Orujo	3.011.462	422
Huesos de aceituna	552.434	215
Otros	1.506.133	388
Cultivos energéticos	1.864.600	620
Residuos urbanos	2.929.782	591
Forestales	1.345.840	322
Pinos	564.994	161
Eucaliptos	488.706	83
<i>Quercus</i>	283.237	76
<i>Populus</i>	9.087	2
Residuos ganaderos	4.342.525	77
Total	20.159.249	3.958

Fuente: Potencial de biomasa en Andalucía. Mayo 2011. Agencia Andaluza de la Energía

12.6. Un modelo para la biomasa forestal de Andalucía

12.6.1. Recapitulación de la biomasa forestal como fuente de energía

A partir de la información expuesta, es posible trazar una panorámica general del consumo de biomasa forestal en Andalucía y de su potencialidad.

El consumo total de energía a partir de biomasa forestal procedente directamente del monte ascendió en 2010 aproximadamente a 97,85 ktep (**Tabla 12.19**), lo que equivale a unas 337.415 toneladas (35% de humedad), con una participación similar de los dos destinos energéticos de la biomasa, el térmico (54,35 ktep, 187.415 t) y eléctrico (43,5 ktep, 150.000 t).

Tabla 12.19. Consumo total de energía a partir de todas las fuentes de biomasa y a partir de material forestal obtenido directamente en monte en 2010 (sin tener en cuenta los restos de industrias forestales)

Biomasa consumida	Consumo total de energía a partir de todas las fuentes de biomasa	Consumo total de energía procedente de material forestal (excluyendo residuos industriales)	
	ktep	ktep	toneladas
Eléctrica	660	43,5	150.000
Térmica	629,7	54,35	187.415
Total	1.289,7	97,85	337.415

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía

Sobre el balance total de la energía primaria consumida en Andalucía en 2010, la biomasa forestal supone en torno al 0,5 % y un 9,2% sobre el total de la energía derivada de biomasa (**Tabla 12.20**).

Tabla 12.20. Estructura energética de Andalucía, 2010. Participación del consumo de biomasa con destino energético (total térmico y eléctrico) a partir de material forestal obtenido directamente en monte (sin tener en cuenta los restos de industrias forestales)

Consumo total de energía primaria (tep)	Producción total a partir de energía renovable (tep)	%Producción total a partir de energía renovable / consumo total de energía primaria	Producción total a partir de biomasa (tep)	%Producción total a partir de biomasa / consumo total de energía primaria	Producción total a partir de biomasa forestal	%Producción total a partir de biomasa forestal / producción total a partir de biomasa	%Producción total a partir de biomasa forestal / consumo total de energía primaria
18.914	2.076	11,0%	1.058	5,6%	97,85	9,2%	0,5%

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía

Para realizar una evaluación desde la oferta, se cuentan con las cifras derivadas de los aprovechamientos forestales en montes públicos (**Tabla 12.21**). De acuerdo con las memorias del Plan Forestal Andaluz, en 2010 se incluyeron en los Planes de Aprovechamiento un total de 238.860 toneladas (equivalentes a unos 68,79 ktep) de biomasa, que hay que sumar a las 60.899 toneladas de leñas anuales (17,66 ktep) que como promedio se derivaron de los aprovechamientos entre 2006 y 2010. Estos son sólo cifras

aproximativas (dado que se refieren solamente a aprovechamientos en montes públicos, y a que se basan en la programación de los Planes Anuales de Aprovechamiento y a los factores de conversión utilizados), pero ponen de manifiesto que la cantidad de biomasa extraída (unas 300.000 toneladas) es de un orden de magnitud similar al de la biomasa consumida.

Tabla 12.21. Biomasa y leña producida según las autorizaciones para aprovechamiento forestal de madera en montes públicos de Andalucía

Biomasa producida en montes públicos	ktep	Toneladas
Biomasa procedente de autorizaciones en montes públicos 2010	69,72	238.890
Leñas procedentes de autorizaciones en montes públicos, media 2006/2010	17,66	60.899
Total	87,38	299.789

Fuente: Memorias de seguimiento del Plan Forestal Andaluz, Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente

Evaluado el consumo actual de biomasa procedente de los montes de Andalucía (en torno a 337.415 t), y habida cuenta de la importancia cuantitativa de este tipo de fuente de energía sobre la estructura energética regional (que, potencialmente, ofrece posibilidades de expansión), el contraste con los estudios de oferta potencial de biomasa forestal en Andalucía permite valorar las posibilidades de la oferta disponible (**Tabla 12.22**).

Tabla 12.22. Biomasa potencial procedente de los montes de Andalucía

Biomasa potencial	ktep	toneladas
IDAE 2011 ¹ , total potencial biomasa anual disponible en los montes de Andalucía	393,8	1.858.594
AAE 2011 ² , total potencial anual procedente del total de la superficie forestal	322	1.345.840
<i>AAE 2011, total potencial anual procedente de superficie forestal de especies de pinos</i>	<i>161</i>	<i>594.994</i>
Plan Integrado de Aprovechamiento de la Biomasa Forestal de Andalucía 2006 ³	737,8	2.108.098

Fuente: ¹Evaluación del potencial de energía de la biomasa. Estudio técnico PER 2011-2020. IDAE. ²Potencial de biomasa en Andalucía. Mayo 2011. Agencia Andaluza de la Energía. ³Plan Integrado de Aprovechamiento de la Biomasa Forestal de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. 2006

Los tres trabajos que han evaluado el potencial de biomasa forestal en Andalucía a partir de metodologías distintas, aportan unas cifras de biomasa potencial anual que se sitúan entre 1.345.840 t (AAE, 2011) y 2.108.098 t (PIBFA, 2006). Estas cifras corresponden a todos los tipos de formaciones forestales, estimando el estudio de la AAE 2011 la aportación de la superficie de pinar en un 45%.

Las metodologías seguidas en cada uno de estos tres estudios hacen que sus resultados no sean estrictamente comparables, aunque sí admiten un contraste relativo. El enfoque de los estudios de la Agencia Andaluza de la Energía y del PIBFA, por ejemplo, se basa en la biomasa forestal residual en su sentido clásico (restos de cortas considerando otros aprovechamientos como prioritarios), mientras que en el del IDAE se utiliza la doble aproximación de residuos de cortas y extracción de árbol completo. Las bases cartográficas, por otro lado, han sido distintas, aunque existe coincidencia en la utilización de la información del Inventario Forestal Nacional. En todo caso, el orden de magnitud de las cifras obtenidas es similar, lo que permite contar con una base de partida sólida para llevar a cabo estimaciones con un mayor

grado de detalle, siempre en el contexto de los supuestos de partida y criterios utilizados en cada estudio. De las cifras de potencialidad de biomasa forestal (asimilable al concepto de posibilidad) de los tres trabajos se deduce, en definitiva, que existe un importante margen de maniobra para el aprovechamiento de la biomasa forestal, en torno a multiplicar por cinco o seis veces la explotación actual.

A la vista de estas cifras orientadoras, el estudio de modelos de existencia de biomasa de las cinco especies de pinar presentes en Andalucía aporta una base actualizada de conocimiento para mejorar las decisiones enfocadas a aprovechar de modo planificado y racional este potencial. La estimación de existencias a diferentes niveles (partiendo de la cifra global de 49,5 millones de toneladas de biomasa aérea de las cinco especies de pinos en la superficie forestal regional con una media de más de 10 t/ha) marcan la referencia del tapiz conjunto sobre el que entretejer las propuestas de gestión forestal que incluyan la extracción de parte de esta materia viva para su destino energético.

La incorporación de la mejor información de partida disponible (inventarios procedentes de proyectos de ordenación y del III Inventario Forestal Nacional), la actualización temporal de existencias a 2010 y la interpolación espacial a todo el territorio andaluz a una unidad de análisis 100 x 100 m ofrecen una imagen mejorada de la cuantificación de la biomasa aérea sobre la que incorporar modelos de explotación que se basen en la aplicación de los principios de la gestión forestal sostenible. Esta imagen, por otro lado, se ofrece en un formato espacial de detalle (con un grado de adecuación óptimo para la escala comarcal) que permitirá aplicar los criterios que conjuguen las necesidades selvícolas y ecológicas con la oportunidad económica y ambiental que supone la biomasa como fuente de energía.



12.6.2. Algunas lecciones aprendidas y retos para el futuro próximo

El cálculo de las existencias de biomasa en las formaciones forestales de las cinco especies de pinos de Andalucía presentado en este trabajo supone una contribución a la información de partida disponible para llevar a cabo una planificación racional y sostenible de las extracciones posibles y razonables (posibilidad), planificación que puede ser planteada a diversas escalas (regional, comarcal, monte). Del conocimiento y experiencia acumulada durante el desarrollo de los trabajos se derivan algunas reflexiones que pueden ser tomadas en consideración en la fase de planificación.

1. El aprovechamiento de la biomasa de los pinares debe tener en cuenta su carácter multifuncional y, especialmente, los servicios ambientales y ecosistémicos que aportan las formaciones forestales de coníferas

Los pinares andaluces son muy diversos. Es difícil generalizar teniendo presentes en el territorio formaciones forestales con orígenes diferentes. Los pinares procedentes de las repoblaciones del siglo XX conviven con pinares naturalizados con un origen anterior o con pinares propiamente naturales, de tal manera que se hace difícil en ocasiones distinguir unos de otros.

Pinares son los retazos de bosques relícticos de pino silvestre del cerro del Trevenque o de los calares de la Sierra de Baza, como también lo son los pinares de pino salgareño de las serranías del noreste en Jaén y Granada. Los pinares de pino negral sobre las peridotitas de Sierra Bermeja son una singularidad ecológica, y causan admiración por su frugalidad los pinares abiertos de pino carrasco que ocupan las áreas áridas y del litoral. El pino piñonero ha formado parte de nuestro territorio al menos desde la más remota antigüedad, entretejiendo una relación de utilidad con el ser humano que todavía perdura.

Los pinares naturales y naturalizados requieren de actuaciones de manejo. Tareas selvícolas específicas orientadas a protegerlos de grandes incendios, o para favorecer su regeneración bajo condiciones limitantes, agravadas por los efectos del cambio global. Pero aquellos pinares que indudablemente exigen un grado de gestión activa mayor son los pinares procedentes de repoblaciones: masas forestales de origen artificial, que surgieron en un momento histórico distinto, pero que hoy en día suponen un gran capital natural que necesita atención.

El fin protector justificó en gran medida muchas de las repoblaciones del siglo XX; en la actualidad hemos desarrollado y ampliado este concepto bajo los términos de servicios ambientales y ecológicos o externalidades ambientales. Los pinares, en este sentido, están cumpliendo muchas funciones más allá de la faceta productiva que puedan tener.

En ocasiones se están regenerando adecuadamente bajo su dosel otras especies vegetales arbóreas, un germen que, con la buena guía de actuaciones selvícolas apropiadas, es capaz de madurar en formaciones vegetales más maduras como los encinares o alcornocales. En estos casos, los pinares actúan como una etapa de regeneración de la vegetación mediterránea, como se había previsto en la base conceptual del Plan Nacional de Repoblaciones.

La apertura de claros en el pinar favorece la vegetación herbácea que desde otra óptica es pasto para conejos, ciervos u ovejas. De este modo se mejora el potencial cinegético o ganadero, pero también se genera un hábitat más propicio para especies que exigen nuestra atención como el lince o el águila imperial. En los pinares nidifican a menudo especies emblemáticas como las rapaces forestales o el buitre negro. La madera almacena carbono; las raíces, el dosel y la pinaza son freno ante la erosión. Hay pinares en fin, evocadores y bellos, discretos o majestuosos, que forman parte de nuestros paisajes del alma.

A todo ello hay que añadir los beneficios productivos que pueden obtenerse de los pinares, bajo la forma de piñones, madera, astilla para tableros y aglomerados, celulosa, carbón vegetal, setas o caza.

La gestión forestal ofrece herramientas para mejorar el balance de las funcionalidades de los pinares. Una gestión basada en la planificación, que es la fase previa que permite identificar los objetivos y las funcionalidades de cada área de vegetación.

La extracción de biomasa formaría parte del puzzle de elementos disponibles para gestionar los pinares de modo sostenible. Una herramienta que permite un retorno económico, pero que también puede contribuir a mejorar la funcionalidad y el estado de los pinares entendidos como ecosistemas.

Este marco de objetivos múltiples no supone que siempre se tengan que tener en cuenta del mismo modo todas las posibles finalidades, sino que exige una priorización llevada a cabo de modo respetuoso.

Esto se traduce en aplicar criterios técnicos que den lugar a soluciones sensatas en un contexto de uso múltiple. Perdería sentido, por ejemplo, aprovechar energéticamente la biomasa si se incurren en sobrecostos energéticos, es decir, si el balance energético final es negativo; lo mismo podría decirse del balance conjunto de carbono. O implantar cultivos energéticos con especies que puedan tener potencial invasor en los ecosistemas y, por tanto, generar graves problemas futuros.

Siendo positivas, por ejemplo, las claras para favorecer el desenvolvimiento de los pies restantes, la intensidad y la cantidad de biomasa retirada no debe depender solamente de criterios económicos, sino que se ha de prestar atención a las limitaciones selvícolas y ecológicas. Aplicar recetas como dejar parte de la biomasa sobre el terreno para no descapitalizar al sistema forestal de nutrientes o porque la madera muerta es importante para el desarrollo de la biocinesis. Con el conocimiento actual ya contamos con algunas recomendaciones: dejar en torno a la tercera parte de la biomasa aérea, por ejemplo, especialmente ramillas y hojas, porque se acumulan en mayor medida los micronutrientes, e incrementar este porcentaje en suelos poco fértiles como los arenosos o en áreas de gran pendiente. Soluciones de compromiso que posiblemente significarán mermas económicas, pero que redundarán en la sostenibilidad ambiental.

En definitiva: en el escenario andaluz es clave considerar que si bien la baja rentabilidad económica de los pinares convierten el potencial de aprovechamiento de la biomasa forestal en un recurso de gran interés, la fragilidad de nuestros ecosistemas obliga a incorporar un plus de prudencia en las actuaciones. Por otro lado, de las actuaciones que se lleven a cabo se pueden derivar beneficios para otras facetas del sistema forestal si se parte de un adecuado diseño: de este modo, se puede compatibilizar la extracción de biomasa con la mejora en los aprovechamientos forestales futuros, la defensa ante los incendios forestales, la mejora del hábitat, etc.



2. La extracción de biomasa: una oportunidad integradora que debe evitar efectos indeseados

Para el adecuado estado ecológico y productivo de muchas formaciones forestales, especialmente las de origen artificial, es preciso llevar a cabo tratamientos selvícolas; caso contrario se originan riesgos indeseados que amenazan su continuidad (estancamiento, decaimiento, acumulación de combustible, etc) y que se agudizan con el paso del tiempo.

Estos tratamientos (podas, clareos, claras, cortas de regeneración) dan lugar a material vegetal cuyo destino puede ser producir energía. De esta manera, mediante la combustión controlada que supone la obtención de energía eléctrica o térmica se contribuye a evitar riesgos que, en caso contrario, podrían llegar a suponer peligros descontrolados (grandes incendios, procesos de decaimiento masivo, etc).

Esta oportunidad selvícola, sin embargo, ha de ser puesta en práctica con sabiduría para evitar la consecuencia futura indeseable de convertir a los sistemas forestales en rehenes de las necesidades energéticas. En esto, como en otros aspectos relacionados con la utilización de la biomasa como fuente de energía, es preciso solventar los dilemas a los que puede conducir una gestión inadecuada. En definitiva, es preciso buscar modelos de aprovechamiento de la biomasa forestal extraíble que no dañan el sistema en su conjunto ni su potencial futuro.

Sólo una correcta planificación estratégica coordinada que imbrique las necesidades derivadas de la instalación de plantas de generación eléctrica o instalaciones térmicas a partir de biomasa con la disponibilidad presente y futura bajo criterios de perdurabilidad ambiental podrá evitar este dilema. Actualizando, en definitiva, los principios forestales de garantizar la persistencia y estabilidad del sistema forestal en un contexto ecológico evolutivo esta planificación, a nivel de cada instalación demandante de biomasa, debería contar con las diferentes modalidades de recursos biomásicos (forestales, industriales forestales, agrícolas, agroindustriales, urbanos, etc), incluyendo en la planificación fuentes de producción con un alto grado de predecibilidad que amortigüen los desajustes temporales entre oferta y demanda (como los cultivos energéticos). Para ello también será preciso avanzar en la coordinación entre las distintas administraciones que tienen que ver con la utilización de la biomasa para uso energético. Si no fuera así, el aprovechamiento de la biomasa extraíble existente (derivada, por ejemplo, de los tratamientos selvícolas que exigen las formaciones de pinos de repoblación) en lugar de constituir un aliciente para mejorar su estado selvícola y ecológico puede convertirse en una onerosa carga que comprometa su futuro.



3. Hacer compatible la explotación del recurso de la biomasa con otros usos alternativos, especialmente la madera y sus derivados

La biomasa es un subsector dentro de las energías renovables caracterizado porque existe o puede existir competencia entre diversos usos de la materia prima y, en consecuencia, porque pueden concurrir diferentes agentes, energéticos o no, por conseguir el recurso (aserradoras, empresas de tableros, empresas de celulosa, etc.).

Si bien en la actualidad el mercado de la madera (ya sea en aserrío, en rollo o como astillas para hacer tablero) no absorbe todas las cortas que se realizan en Andalucía (ya sea por el tipo de trozas y material en general producido, por desajustes entre las ofertas y demandas a nivel local u otros motivos) existe un importante tejido socioeconómico basado en este aprovechamiento (**Figura 12.6**). La evolución del precio de la madera en las últimas décadas, por otra parte, no ha sido favorable para la dinamización del sector, como consecuencia de la fijación de precios a partir de mercados internacionales más competitivos. Si a ello se le añade el gran incremento que han experimentado los costes de extracción, el panorama final es de unos aprovechamientos de madera que frecuentemente no alcanzan un balance de costes y beneficios positivo. Sin embargo, el tejido agroindustrial de la madera y derivados mantiene una importancia estratégica por su contribución al empleo y a la economía local y su efecto de arrastre sobre la posibilidad de realizar actuaciones selvícolas adecuadas en los montes.

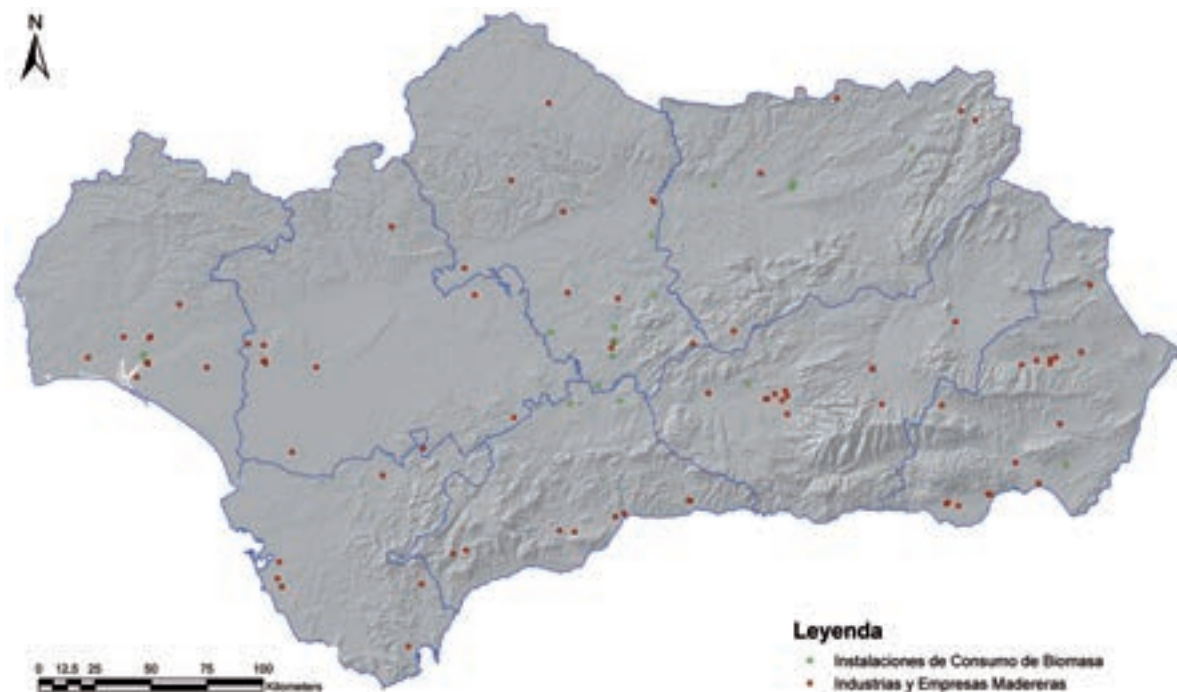


Figura 12.6. Distribución territorial de industrias - empresas madereras e instalaciones de consumo de biomasa. Año 2011

Hay que tener en consideración, además, los aspectos favorables del uso de la madera en relación con el estado del medio ambiente. Comparte ventajas similares al uso de la biomasa, siendo más favorable su utilización en algunos aspectos como el balance de carbono: se estima, por ejemplo, que por cada metro cúbico de madera usado como sustituto de otros materiales de la construcción, las emisiones de CO₂ a la atmósfera se reducen en una media de 1,1 t, a lo que hay que añadir las 0,9 t de CO₂ almacenadas en la madera durante una vida media de entre 2 meses (si su destino es el papel para periódico) y 75 años (para la madera estructural). Por otro lado, el uso de la madera local frente al de madera importada puede tener efectos positivos en la medida que se potencian mercados cortos de comercialización y producción. La madera, en fin, da lugar a productos finales que apreciamos por su belleza y utilidad.

Bajo estas circunstancias, la consolidación del destino energético como una fuente de demanda alternativa puede tener efectos perjudiciales indeseados sobre el sector de la madera, que pueden ser evitados con una adecuada planificación forestal, especialmente teniendo en cuenta la importancia de los aprovechamientos forestales públicos, haciendo compatible estos usos alternativos y permitiendo la continuidad del tejido agroforestal que utiliza como recurso la madera.

4. Mejorar el conocimiento y la técnica

La extracción de biomasa forestal se lleva a cabo a través de procesos de trabajo que implican un coste. Al contrario que en otras modalidades de obtención de biomasa, como los cultivos energéticos en terrenos agrícolas, las condiciones del medio físico son muy heterogéneas y, en muchos casos, ofrecen graves dificultades técnicas y operativas que impiden realizar los trabajos bajo criterios estrictos de eficiencia económica. A menudo no es posible modificar las condiciones del contexto para hacer el aprovechamiento más productivo, sino que usualmente será el aprovechamiento el que deba adaptarse a las condiciones del medio físico. Esto, en definitiva, introduce grandes limitaciones operativas, máxime cuando, debido a la heterogeneidad del medio forestal, con frecuencia será imposible aplicar soluciones técnicas eficientes a gran escala.

En la aplicación de la ingeniería forestal, al contrario que otras ingenierías, es difícil lograr el máximo control de las condiciones de producción y la uniformidad del material producido; sin embargo, esto no quiere decir que se carezca de un amplio abanico de alternativas técnicas, cuyo mejor conocimiento permite, en definitiva, ofrecer mejores soluciones de conjunto. En este sentido, profundizar en el conocimiento de los procesos operativos y los costes derivados es una condición importante para mejorar el balance económico y ecológico del aprovechamiento de la biomasa forestal.

En el aspecto tecnológico, el Plan de Energías Renovables identifica como frenos que están dificultando la consolidación del sector energético a partir de la biomasa la falta de desarrollo tecnológico, implantación y madurez para determinadas tecnologías y proyectos como la carencia de tecnologías comerciales para la producción eléctrica (en el campo, por ejemplo, de la co-combustión o la cogeneración).

Además de mejorar el conocimiento sobre los aspectos operativos aplicados (por ejemplo, sobre cómo afectan los condicionantes forestales a los procesos logísticos, especialmente factores como la pendiente o el viario forestal en las soluciones técnicas que amplíen la capacidad de respuesta), es preciso prestar atención a los aspectos selvícolas básicos relacionados con la extracción de biomasa. Ante un nuevo destino productivo del monte (aunque realmente se trata de una actualización de un uso tradicional), es conveniente reflexionar sobre la pertinencia de los modelos de ordenación actuales y la selvicultura aplicada, que en ocasiones se basan en unas orientaciones (como la obtención de fustes de calidad para fines madereros) de las que se derivan unas pautas y recomendaciones de intervención que no es posible cumplir bajo las condiciones socioeconómicas actuales.

Las repoblaciones de alta densidad que no han sido objeto de las actuaciones selvícolas planificadas en las ordenaciones (turnos de corta, periodización de las claras, etc.) se convierten en masas desequilibradas sujetas a la incidencia de riesgos indeseables como incendios forestales o decaimientos súbitos. Evidentemente, lo deseable sería contar con los recursos económicos necesarios para acometer las actuaciones planificadas en tiempo y forma. Pero la práctica de las últimas décadas demuestra que esto raramente es posible. Bajo estas condiciones, la extracción de biomasa puede suponer un aliciente para concentrar intensidades de corta de claras no realizadas a su tiempo o para adaptar el esquema de ordenación, acortando el turno o redefiniendo el objetivo hacia nuevas formas de masa (formaciones adhesadas, naturalización de pinares, etc.). En el marco de la gestión forestal sostenible, y sin perder de vista principios básicos como la perdurabilidad del sistema forestal, la oportunidad de aplicar un mayor esfuerzo de corta no debe suponer daños indeseados (como el riesgo de caída de árboles excesivamente ahilados, la descapitalización en nutrientes, etc.) si las actuaciones son producto de la correcta decisión técnica.

Pero la decisión técnica puntual requiere de marcos de referencia que refuercen el conocimiento empírico, actualizándolo con las lecciones aprendidas y los avances en el conocimiento académico.

En este sentido, es importante renovar parcialmente la selvicultura mediterránea, la ordenación y otras disciplinas forestales para tener en cuenta este uso productivo que, además, coincide en el tiempo con una etapa especialmente delicada de las repoblaciones de coníferas realizadas en el siglo XX, que frecuentemente han alcanzado su máximo de productividad biológica y que se ven abocadas a un incierto futuro si no se producen intervenciones orientadas a favorecer su evolución futura.

5. Promover sistemas plurianuales de aprovechamiento de la biomasa forestal que permitan una adecuada planificación

Un elemento necesario para lograr una adecuada planificación del uso de la biomasa forestal como fuente de energía es promover sistemas plurianuales de aprovechamiento que permitan prever el suministro de manera estable y garantizada. En la práctica forestal esto es posible a través del desarrollo de planes plurianuales de aprovechamientos en el marco de una adecuada ordenación que también incidan en la dotación de infraestructura adecuada (viario forestal, cargaderos, parques, etc.).

Esta planificación plurianual se puede ver a su vez reforzada por la integración con modalidades de aprovisionamiento con un mayor grado de predecibilidad a medio y largo plazo como los cultivos energéticos agrícolas y forestales.

6. Potenciar el uso de la biomasa térmica

En comparación con la biomasa para fines eléctricos, la biomasa térmica se puede distribuir de un modo más difuso (y, por tanto, buscando más equilibrios territoriales) y basarse en modelos de aprovisionamiento de menor magnitud y, en términos generales, con mayor capacidad dinamizadora de crear tejido productivo. Tiene además la ventaja de su mayor eficiencia energética, aunque, como contrapartida, no se ve favorecida por un régimen especial de primas.

Si bien en Andalucía la biomasa térmica cuenta con un gran desarrollo, esto es especialmente cierto para las instalaciones agroindustriales, detectándose un amplio campo de posibilidades en la biomasa para uso residencial (doméstico y comunitario) e instalaciones públicas y sociales. En un futuro inmediato, además de mejorar cuestiones relacionadas con la logística (creación de empresas integrales de servicios), la adecuación normativa y la difusión e innovación tecnológica tendrá una gran importancia con objeto de extender este tipo de energía a ámbitos como la climatización, más allá de los usos exclusivos para calefacción.

7. Desarrollar sistemas de aprovechamiento de la biomasa eléctrica que incluyan sistemas de poca potencia

El desarrollo de proyectos de pequeña potencia con biomasa es clave para impulsar la generación eléctrica con esta fuente renovable y permitiría hacer un aprovechamiento más eficiente desde el punto de vista económico, energético y del balance de carbono. Pequeñas instalaciones próximas a la fuente de suministro, que incluso podrán ser móviles para un aprovechamiento más eficiente, tendrían además una gran capacidad de arrastre en el tejido socioeconómico rural.

Para ello hay que superar escollos técnicos relacionados con la eficiencia de este tipo de instalaciones (<1MW en el caso de la generación eléctrica), pero también normativos, dando prioridad a la conexión a la red eléctrica de estas instalaciones de baja potencia.

8. La extracción de biomasa puede no ser rentable económicamente por sí sola, pero puede reforzar la gestión conjunta

Los costes de extracción de la biomasa forestal procedente de masas de coníferas en pie a menudo exceden el precio pagado por los demandantes de biomasa. Ante un panorama tan heterogéneo es difícil aportar promedios, aunque de la experiencia desarrollada en el Proyecto demostrativo para el aprovechamiento de la biomasa en Andalucía se han obtenido valores de extracción (sin tener en consideración los costes de transporte desde cargadero de astilla hasta el centro de consumo y sin imputar beneficio al propietario del monte) de entre 25 y 150 €/t. Los precios de compra son también variados, con una horquilla que puede situarse entre 20 y 110 €/t para fines térmicos y entre 40 y 60 €/t para astillas entre un 30 y un 50% de humedad para la biomasa b.6.1. y entre 20 y 35€/t para la b.6.3.

En definitiva: si bien en ocasiones será posible llevar a cabo aprovechamientos de biomasa en pie cuyo balance económico sea favorable, con frecuencia este balance será negativo.

No obstante, esta astilla es a menudo el resultado de actuaciones selvícolas que han de llevarse a cabo en el monte para cumplir otros de sus fines (prevención de incendios, garantizar la evolución de las masas, obtener otros aprovechamientos como la madera, dinamización socioeconómica, etc.). Bajo estas circunstancias, la biomasa ofrece un resultado económico suplementario al beneficio o beneficios que justifican la intervención. Aliciente que en ocasiones podrá determinar la viabilidad económica de la actuación, al suponer un ahorro importante en el coste de los trabajos forestales.

En resumen: el aprovechamiento de la biomasa para fines energéticos forma parte de las alternativas de gestión forestal sostenible que pueden efectuarse teniendo en cuenta la compatibilidad con otros usos económicos y sociales y servicios ambientales de los montes. Esta consideración económica refuerza la necesidad de concebir la extracción de biomasa para aprovechamiento energético de manera integrada en el conjunto de los usos y aprovechamientos forestales, de las necesidades selvícolas de los montes y de las funcionalidades ecológicas y externalidades ambientales que cumplen.

9. Una oportunidad para crear y mantener tejido socioeconómico en el medio rural

La biomasa como fuente energética tiene una gran capacidad para generar empleo, especialmente en las zonas rurales. El sector forestal permite la existencia de un importante entramado empresarial y laboral difícilmente reemplazable por otra actividad.

Un correcto desarrollo del aprovechamiento de la biomasa forestal implica robustecer el tejido socioeconómico, consolidando los vínculos entre los diferentes actores socioeconómicos: propietarios forestales, empresas de servicios forestales y productores de energía.

Para hacer más eficiente un aprovechamiento que pierde valor con la incorporación de procesos innecesarios, es especialmente obligado depurar todos los aspectos logísticos, integrando las etapas del proceso productivo, reduciendo la estacionalidad del suministro o mejorando el plazo de almacenamiento.

También es necesaria la integración y coordinación con los subsectores que suministran otro tipo de biomasa (agrícola, agroindustrial, industrial forestal, residuos sólidos urbanos) para dar pie a una oferta más predecible y pautaada que reduzca las tensiones en la fijación de los precios. Finalmente, cada vez será más importante recabar en la calidad final del producto ofertado, adecuándose a las necesidades de los centros de consumo, refinando el difícil equilibrio entre la aportación de utilidades y el coste final.

10. La biomasa como medio de mitigación del cambio climático

La biomasa constituye una fuente de energía que se complementa adecuadamente con otras renovables de generación irregular como son la eólica y la solar, de tal forma que aporta seguridad energética y adaptación a los ciclos de demanda, contribuyendo a diversificar y garantizar el suministro de energía, así como a reducir la dependencia energética. Ello, en definitiva, también repercute en la reducción de emisiones de CO₂ derivadas del uso de combustibles fósiles. Se estima que por cada MW de biomasa producido se evita el uso de 2.500 toneladas equivalentes de petróleo y se evita la emisión de 2.700 t de CO₂ al año.

Este aspecto favorable de la biomasa energética ha de ser, no obstante, evaluada en el marco de otras posibles funcionalidades de cada superficie de pinar en concreto para no generar efectos perversos. En este sentido, la recapitulación de los puntos anteriores identifica puntos de interés a tener en cuenta (balance energético y de carbono, mantenimiento de nutrientes, capacidad de almacenamiento de carbono por otros usos de la biomasa, etc.) en los estudios concretos.