

**Proyecto para la investigación, industrialización y  
comercialización de productos agrarios de base  
energética para la mejora y fomento del consumo de  
energías limpias en la comarca de ADAC**

**DOSSIER**



19 de diciembre 2013

**Adac**

ASOCIACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA ALCARRIA Y LA CAMPIÑA



**Universidad  
de Alcalá**

**FUNDACIÓN GENERAL**  
Cátedra de Medio Ambiente



**GOBIERNO  
DE ESPAÑA**

**MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO**



**Unión Europea**

**Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural**

*Europa invierte en las zonas rurales*

**Cátedra de Medio Ambiente**

Facultad de Biología, Universidad de Alcalá.

28871 Alcalá de Henares (Madrid)

Tel: 91 885 49 24

[medio.ambiente@uah.es](mailto:medio.ambiente@uah.es)



## Índice

<b>1.1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>1.2</b>	<b>Biomasa, situación actual y perspectivas de futuro.....</b>	<b>- 3 -</b>
<b>1.3</b>	<b>Descripción del medio de la comarca.....</b>	<b>- 4 -</b>
<b>1.4</b>	<b>Características del entorno.....</b>	<b>- 5 -</b>
<b>1.5</b>	<b>Tecnologías de aprovechamiento de biomasa .....</b>	<b>- 7 -</b>
<b>1.6</b>	<b>Cultivos y aprovechamientos energéticos .....</b>	<b>- 8 -</b>
<b>1.7</b>	<b>Tipos de cultivos.....</b>	<b>- 8 -</b>
<b>1.8</b>	<b>Resumen cultivos lignocelulósicos .....</b>	<b>- 9 -</b>
<b>1.9</b>	<b>Aprovechamientos Subproductos agrícolas.....</b>	<b>- 11 -</b>
1.9.1	Cálculo según encuestas a agricultores locales.....	- 11 -
<b>1.10</b>	<b>Aprovechamientos forestales de Biomasa .....</b>	<b>- 12 -</b>
<b>1.11</b>	<b>Aprovechamientos de residuos de jardinería.....</b>	<b>- 12 -</b>
<b>1.12</b>	<b>Resumen de los recursos energéticos del territorio .....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>1.13</b>	<b>Potencialidades de biomasa de la comarca de ADAC.....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>1.14</b>	<b>Aprovechamiento industrial propuesto. ....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>1.15</b>	<b>Cultivo y recolección de especies Agroenergéticas.....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>1.16</b>	<b>Aprovechamientos Forestales.....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>1.17</b>	<b>Aprovechamiento Industrial.....</b>	<b>- 15 -</b>
<b>1.18</b>	<b>Planta de combustión de biomasa de 4MWe .....</b>	<b>- 17 -</b>
<b>1.19</b>	<b>Planta de generación eléctrica mediante transformación en biocombustible .....</b>	<b>- 18 -</b>
<b>1.20</b>	<b>Descripción planta de generación de biocombustible con capacidad de 16.000 m3/año.....</b>	<b>- 19 -</b>
<b>1.21</b>	<b>Propuesta de desarrollo de la comarca.....</b>	<b>- 20 -</b>
<b>1.22</b>	<b>Conclusiones finales. ....</b>	<b>- 22 -</b>



## 1.1 Introducción

La utilización de la biomasa como fuente energética no es nueva, por el contrario, esta se ha aprovechado desde el descubrimiento del fuego, como fuente de luz y calor en las cavernas (madera, turbas y aceites vegetales), hasta la utilización de grandes cantidades de madera en el sector residencial, comercial, en la industria metal mecánica y de alimentos y, hacia los siglos XVII y principios del XX en máquinas y barcos de vapor. En los últimos cien años la energía para los sectores automovilístico, urbano e industrial ha tenido como fuente el carbón e hidrocarburos (petróleo y gas) y solamente en el tercer mundo, la población más pobre, sigue utilizando biomasa como fuente energética principal, de manera intensiva y sin criterios claros de sostenibilidad.

La utilización de la biomasa, frente a los hidrocarburos, presenta ventajas comparativas que la hacen atractiva para su utilización en procesos de generación de energía, térmica, motriz o eléctrica, bien sea en sistemas centralizados, en sistemas de generación de energía distribuida o para zonas no interconectadas, entre estas ventajas podemos citar:

- La biomasa constituye un recurso natural renovable, es decir, es posible renovarla a la misma tasa que se consume, mediante el manejo de las masas forestales y cultivos.
- La renovabilidad del recurso hace que el ciclo del carbono sea cerrado. En términos globales, se fija el mismo carbono que se emite a la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub> durante los procesos de combustión u oxidación.
- El contenido de ceniza, azufre y metales pesados en la biomasa es bajo, en comparación con los combustibles derivados del petróleo y el carbón, y por tanto los niveles de contaminación por unidad de energía generada, son menores a los niveles producidos con carbón e hidrocarburos.
- La biomasa está disponible en casi todo el país, bien sea como masas forestales, cultivos agrícolas establecidos o potenciales y, como residuos agroindustriales.
- Las técnicas de implantación de cultivos energéticos requieren parque de maquinaria en muchos casos ya existentes para su uso en otros cultivos de la zona ya implantados.
- La producción o manejo de la biomasa para usos energéticos requiere de abundante mano de obra, no cualificada, lo cual puede generar empleos estables, en el nivel base de la población.
- Conforman un entorno industrial ligado al territorio. No es deslocalizable lo que imprime estabilidad.
- Existen tecnologías de utilización de la biomasa, como la gasificación, digestión anaerobia, pirólisis, combustión, co-combustión, trigeneración, etc., probadas y disponibles comercialmente, que hacen de la biomasa un valor disponible en un escenario inmediato.
- Se optimiza la cadena productiva, aprovechando residuos agrícolas con poco o nula utilización.

- Se eliminan residuos potencialmente contaminantes o con altos costos de disposición.
- Disminuye la demanda de combustibles fósiles y reduce la emisión de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes.
- Se impulsa el crecimiento del sector agrícola y forestal, creación de nuevos mercados para cultivos energéticos y residuos agrícolas / forestales.
- Se impulsa la conservación de suelos y cuencas mediante la creación de bosques energéticos con fines protectores/productores.

Estas ventajas y los supuestos bajo los cuales se formulará el presente estudio, son compartidos por una serie de entidades, empresas y profesionales del sector y constituyen ya una realidad dentro del tejido "renovables" de nuestro país.

Las posibilidades de este sector en el ámbito de ADAC son las que han impulsado a sus responsables a abordar el presente estudio.

Se realiza el presente trabajo porque la Cátedra de Medio Ambiente de la Universidad de Alcalá ha resultado adjudicataria del proceso de contratación realizado por ADAC para el proyecto denominado **"proyecto para la investigación, industrialización y comercialización de productos agrarios de base energética para la mejora y fomento del consumo de energías limpias"**.

El objeto del proyecto será la realización de un proyecto para la investigación, industrialización y comercialización de productos agrarios de base energética para la mejora y fomento del consumo de energías limpias. Se compone de dos partes :

### **1.- Estudio de Potencialidades Agroenergéticas de la Comarca de ADAC**

**2.- Diseño de Sistema de Información Geográfica** es trata de elaborar una base de datos referenciada a ubicaciones geográficas que abarca una serie de información relativa a las distintas variables temáticas de dicho territorio, el objetivo es tener una herramienta grafica que simplifique la toma de decisiones

El objetivo final es establecerlas bases documentales y técnicas para un proyecto de continuidad territorial basado en la extracción y/o cultivo de las diferentes fuentes de biomasa existentes, así como, su valorización para la generación energética, con el fin de poder definir una estrategia de desarrollo de este sector como eje vertebrador de nuevos yacimientos de empleo, desarrollos industriales y diversificación agraria y forestal.

## **1.2 Biomasa, situación actual y perspectivas de futuro.**

La Directiva 2009/28/CE del Parlamento europeo y del Consejo, de 23 de abril, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, establece que cada Estado miembro elaborará un **Plan de Acción Nacional en materia de Energías Renovables (PANER)** para conseguir los objetivos nacionales fijados en la propia Directiva. **Para España, estos objetivos se concretan en que las energías renovables representen un 20%** del consumo final bruto de energía, con un porcentaje en el transporte del 10%, en el año 2020.

El desarrollo territorial de un proyecto energético basado en la producción y uso de la biomasa endógena produce de manera no-deslocalizable el desarrollo de los pilares básicos de un territorio rural; económico, ecológico y social.







## 1.4 Características del entorno

Se encuentra situada en una zona influenciada por un clima **Mediterráneo Templado con ciertos grados de continentalidad**. En cuanto al régimen de humedad, la duración, intensidad y situación estacional del periodo seco, lo definen como Mediterráneo Seco.

En estas condiciones son posibles los cultivos de secano tipo Cereales, girasol y leguminosas de invierno (trigo, cebada, avena, garbanzos, etc...) vid, almendros etc...y como cultivos de regadío tipo maíz, alfalfa, etc

La precipitación anual en la zona de estudio oscila entre los 434,31 y los 759,87 mm anuales con una media para el conjunto del territorio de 548,33 mm. La temperatura media anual de la zona de estudio oscila entre los 10,81 y 14,77 °C con una media para el conjunto del territorio de 13,46 °C.

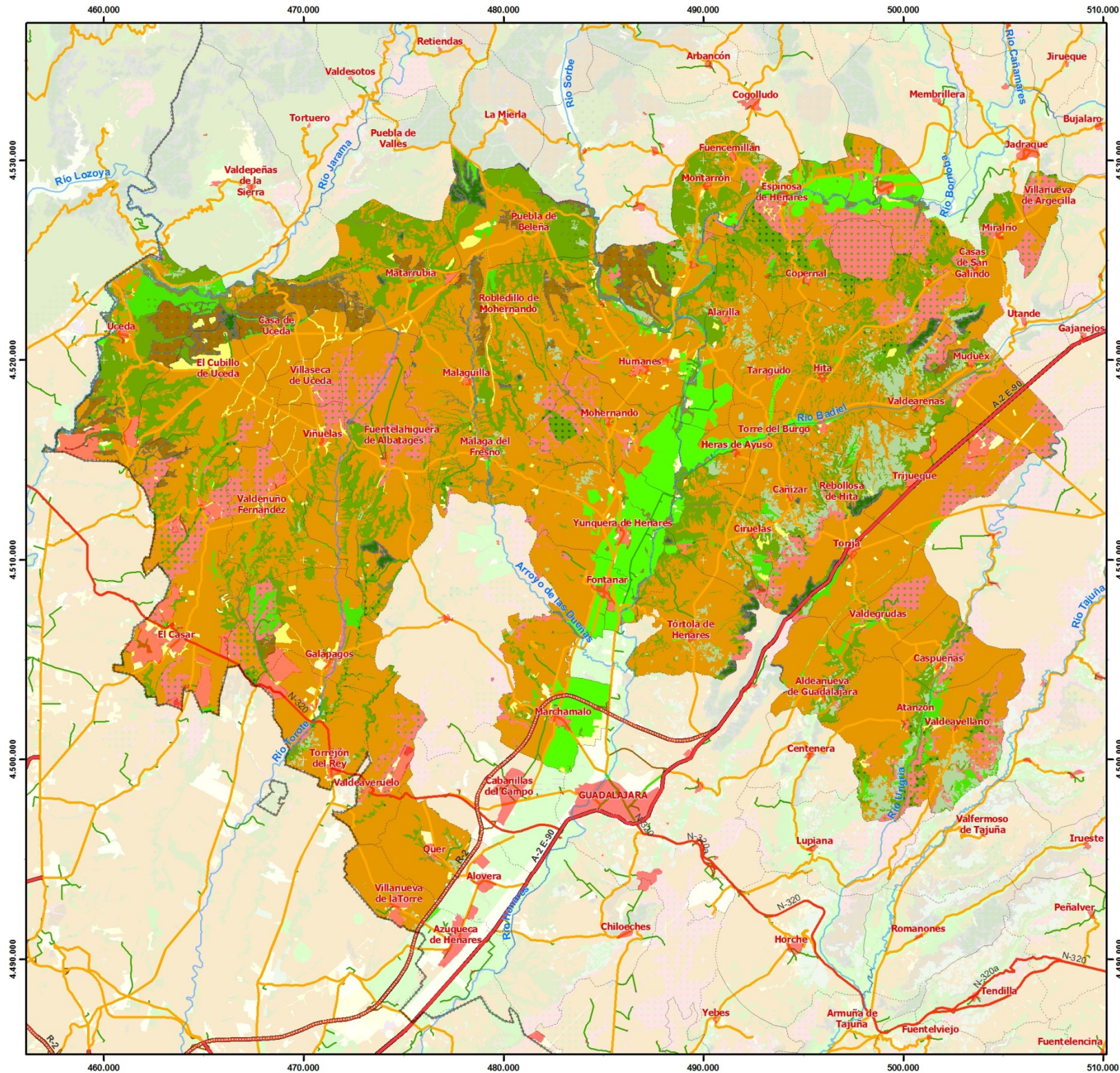
La Campiña se caracteriza por una altitud media de 650 a 800 m y una topografía eminentemente llana. La Alcarria es una meseta cuya altitud, en suave descenso hacia el Sur, se mantiene generalmente por debajo de los 1.100 m. La alcarria se ve festoneada en todo su contorno por potentes escarpes de uno 150 – 250 m de altitud, que en el Sur descienden a los valles del Tajuña y sus afluentes, mientras que en el Este y Noreste originan, tras su caída, una topografía bastante heterogénea surcada por arroyos y barrancos que van a confluir al margen izquierdo del río Henares, sobre el que se produce un segundo desplome de las líneas de terrazas fluviales.

Dentro de las características edáficas destacan estos suelos por su gran interés agrícola y excelentes propiedades físicas. Su gran profundidad unida a una textura de suelta, buena permeabilidad y aireación, hacen de ellos suelos altamente productivos en el régimen de regadíos que normalmente se les aplica. Frecuentemente se encuentran sobre una capa de grava más o menos continua, que puede incluso llegar a cementarse con cal (horizonte cálcico), pudiendo localmente ocasionar problemas de drenaje. La comarca de ADAC se encuentra principalmente en la subcuenca del río Henares, aunque parte también en las subcuencas del río Jarama al Oeste, y el río Tajuña al Este, todas ellas pertenecientes a la cuenca del Tajo.

La zona objeto de estudio, incluyendo la comarca de ADAC y la Zona de Influencia, posee grandes valores naturales que han sido considerados, protegidos e incluidos en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Castilla- La Mancha.

Más de la mitad del territorio está destinada al uso de Labor en secano, el cual está ampliamente representado por toda la comarca. Sin embargo, los cultivos herbáceos en regadío que representan casi el 5% del territorio se encuentran mayoritariamente en el valle del Henares.





# Estudio de Potenciales Agroenergéticos de la comarca de ADAC

## Mapa de Cultivos y Aprovechamientos

### Mapa de Cultivos y Aprovechamientos USO, SOBRECARGA, DESCRIPCIÓN

- 1, 0, Cultivos herbáceos en regadío
- 1, 2, Huerta o cultivos forzados
- 1, 4, Frutales en regadío
- 2, 0, Labor en secano
- 2, 10, Labor asociada con frondosas
- 3, 0, Frutales en secano
- 4, 0, Olivar en secano
- 5, 0, Viñedo en secano
- 8, 0, Pastizal
- 8, 10, Pastizal asociado con frondosas
- 9, 0, Matorral
- 9, 11, Matorral asociado con coníferas y frondosas
- 9, 10, Matorral asociado con frondosas
- 9, 9, Matorral asociado con coníferas
- 10, 0, Pastizal-Matorral
- 10, 10, Pastizal-Matorral asociado con frondosas
- 11, 9, Coníferas
- 12, 10, Chopo y Álamo
- 14, 10, Otras frondosas
- 16, 11, Coníferas asociadas con otras frondosas
- 17, 0, Improductivo
- 18, 0, Agua (masas de agua, balsas, etc..)

0 2,5 5 7,5 10  
Kilómetros

Proyección UTM Huso 30 N. Datum ETRS89





## 1.5 Tecnologías de aprovechamiento de biomasa

La biomasa es, desde el punto de vista energético, un combustible procedente de productos y residuos naturales (agrícolas o forestales). El Diccionario de la Real Academia Española lo define como “materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen” y también como “materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía”.

La definición que en la Directiva 2009/28 del Parlamento Europeo y del Consejo de **23 de abril de 2009** relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables define la biomasa como “la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales.”

En esta amplia definición se engloban múltiples y variadas materias susceptibles de ser utilizadas en la producción de energía, como queda reflejado en el siguiente esquema:

La energía que se produce a partir de la biomasa puede ser básicamente eléctrica, térmica o ambas. La principal tecnología empleada es la cogeneración. En Europa representa alrededor de tres cuartas partes de la energía eléctrica total y los principales productores de energía con biomasa tienen más potencia instalada en cogeneración que en electricidad. Suecia, Alemania y Dinamarca, entre otros, no tienen plantas que sólo produzcan electricidad. Respecto al aprovechamiento eléctrico, la materia combustible que se considera biomasa a los efectos del Régimen Especial de Generación de Electricidad presenta un abanico muy amplio y se clasifica en tres subgrupos que, resumidamente, con sus orígenes más característicos, se detallan a continuación:

- **Cultivos energéticos agrícolas**, básicamente herbáceos o leñosos.
- **Residuos de actividades agrícolas y forestales.**
- **Biogás** procedente de vertederos incluidos los de residuos sólidos urbanos, así como de la biodigestión anaerobia de residuos biodegradables industriales, ganaderos y agrícolas.
- **Residuos de las empresas agroindustriales**, de instalaciones industriales del sector forestal y los licores negros de la industria papelera.

El aprovechamiento energético de los distintos tipos de biomasa comentadas anteriormente puede realizarse a través de diferentes procesos. Cada proceso incidirá en unos factores u otros, según la naturaleza de los mismos, para llevar a cabo la transformación y obtener de esa forma los productos resultantes requeridos. En particular, para la comarca de ADAC, se han escogido los siguientes procesos, a modo de síntesis, clasificados en función de la naturaleza del agente principal sobre el que se produce la transformación.

## 1.6 Cultivos y aprovechamientos energéticos

El RD 661/2007 de 25 de mayo, que regula el marco legal de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, electricidad y energía térmica procedente de la biomasa, estimula de forma directa la implantación y desarrollo de los cultivos energéticos, al favorecer con primas diferenciadas las producciones provenientes de dichos cultivos.

## 1.7 Tipos de cultivos

Según IDAE los cultivos energéticos según su aprovechamiento final se pueden clasificar en:

- Cultivos oleaginosos para la producción de aceites transformables en biodiesel.
- Cultivos alcoholígenos para la producción de bioetanol a partir de procesos de fermentación de azúcares.
- **Cultivos lignocelulósicos**, para la generación de biomasa sólida susceptible de su uso para distintas aplicaciones:
  - **Térmicas**, como climatización de edificios, agua caliente sanitaria, y aplicaciones industriales (preparación de cualquier fluido de proceso).
  - **Fabricación de combustibles** más elaborados biolíquidos o biogás.
  - **Cogeneración** generalmente asociada a una actividad industrial, o generación eléctrica simple.
  - **Obtención de biocarburantes** de segunda generación.

Por la complejidad y amplitud de desarrollo de todas y cada una de la aplicaciones, el estudio se va a centrar sobre la producción/aprovechamiento de las fuentes de biomasa lignocelulósica aptas para su uso como materia prima para la preparación de combustibles más elaborados, bien para su utilización directa como combustible, con independencia de la tecnología que se aplique, o bien para su conversión en energía utilizable de forma directa o indirecta.

Es decir, nos centraremos en los **tipos de cultivos de biomasa lignocelulósica**, bien sean herbáceos o leñosos, que una vez cosechada o recogida es trasladada con o sin compactación a una instalación de acopio y/o de valorización industrial en la que es transformada en un combustible, o es transformada directamente en calor/frío y/o electricidad.

## 1.8 Resumen cultivos lignocelulósicos

Características técnicas	Arundo donax L.	Cynara cardunculus L.	Populus spp.	Ulmus pumila.	Salix spp.
<b>Requerimientos Hídricos</b>	La mayoría de los ensayos en se han llevado a cabo en regadío. Pero existe evidencia de que a partir del 2 año se puede cultivar en secano. Admite rangos de riego. su respuesta al riego es significativa.	La mayoría de los ensayos en se han llevado a cabo en secano (400 – 600 mm). Muy tolerante a la sequía. Admite rangos de riego, su respuesta al riego es significativa.	Su cultivo requiere riego si no se aseguran los requerimientos hídricos mínimos.	Se puede cultivar en secano	Su cultivo requiere riego si no se aseguran los requerimientos hídricos mínimos.
<b>Productividad (t ms/ha/año)</b>	15 -60 t materia seca/ha/año	5 - 20 t materia seca/ha/año	20 – 40 t materia seca/ha/año (Ciria 1996)	3,4 – 13,98 t materia seca/ha/año (Teruel)	7 – 15 t materia seca/ha/año
<b>Composición de la biomasa (%ms)</b>	3-3.8% cenizas 26-28% Celulosa , 17-29% Lignina (Neto et al 1997)	5-10% de cenizas 23-59% Celulosa , 15 – 27 % Hemicelulosa 3 – 14% Lignina (Fernández 1997)	1,2 % cenizas 40 % Celulosa , 23 % Hemicelulosa 20 % Lignina	0,8 % cenizas 41 % Celulosa , 15,6 % Hemicelulosa, 26 % Lignina	0,9 % cenizas 44 % Celulosa , 31,2 % Hemicelulosa, 23,9 % Lignina
<b>Poder calorífico (kcal/kg) s.s.</b>	PCI 4.125 / 3.558	PCI 2.400 - 3.825	PCI: 4.100	PCI: 4.166	PCI: 4.095

Requerimientos agronómicos de:	<i>Arundo donax</i>	<i>Cynara cardunculus</i>	<i>Populus spp .</i>	<i>Ulmus pumila</i>	<i>Salix spp.</i>
Temperatura para plantación	Óptima 10 – 15 °C Resistencia 4°C – 28 °C	Óptima 10 – 15 °C Resistencia 4°C – 20 °C	Óptima 10 – 15 °C Resistencia 4°C – 20 °C	Óptima 10 – 15 °C Resistencia 4°C – 20 °C	Óptima 10 – 15 °C Resistencia 4°C – 20 °C
Temperatura cultivo	Óptima 10 – 30 °C  Resistencia -14°C – 38 °C	Óptima 10 – 30 °C  Resistencia -10°C – 38 °C	Óptima 23 – 28 °C  Resistencia -15°C – 41 °C	Óptima 25 – 28 °C  Resistencia -25°C – 41 °C	Óptima 20 – 30 °C  Resistencia -15°C – 41 °C
Precipitación mínima	300 – 400 mm/año	200 – 400 mm/año	400 mm/periodo vegetativo	300-400 mm/año	800 mm/año
pH del suelo	5,6 – 8,8	5,6 – 8,8	6,0 – 8,0	5,5 – 8,0	5,5 – 7,0
Profundidad del Suelo	Preferiblemente horizontes > 0,5 m	Preferiblemente horizontes > 0,5 m	Preferiblemente horizontes > 1,5 m	Preferiblemente horizontes > 0,6 m	Preferiblemente horizontes > 1,0 m
Texturas	Indiferentes. Tolera todo tipo de suelos.	Indiferentes. Tolera todo tipo de suelos.	Franca, franca-arenosa y franca-limosa	Indiferente, aunque prefiere suelos bien drenados	Arcillosos, areno-limosos
Generalidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gran rusticidad.</li> <li>•Tolera la salinidad.</li> <li>•Presenta elevada nitrofilia.</li> <li>•Intensa cobertura del suelo.</li> <li>•Resiste condiciones muy húmedas o secas.</li> <li>•No presenta, en general, limitantes para su cultivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gran rusticidad.</li> <li>•Intensa cobertura del suelo.</li> <li>•Resiste condiciones semiáridas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•No aguanta bien los suelos extremadamente arcillosos, ácidos o salinos.</li> <li>•Su cultivo requiere riego si no se aseguran los requerimientos hídricos mínimos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gran rusticidad.</li> <li>•Resistencia moderada a la salinidad</li> <li>•Resiste condiciones semiáridas.</li> <li>•Resiste a la grafiosis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Su cultivo requiere riego si no se aseguran los requerimientos hídricos mínimos.</li> </ul>



## 1.9 Aprovechamientos Subproductos agrícolas

Los residuos agrícolas son, por su condición de aprovechamiento y su existencia en cantidad uno de los pilares para el desarrollo del sector de la biomasa de la comarca de ADAC. Hoy por hoy, es una fuente de combustible no explotada que induce a costes adicionales para su incorporación o eliminación, si bien es cierto, que también ayuda a favorecer la presencia de materia orgánica en nuestros suelos agrícolas, de por sí, bajos en este parámetro. Dentro de los residuos agrícolas se diferencian los dispersos y los concentrados derivados de procesos de la industria agroalimentaria. Se tiende a incluir en esta categoría de biomasa a los residuos procedentes de los mataderos, en nuestro caso nos centraremos en las fuentes lignocelulósicas dispersas.

Como residuos agrícolas dispersos, es decir, todos aquellos que necesitan de su "recolección" y agrupamiento podemos citar de mayor importancia en la comarca, cañote y zuro de maíz, cañote y cabezuela de girasol, paja de trigo y de cebada y ramones de poda de olivo.

### 1.9.1 Cálculo según encuestas a agricultores locales

Tras diversas encuestas con los agricultores de la zona se han obtenido los datos reales de producción de residuos por tipo de cultivo.

Todo el territorio dispone de buenas vías de acceso y comunicación que facilitarían su transporte y acopio.

A modo resumen se concluye que los recursos energéticos procedentes de subproductos agrícolas varían entre las 27. 426 y las 115.033 Toneladas anuales según las distintas fuentes de datos y metodologías empleadas.

Fuente:	Bioraise	Encuestas agricultores locales	Cálculo metodológico según bibliografía
Aprovechamiento subproductos agrícola (Tn/año)	27. 426	59.396	115.033

## 1.10 Aprovechamientos forestales de Biomasa

El territorio de ADAC y su entorno próximo, cuenta con una gran riqueza natural localizada en un gran porcentaje dentro de las zonas con condición de monte. Tradicionalmente se suele considerar este tipo de residuos los más representativos de la biomasa como fuente de energía, cuando no los únicos.

Según la Estrategia Marco para el Desarrollo Energético de Castilla-La Mancha, se entiende por biomasa al conjunto de toda la materia orgánica procedente de la actividad de los seres vivos presente en la biosfera. A la parte aprovechable energéticamente se la conoce como biomasa energética o simplemente biomasa.

El origen de esta biomasa puede ser diverso, e iría desde la materia generada por las actividades agrícolas, las instalaciones forestales, o el que más interesa a la Administración forestal, el producido durante los aprovechamientos forestales.

Con los datos ofrecidos por la cartografía del Mapa Forestal y aplicándole los índices comentados anteriormente para esta zona, se ha calculado la Biomasa de las distintas teselas forestales según la metodología indicada, así se obtiene una biomasa forestal para las comarcas de ADAC y zona de influencia de **43.481,95 tms/año**. La distribución aportada por cada tesela clasificada por especie dominante de la misma es la siguiente.

A modo resumen se concluye que los recursos energéticos procedentes de subproductos agrícolas varían entre las 27.426 y las 115.033 Toneladas anuales según las distintas fuentes de datos y metodologías empleadas.

Fuente:	Bionline	Bioraise	Cálculo metodológico según bibliografía
Aprovechamientos forestales de Biomasa (Tn/año)	10.615,74	29.345	43.481,95

## 1.11 Aprovechamientos de residuos de jardinería

La biomasa residual generada en la limpieza y mantenimiento de jardines de las urbanizaciones de los municipios de ADAC se estima en 1.200-1.500 tms/año.

## 1.12 Resumen de los recursos energéticos del territorio

Tras consultar distintas fuentes de datos y realizar un estudio cartográfico para estimar el potencial de la comarca de ADAC se puede concluir que la zona ofrece los recursos necesarios para poner en funcionamiento una central de biomasa. La opción más conservadora sería elegir el escenario de mínimos para asegurarse una fuente de recursos fija constante y asegurada.

(Tn/año)	Escenario de máximos	Escenario medio	Escenario de mínimos
Aprovechamientos Subproductos agrícolas (ADAC)	115.033 (Met.Biblio)	59.396 (Enc.Loc)	27.472 (Bioraise)
Aprovechamientos forestales de Biomasa (ADAC y Zona de Influencia)	43.481 (Met.Biblio)	29.345 (Bioraise)	10.616 (Bionline)
Deshechos de jardinería de urbanizaciones (ADAC)	1.500 (Enc.Loc)	1.350 (Enc.Loc)	1.200 (Enc.Loc)
<b>TOTAL</b>	<b>160.014</b>	<b>90.091</b>	<b>39.288</b>

Es necesario destacar que cualquiera de estos escenarios se verá incrementado notablemente con la puesta en marcha de los cultivos energéticos propuestos y aptos para el territorio.

## 1.13 Potencialidades de biomasa de la comarca de ADAC

Luego podemos concluir que la comarca de ADAC tiene un gran potencial para el desarrollo del sector de la bioenergía

Para la comarca de ADAC, según los resultados mostrados se puede establecer la siguiente MATRIZ DE POTENCIALES.

Fuente primaria Cultivo agroenergético		Adecuación al medio de la comarca ADAC	Superficie potencial (ha)	Producción potencial (Tn)	Electricidad producción potencial (Kwh)	Grado de potencial
<b>Caña común (<i>Arundo donax</i>)</b>	Secano	Alta	62.690	940.343	47,02	Alto
	Regadío	Alta	5.374	214.961	10,75	Alto
<b>Cardo (<i>Cynara cardunculus</i>)</b>						
	Secano	Alta	62.690	752.275	37,61	Alto
<b>Chopo (<i>Populus ssp.</i>)</b>	Secano	Alta	62.690	940.343	47,02	Alto
	Regadío	Alta	5.374	214.961	10,75	Alto
<b>Olmo (<i>Ulmus pumila</i>)</b>						
	Secano	Alta	62.690	626.896	31,34	Alto
<b>Sauce (<i>Salix ssp.</i>)</b>	Secano	Alta	62.690	438.827	21,94	Alto
	Regadío	Alta	5.374	80.610	4,03	Alto

### **1.14 Aprovechamiento industrial propuesto.**

Como quiera que en el apartado anterior se muestra el potencial "TOTAL" de la zona para las distintas fuentes primarias existentes o posibles del territorio, hay que considerar que ese potencial total es, meramente, una cifra de superficie representativa de la capacidad en superficie que tiene el territorio de albergar determinado cultivos energéticos o, para los aprovechamientos, una valoración de la capacidad actual existente.

Pero, para centrar más aún el potencial de la zona ADAC vamos a trasladar estos datos a los valores reales que serían necesarios para el establecimiento de los aprovechamientos propuestos en este estudio (planta de 4 MWe eléctricos y planta de Biolíquidos 16.000 m<sup>3</sup>/año) sobre las potencialidades existentes.

### **1.15 Cultivo y recolección de especies Agroenergéticas.**

Los costes de instalación del cultivo varían en función de múltiples factores, pero como coste orientativo de implantación se puede cifrar en 600-700 €/ha, muy influidos por el tipo de fertilización, mientras que los costes anuales de mantenimiento pueden ser de 200 €/ha (AFG, 2007). En cuanto a los costes de recolección, son también variables en función del método de cosecha y de la maquinaria empleada, situándose el coste medio en 180 €/ha (AFG, 2007).

Según el IDAE, los costes orientativos de implantación y de mantenimiento anual del cultivo del cardo se sitúan en torno a 517 €/ha y 359 €/ha respectivamente, incluyendo el coste de implantación, alzado, gradeo, abonado, abono (0,7 t/ha), siembra con máquina neumática, 2 pasadas de cultivador, semilla y alquiler del terreno.

El coste de mantenimiento anual incluye fertilización (0,5 t/ha), cosechado, empacado y transporte, alquiler del terreno, repercusión del coste de implantación en 7 años y el precio de la semilla. Considerando una producción media según las establecidos en el capítulos 10 el coste de la biomasa puesta en campo estará sobre las 20 - 36 €/t.

### **1.16 Aprovechamientos Forestales.**

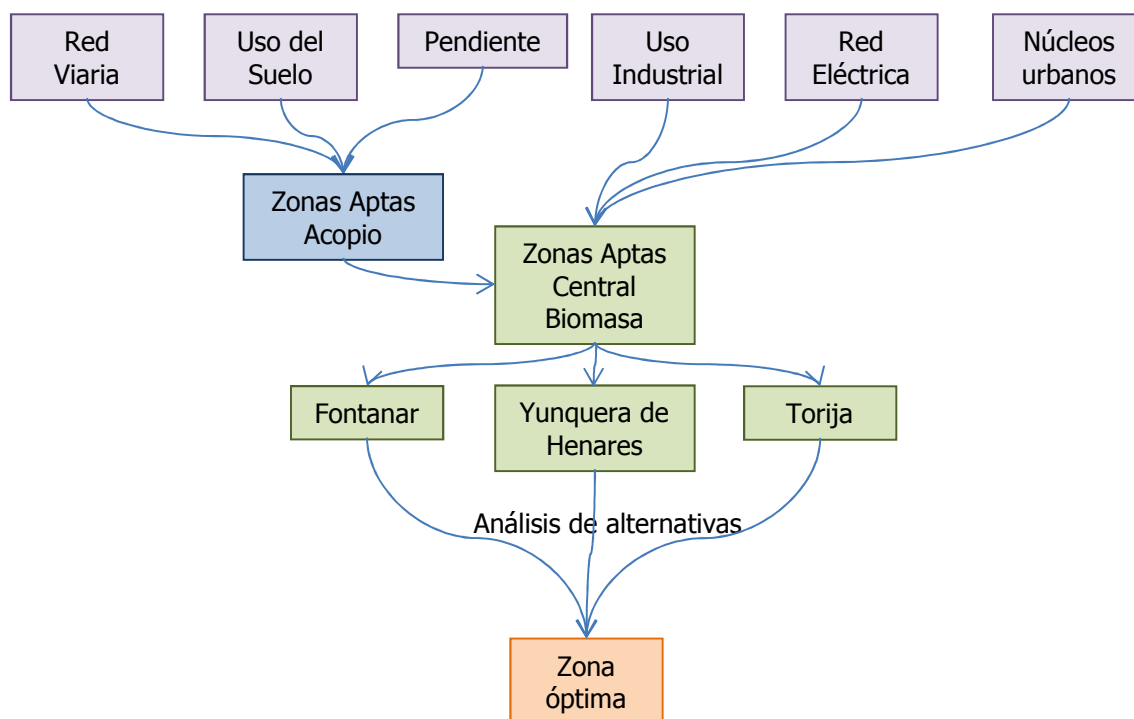
La biomasa de origen forestal para uso energético se refiere principalmente a los restos procedentes de los diferentes procesos forestales, tales como el aprovechamiento maderero o los tratamientos selvícola. El material vegetal resultante de dichas operaciones es de una elevada heterogeneidad, ya que está constituido por ramas, raberones, restos de desbroce, pies no maderables, leñas, etc. Esta circunstancia unida a su baja densidad aparente y a la dispersión de las zonas forestales, provoca un encarecimiento sustancial del transporte. Por consiguiente todas las operaciones deberán ir encaminadas a minimizar este coste. El coste medio para los procesos de apeo, desembosque, astillado y transporte puede estimarse en una horquilla comprendida entre 40 y 54 €/tn

## 1.17 Aprovechamiento Industrial.

Existen dentro del entorno de la comarca de ADAC varias zonas industriales, susceptibles de albergar los desarrollos industriales propuestos. Para seleccionar la ubicación más favorable de la Central de Biomasa se han tenido en cuenta unas premisas y unas restricciones que se enumeran a continuación y se pasan a describir y caracterizar en el punto siguiente. Con las mismas se ha realizado un análisis cartográfico para proponer la ubicación de las instalaciones necesarias.

En el flujo de trabajo desarrollado en el análisis cartográfico para la ubicación de la central de Biomasa, sea cual sea la alternativa tecnológica elegida, se ha tenido en cuenta las restricciones y premisas enumeradas anteriormente.

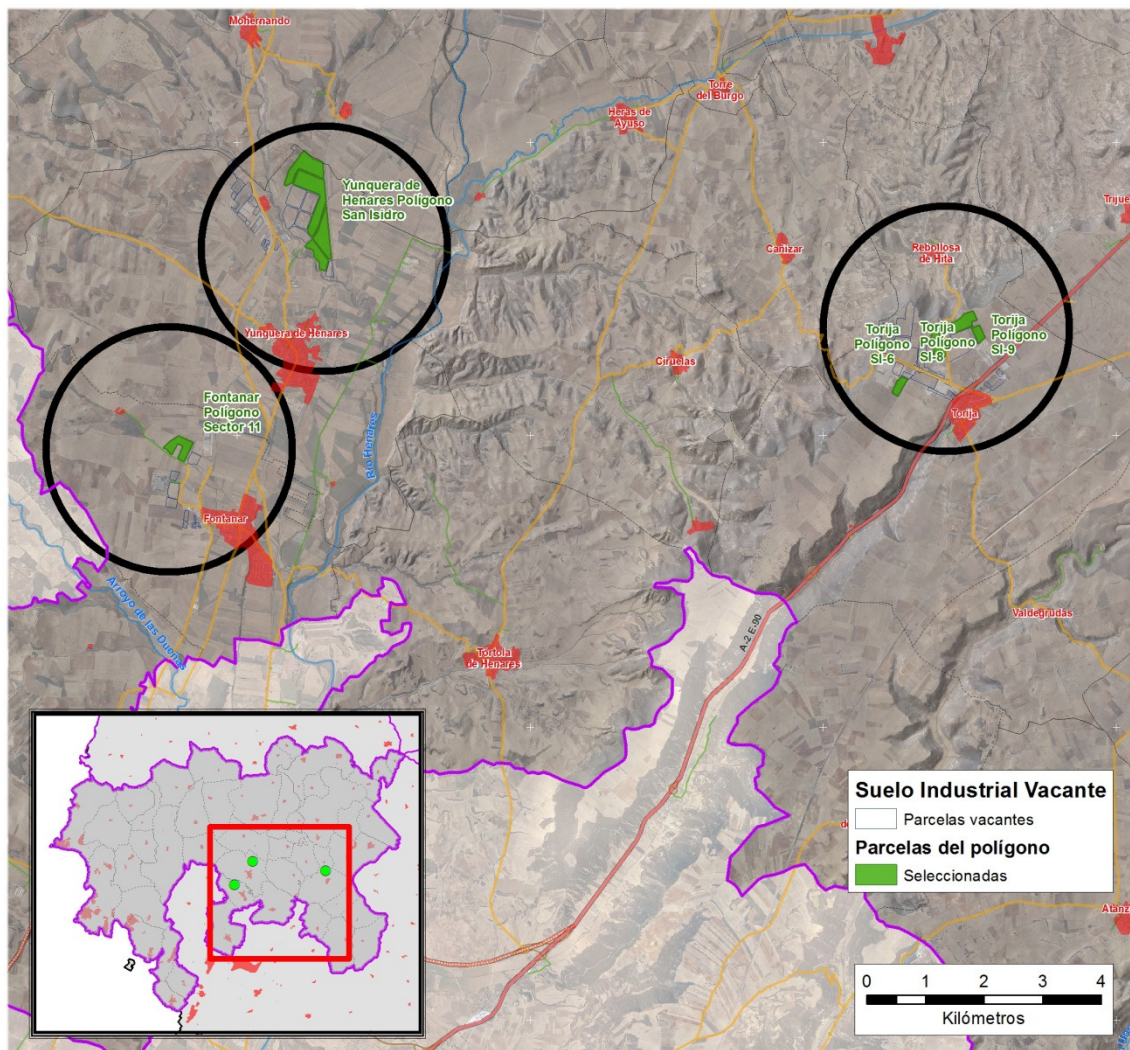
A continuación se muestra el flujo de trabajo, con los resultados parciales del análisis, así como la descripción de los pasos seguidos para llegar a proponer las tres áreas aptas de instalación.



Flujo de trabajo del análisis cartográfico para proponer zonas aptas para la instalación de la Central de Biomasa

Tras realizar en análisis cartográfico con las premisas y restricciones anteriormente descritas se han seleccionado un conjunto de parcelas de suelo industrial vacante pertenecientes a los polígonos industriales de Fontanar, Yunqueira de Henares y Torija.





Localización de las tres zonas industriales vacantes y aptas para la instalación de la central de Biomasa

La planta industrial estará compuesta por: Zonas de **acopio de biomasa**, para su almacenamiento y conservación desde el momento de la recogida hasta el de consumo, Zonas de **preparación de biomasa**, para producirla triturada, homogeneizada y libre de materias extrañas (piedras, tierra y piezas metálicas) y **Planta de valorización energética** esta valorización energética puede ser mediante varias tecnologías.



## 1.18 Planta de combustión de biomasa de 4MWe

El proyecto consiste en una Central de generación Eléctrica, formada, básicamente, por una caldera de vapor de parrilla que utilizará como combustible biomasa de cultivos agrícolas y/o forestales, así como residuos forestales, y un grupo turbogenerador de vapor a condensación.

<b>Planta de biomasa de 4MWe</b>		
<b>Materia Prima</b>	<b>tn/año</b>	<b>40.000</b>
Campa de recepción y manejo de materia prima	m2	35.000
Superficie total	m2	50.000
<b>Datos de diseño</b>		
Horas de operación al año	h/año	7.000
Potencia eléctrica neta media de turbina	kWe	4.000
Potencia media de consumo de auxiliares	kWe	421
Rendimiento eléctrico medio	%	24
<b>Energía eléctrica generada</b>	<b>kWh/año</b>	<b>28.000.000</b>
Precio de venta de electricidad	€/kwh	0,077
Previsión de ingresos por venta de electricidad	€/año	2.156.000
<b>Energía térmica con posibilidad de venta</b>		
Precio medio de venta de calor	€/MWth	5
Previsión de ingresos por venta de calor	€/año	154.000
<b>Total previsión de ingresos</b>	<b>€/año</b>	<b>2.310.000</b>
<b>Inversión necesaria</b>	<b>M€</b>	<b>10 --11</b>
Producción energía eléctrica	GWh/año	28
Producción de energía térmica para venta	GWht/año	30.800
Precio de la energía eléctrica considerado	€/MWh	77
Precio de la energía térmica considerado	€/MWht	5
Costes de Operación y Mantenimiento	€/MWh	14
Coste de la materia prima	€/Tn en planta	42
<b>Necesidad de biomasa</b>	<b>tn/año</b>	<b>40.000</b>
<b>TIR</b>	<b>%</b>	<b>6%-12%</b>

## 1.19 Planta de generación eléctrica mediante transformación en biocombustible

Las plantas de generación eléctrica a partir de esta tecnología consisten en la suma de dos grandes etapas, la primera es la transformación de la biomasa en combustibles líquidos y la segunda es la utilización para la generación de electricidad mediante el uso de motores de combustión interna acoplados a grupos alternadores.

El proyecto consiste en una Central de generación eléctrica, formada, básicamente, por la suma de dos tecnologías: una planta de pirólisis que transforma la biomasa en combustible líquido y unos motores de combustión interna acoplados a generadores de energía eléctrica. El conjunto utilizará como materia prima la biomasa de cultivos agrícolas y/o forestales, así como residuos forestales.

<b>Planta de biolíquido-electricidad 16.000 m3/año-8MWe</b>		
Materia Prima	tn/año	56.000
Campa de recepción y manejo de materia prima	m2	25.000
Superficie total	m2	40.000
<b>Datos de diseño</b>		
Horas de operación al año	h/año	7.500
Potencia eléctrica neta media de motor generadores	kWe	8.000
Potencia media de consumo de auxiliares	kWe	2.790
Rendimiento eléctrico medio	%	35

<b>Energía eléctrica generada</b>		<b>kWh/año</b>	<b>60.000.000</b>
Precio de venta de electricidad	€/kwh		0,066
Previsión de ingresos por venta de electricidad	€/año		3.960.000
<b>Energía térmica con posibilidad de venta</b>		<b>kWh/año</b>	<b>78.000.000</b>
Precio medio de venta de calor	€/MWth		5
Previsión de ingresos por venta de calor	€/año		390.000
<b>Total previsión de ingresos</b>		<b>€/año</b>	<b>4.350.000</b>
<b>Inversión necesaria</b>		<b>M€</b>	<b>17--18</b>
Producción energía eléctrica	GWh/año		60
Producción de energía térmica para venta	GWht/año		78
Precio de la energía eléctrica considerado	€/MWh		66
Precio de la energía térmica considerado	€/MWht		5
Costes de Operación y Mantenimiento	€/MWh		24,5
Coste de la materia prima	€/Tn en planta		42
<b>Necesidad de biomasa</b>		<b>tn/año</b>	<b>56.000</b>
<b>TIR</b>		<b>%</b>	<b>10%-18%</b>

## 1.20 Descripción planta de generación de biocombustible con capacidad de 16.000 m3/año

El proyecto consiste en una planta de generación de biocombustible de segunda generación que utilice como materia prima la biomasa procedente de cultivos energéticos, biomasa residual agrícola o forestal. Esto es lo que a nivel internacional se define como una biorrefinería. Los productos que se obtienen son biodiesel y biofuel

<b>Planta de biolíquido 16.000 m3/año</b>		
Materia Prima	tn/año	56.000
Campa de recepción y manejo de materia prima	m2	25.000
Superficie total	m2	35.000
<b>Datos de diseño</b>		
Horas de operación al año	h/año	7.500
Potencia media de consumo de auxiliares	kWe	1.452
<b>Biolíquido generado</b>	<b>m3/año</b>	<b>16.000</b>
Precio de venta de biolíquido	€/lt	0,66
Previsión de ingresos por venta de biolíquido	€/año	10.560.000
<b>Total previsión de ingresos</b>	<b>€/año</b>	<b>10.560.000</b>
<b>Inversión necesaria</b>	<b>M€</b>	<b>11—13</b>
Producción de biolíquido	litros/año	0,016
Precio de venta de biolíquido	€/lt	0,66
Costes de Operación y Mantenimiento	€/litro	0,52
Coste de la materia prima	€/Tn en planta	42
<b>Necesidad de biomasa</b>	<b>tn/año</b>	<b>56.000</b>
<b>TIR</b>	<b>%</b>	<b>12%-20%</b>

## 1.21 Propuesta de desarrollo de la comarca.

Se ha desarrollado un trabajo en el que se ha estudiado la comarca, se ha determinado la biomasa potencial y real presente en la misma. Se ha complementado con un estudio de tecnologías con las que se pueden estimar un escenario en el que se propone la instalación de una planta de biomasa que valorice energéticamente una cantidad de biomasa del orden de 50.000-60.000 tn año.

Y con un potencial de hasta 950.00 tn de biomasa al año según el punto 12 en el que se ha calculado la biomasa potencial, es decir aquella cantidad que se obtendría si el 100% de los terrenos de labor actuales se dedicaran al cultivo de la biomasa

Puede plantearse un escenario de desarrollo de la comarca en la que el 16 % del territorio cultivable se destine la obtención de la biomasa. El escenario puede disponer de una cantidad de biomasa cercana a los 250.000 tn/año.

Si se supone que una central de biomasa del tipo a las descritas en los puntos anteriores consume una media de unos 55.000 tn/año de biomasa puede considerarse la posibilidad de implantación de 4 - 5 centrales de biomasa. Con este planteamiento sería la puesta en funcionamiento de varias centrales de gasificación de biomasa de una potencia instalada de 25 MW

<b>Desarrollo de la comarca 250.000 tn biomasa/año (5 plantas de 4 MWe)</b>	<b>Generación Total</b>	<b>Empleo en planta</b>	<b>Empleo gestión biomasa</b>	<b>Total empleo directo</b>	<b>Empleo indirecto</b>	<b>Total Empleo generado</b>
<b>Plantas de combustión / gasificación</b>	<b>25 MWe</b>	60	125	<b>185</b>	161	<b>346</b>
<b>Plantas de biolíquido + generación</b>	<b>40 MWe</b>	75	125	<b>200</b>	174	<b>374</b>
<b>Plantas de biolíquido (biorrefinería)</b>	<b>80.000 m<sup>3</sup></b>	100	125	<b>225</b>	196	<b>421</b>

<b>Cálculo de número de hogares servidos</b>	<b>Electricidad</b>	<b>Gasoil calefacción</b>
<b>Plantas de combustión / gasificación</b>	<b>54.600</b>	--
<b>Plantas de biolíquido + generación</b>	<b>87.360</b>	--
<b>Plantas de biolíquido (biorrefinería)</b>	--	<b>25.397</b>

Con la utilización de un recurso renovable como es la biomasa se consigue un efecto positivo con relación a los factores climáticos derivados de la contaminación antrópica. Hay que destacar que la obtención de energía de la biomasa pasa por la incorporación de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, pero este gas puede denominarse renovable o de balance

neutro, ya que ha sido fijado con anterioridad en los vegetales por su propio crecimiento. Por tanto para el balance global de carbono con relación a la biomasa no se considera la emisión, pero si en cambio la no emisión de nuevos entrantes de CO<sub>2</sub> procedente de fuentes fósiles por efecto sustitutivo, es decir cada kWh suministrado por biomasa equivale a un kWh no gastado de procedencia fósil.

Así si se toma como referencia que la emisión de CO<sub>2</sub> debida a un litro de gasóleo es de 2,6 kg, se puede calcular que una planta de generación de 16.000 m<sup>3</sup> año de biolíquido supone el ahorro de 41.600 tn eq CO<sub>2</sub>/año.

Por tanto la hipótesis de desarrollo de la comarca que considera la generación de 80.000 m<sup>3</sup>/año supone el **ahorro de 208.000 tn CO<sub>2</sub>/año**.

Como se ha resaltado en los primeros puntos del estudio, nuestro país tiene una elevada dependencia energética exterior, como dato significativo se puede resaltar que las importaciones de petróleo del año 2011 rondan la cifra de los 44.000 millones de euros suponiendo un porcentaje del PIB del orden del 4,6%.

Se puede establecer un ahorro estimado como país a la hora de contabilizar la no dependencia de los mercados exteriores de petróleo. Si se toma como base que un barril de petróleo tiene 159 litros de crudo, del cual se pueden obtener unos 109 litros de gasóleo, se puede obtener que la generación de 16.000 m<sup>3</sup> supone un ahorro de 146.788 barriles de petróleo al año. Si se considera un precio medio de 98 \$ por barril de petróleo, es decir 71,64 € el ahorro anual ronda los 10,5 millones de euros.

Si se realiza el cálculo para la hipótesis de desarrollo de la comarca, se puede obtener que la generación de 80.000 m<sup>3</sup> supone un ahorro de 733.944 barriles de petróleo al año. Si se considera un precio medio de 98 \$ por barril de petróleo, es decir 71,64 € el ahorro anual ronda los 52,5 millones de euros.

La inversión necesaria para la central de biomasa varía en función de la tecnología escogida. Para la hipótesis establecida en la que se procesan unas 250.000 tn/año de biomasa se puede establecer el siguiente cuadro de inversiones

<b>Desarrollo de la comarca 250.000 tn biomasa/año (5 plantas de 4 MWe)</b>	<b>Inversión MM€</b>	<b>Generación Total</b>	<b>Producto que vende</b>
<b>Plantas de combustión / gasificación</b>	<b>50</b>	<b>25 MWe</b>	Electricidad /calor
<b>Plantas de biolíquido + generación</b>	<b>60</b>	<b>40 MWe</b>	Electricidad /calor
<b>Plantas de biolíquido (biorrefinería)</b>	<b>85</b>	<b>80.000 m<sup>3</sup></b>	Biolíquido

## 1.22 Conclusiones finales.

En el presente trabajo se ha realizado un estudio de la biomasa disponible en el territorio basándose en la cartografía de distintas fuentes y aplicando las metodologías anteriormente explicadas para cada tipo de biomasa considerada.

Para el cálculo de la biomasa residual de procedencia agrícola se ha empleado como cartografía base el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos (MCA) de escala 1:50.000 y a partir de él se ha empleado la metodología expuesta en el punto 10.6 para el cálculo de los recursos energéticos procedentes de los subproductos agrarios presentes en el territorio. Además también se ha calculado en base a las superficies de cultivo descritas por el MCA la producción de residuos fruto de una encuesta realizada a agricultores locales, obteniéndose los valores teóricos y reales de producción si toda esa biomasa se destinase a combustible.

Respecto al cálculo de Biomasa procedente de la fracción de residuo forestal se ha contado con la información del Tercer Inventario Nacional Forestal y la cartografía del Mapa forestal Nacional escala 1:50.000, a partir de estos datos y aplicando la metodología descrita en el punto 10.7 se han calculado los recursos energéticos de procedencia forestal. Estos datos se han contrastado con los ofrecidos por otras fuentes de información como son BIORAISE y BIOLINE desarrollados por el CIEMAT y el IDAE.

Los residuos vegetales procedentes de la poda y mantenimiento de espacios verdes de las urbanizaciones de la comarca también se han contabilizado a partir de encuestas facilitadas por las actuales empresas gestoras de dichos espacios.

Tan solo en la comarca de ADAC están disponibles más de 30 mil toneladas anuales de biomasa residual según los cálculos más conservadores, si bien es factible considerar que la biomasa residual, procedente de actividades agrícolas puede estimarse en unas 60.000 tn/año. Esta biomasa es producida como residuos de cultivos de secano y regadío presentes en toda la comarca.

Respecto al aprovechamiento de biomasa forestal primaria la comarca de ADAC es pobre comparada con la zona de influencia y en especial de la Sierra Norte, pero con estimaciones conservadoras puede estimarse que el conjunto de la comarca de ADAC junto con las masas forestales próximas puede obtenerse unas 30.000 tn/año mediante la adecuada gestión forestal.

Con relación al aprovechamiento de la biomasa forestal hay que resaltar que este aprovechamiento se autofinancia en precios de 15-20 €/MWh eléctrico generando aproximadamente supondría 20-30 puestos de trabajo directos en monte.

Con relación a los subproductos industriales resulta más difícil realizar una cuantificación de los empleos generados en aprovechamiento de subproductos industriales como orujillo, cáscara de almendra, corteza de madera, serrines, cascarilla



de arroz, restos de maíz, etc. dado su diversidad de características y costes de valorización.

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

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

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

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

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

Con los cálculos conservadores de la biomasa real presente en la comarca, cabe la posibilidad de implantar una central energética que consuma una cantidad de energía comprendida entre las 50.000 y 60.000 tn/año.

La comarca de posee un territorio con infraestructuras desarrolladas suficientes y necesarias para la implantación de una planta de generación eléctrica con una potencia eléctrica cercana a los 8 MWe. Si se opta por tecnologías de generación de biocombustible el potencial real sería de 16.000 m<sup>3</sup>/año de generación de biocombustibles aptos para utilizar como sustituto de gasóleo de calefacción.

Se pueden estimar que mediante una actuación de este tipo que requeriría una inversión estimada de 18 millones de euros, se podría generar la electricidad para 17.500 hogares o el combustible de calefacción para 5000 hogares. Con esta actuación se podrían generar entre 40 y 50 puestos de trabajo directos y otros 30 indirectos.

Esta biomasa real, actualmente presente en la comarca puede verse incrementada mediante cultivos energéticos obteniendo una biomasa potencial de unos 950.000 tn/año, en el caso que todas las superficies agrícolas se destinaran a cultivos destinados a usos energéticos.

Con el estudio del territorio y sus potencialidades se ha podido establecer una hipótesis de desarrollo de la comarca basado en una apuesta estratégica por la bioenergía destinando el 16% de su territorio a cultivos energéticos. Esta hipótesis establece que al destinar el 15% de cultivo de secano y el 33% de la superficie de cultivo de regadío se puede obtener una cantidad de biomasa del orden a los 250.000 tn/año. Esta cantidad de biomasa sería suficiente para obtener un desarrollo de 40 MW eléctricos o 80.000 m<sup>3</sup> de biocombustibles de segunda generación.

Con esta actuación de desarrollo territorial se pueden estimar que mediante una actuación de este tipo que requeriría una inversión estimada comprendida entre 60 y 85 millones de euros, se podría generar la electricidad para 87.500 hogares o el combustible de calefacción para 25.000 hogares. Con esta actuación se podrían generar entre 200 y 250 puestos de trabajo directos y otros 150 indirectos.

Con la actuación de construcción y puesta en marcha de un proyecto de este tipo de una planta de generación de 16.000 m<sup>3</sup> año de biolíquido supone el ahorro de 41.600 tn eq CO<sub>2</sub>/año. Por tanto la hipótesis de desarrollo de la comarca que considera la generación de 80.000 m<sup>3</sup>/año supone el **ahorro de 208.000 tn CO<sub>2</sub>/año**. Si se establece un precio de la teq de CO<sub>2</sub> de 8 €/tn eq CO<sub>2</sub> supondría unos ingresos adicionales de 1.664.000 euros anuales por bonos de carbono o equivalentes.

Se puede establecer un ahorro estimado como país a la hora de contabilizar la no dependencia de los mercados exteriores de petróleo. Si se toma como base que un barril de petróleo tiene 159 litros de crudo, del cual se pueden obtener unos 109 litros de gasóleo, se puede obtener que la generación de 16.000 m<sup>3</sup> supone un ahorro de 146.788 barriles de petróleo al año. Si se considera un precio medio de 98 \$ por barril de petróleo, es decir 71,64 € el ahorro anual ronda los 10,5 millones de euros.

Si se realiza el cálculo para la hipótesis de desarrollo de la comarca, se puede obtener que la generación de 80.000 m<sup>3</sup> supone un ahorro de 733.944 barriles de petróleo al año. Si se considera un precio medio de 98 \$ por barril de petróleo, es decir 71,64 € el ahorro anual ronda los 52,5 millones de euros.

**Proyecto para la investigación, industrialización y comercialización de productos agrarios de base energética para la mejora y fomento del consumo de energías limpias en la comarca de ADAC**

**DOSSIER**



19 de diciembre 2013

**Adac**

ASOCIACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA ALCARRIA Y LA CAMPIÑA



**Unión Europea**

**Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural**

*Europa invierte en las zonas rurales*