

ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE **BIOMASA** DE LA PROVINCIA DE CÁDIZ CON FINES ENERGÉTICOS

ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE BIOMASA DE LA PROVINCIA DE CÁDIZ CON FINES ENERGÉTICOS

1	INTRODUCCIÓN	3
	1.1. Antecedentes	4
	1.2. Introducción	4
	1.2.1. Ventajas de la biomasa	5
2	DETERMINACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES DE PRODUCCIÓN DE BIOMASA FORESTAL	7
	2.1. Introducción	8
	2.2. Objetivos	9
	2.3. Usos del territorio	9
	2.4. Metodología	13
	2.4.1. Introducción	13
	2.4.2. Factores condicionantes para la determinación de las áreas potenciales de biomasa forestal	14
	2.4.3. Elección de las especies forestales	18
	2.4.4. Procedimiento para la determinación de áreas potenciales a partir del inventario forestal nacional	19
	2.4.5. Cálculo de las áreas potenciales forestales	19
	2.5. Resultados	22
	2.6. Conclusiones	35
3	DETERMINACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES DE PRODUCCIÓN DE BIOMASA RESIDUAL AGRÍCOLA	37
	3.1. Introducción	38
	3.2. Tipo de residuo agrícola	38
	3.3. Biomasa residual agrícola	39
	3.4. Conclusiones	51
4	UTILIZACIÓN DEL RECURSO	53
	4.1. Características de la biomasa	54
	4.1.1. Residuos forestales	54
	4.1.2. Residuos agrícolas leñosos	54
	4.1.3. Residuos agrícolas herbáceos	55
	4.1.4. Residuos de industrias forestales y agrícolas	55
	4.1.5. Cultivos energéticos	55
	4.2. Usos y aplicaciones	55
	4.3. Aspectos técnicos	58
	4.4. Aspectos económicos	60
	4.4.1. Usos térmicos	60
	4.4.2. Usos eléctricos	61
5	INVENTARIO DE PLANTAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA, ELÉCTRICA Y MECÁNICA CON BIOMASA EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ	63
	5.1. Inventario de plantas en la provincia de Cádiz	64
6	LEGISLACIÓN EN MATERIA DE BIOMASA	65
	6.1. Legislación en materia de biomasa	66
7	BIBLIOGRAFÍA	67
	7.1. Bibliografía	68

Acerca de TIMBER!

El proyecto TIMBER (Tools for Integrated Management of Biomass Energy Resources) es una iniciativa europea enmarcada en el Programa “POWER: Economías de Baja Emisión de Carbono (INTERREG IVC)” cuyo principal objetivo es la creación de un modelo sostenible de aprovechamiento energético de la biomasa en la escala local.

Cinco entidades públicas europeas trabajan de manera estrecha en el desarrollo de esta herramienta detectando barreras y dificultades, realizando estudios de viabilidad e identificando buenas prácticas en cada una de las regiones participantes. Finalmente, los resultados y la experiencia acumulada durante el desarrollo del proyecto se concretarán en la aplicación de este modelo para la elaboración de Planes de Acción de Biomasa a nivel regional.

Web del proyecto:

www.powerprogramme.eu

About TIMBER!

The project TIMBER (Tools for Integrated Management of Biomass Energy Resources) is a European initiative developed within the framework of the “POWER Programme: Economies of Low Carbon (INTERREG IVC)” whose main objective is to design a standard model for the regional development of sustainable and renewable energy based on biomass resources.

Five European public entities work closely to develop this tool detecting barriers and constraints, performing feasibility studies and identifying best practices in each of the participating regions. Finally, the results and experience accumulated during the project will lead to the implementation of this model for the development of Biomass Action Plans at regional level.

The POWER Programme is co-financed by the European Regional Development Fund (ERDF) through the INTERREG IVC Programme.

Project website:

www.powerprogramme.eu

1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La biomasa primaria presenta una serie de características que la convierten en un recurso energético plenamente competitivo en el mercado de las energías renovables como la energía solar, la energía eólica y la energía hidráulica.

Se puede definir en cierto modo como la fracción biodegradable de los productos y residuos generados en los montes que son procesados con fines energéticos.

Así pues, el aprovechamiento de esta biomasa con fines energéticos adquiere un peso relevante en la sostenibilidad de las áreas forestales principalmente, sin olvidarnos de otros residuos como los procedentes de la industria, de los residuos sólidos urbanos y de los fangos de depuradora, ya que incide sobre sus aspectos fundamentales y permite añadir un valor a unos productos que hasta ahora eran infravalorados. Es necesario, por lo tanto, en el primero de los casos de cambiar la consideración de residuo de la actividad forestal por la de recurso con posibilidades de aprovechamiento.



En los ecosistemas forestales de los montes de la provincia de Cádiz, estaría formada por los materiales vegetales procedentes de operaciones selvícolas como podas, selección de brotes, claros, cortas fitosanitarias y desbroces. También se incluyen los residuos de aprovechamientos madereros, sean procedentes de cortas finales o de cortas intermedias, leñas procedentes de trasmochos, o material vegetal procedente de cultivos energéticos, leñosos o herbáceos, instalados en terrenos forestales. Toda esta actividad genera un volumen de biomasa importante que actualmente se infravalora como valor energético, siendo considerado como un residuo forestal.

1.2 INTRODUCCIÓN

Un equívoco muy común es confundir materia orgánica con materia viva, pero basta considerar un árbol, en el que la mayor parte de la masa está muerta, para deshacer el equívoco; de hecho, es precisamente esta biomasa “muerta” la que en el árbol resulta más útil en términos energéticos.

Otro equívoco muy común es utilizar biomasa como sinónimo de la energía útil que puede extraerse de ella, lo que genera bastante confusión debido a que la relación entre la energía útil y la biomasa es muy variable y depende de innumerables factores. Para empezar, la energía útil puede extraerse por combustión directa de biomasa (madera, excrementos animales, etc.), pero también de la combustión de combustibles obtenidos de ella mediante transformaciones físicas o químicas (gas metano de los residuos orgánicos, por ejemplo), procesos en los que siempre se pierde algo de la energía útil original. Además, la biomasa puede ser útil directamente como materia orgánica en forma de abono y tratamiento de suelos (por ejemplo, el uso de estiércol o de coberturas vegetales). Y por supuesto no puede olvidarse su utilidad más común: servir de alimento a muy diversos organismos, la humanidad incluida.

La biomasa de la madera, residuos agrícolas y estiércoles continúa siendo una fuente principal de energía y materia útiles en países poco industrializados.



Del mismo modo la biomasa puede proporcionar energías sustitutivas a los combustibles fósiles, gracias a biocombustibles líquidos (como el biodiésel o el bioetanol), gaseosos (gas metano) o sólidos (leña), pero todo depende de que no se emplee más biomasa que la producción neta del ecosistema explotado (concepto de sostenibilidad), de que no se incurra en otros consumos de combustibles en los procesos de transformación, y de que la utilidad energética sea la más oportuna frente a otros usos posibles.

En los últimos años la situación energética mundial ha variado notablemente. El elevado coste de los combustibles fósiles y los avances técnicos, han posibilitado la aparición de sistemas de aprovechamiento de la biomasa cada vez más eficientes, fiables y limpios. Actualmente, la biomasa como energía renovable se considera una seria alternativa a los combustibles fósiles.

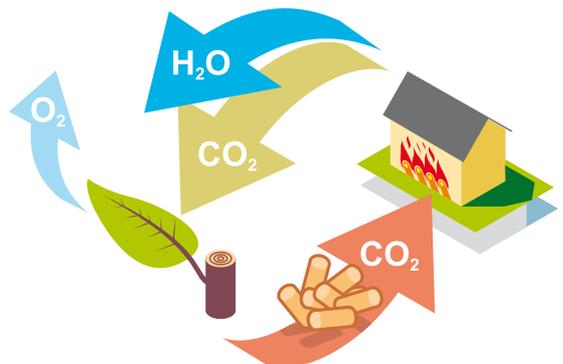
Si todas las buenas intenciones detectadas por el Observatorio Europeo de las Energías Renovables se concretan, la contribución de la biomasa a finales del siglo XXI podría alcanzar la cuarta parte de la producción mundial de energía.

Por todo lo anterior, el aprovechamiento de la biomasa como recurso energético en la generación de energía eléctrica cobra especial relevancia en la actualidad, siendo objeto de todo tipo de análisis, estudios y aplicaciones. La evaluación del potencial de la biomasa como fuente de energía es el primer paso para su explotación.

1.2.1 Ventajas de la biomasa

El empleo de la biomasa como materia prima renovable en sustitución de los combustibles fósiles es una medida efectiva para frenar el aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera.

A las ventajas comunes al resto de las energías renovables se unen una serie de aspectos como son su carácter autóctono, su favorecimiento al equilibrio regional ya que se encuentra repartido por todo el territorio, su respeto por el



medioambiente, la creación de más empleo que las fuentes convencionales y, en definitiva, contribuir a la diversificación energética y la generación distribuida geográficamente.

Otras ventajas medioambientales son la limpieza de los bosques, la prevención de la erosión, la reducción de los daños por incendios y la fijación de la población rural.

Desde un punto de vista ambiental, el aprovechamiento de la biomasa no supone la introducción de carbono en la biosfera desde depósitos situados en su exterior. Simplemente se cambia de lugar, pasando de una materia orgánica a la atmósfera, donde será recogido de nuevo por materia orgánica para edificar nuevos seres que podrán ser, a su vez, beneficiados energéticamente.

2

DETERMINACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES DE PRODUCCIÓN DE BIOMASA FORESTAL

2.1 INTRODUCCIÓN

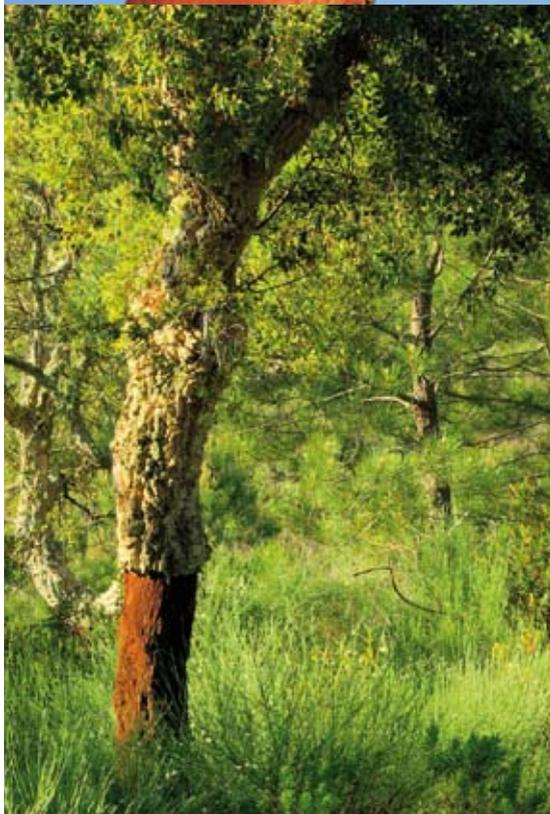
La valoración cualitativa y cuantitativa de la biomasa potencial de la provincia de Cádiz se determinará teniendo en cuenta el marco general de un estudio de las características geográficas que se están considerando.

Posee una superficie de 7.435,85 km², siendo su densidad de población de 165,49 hab/km². La provincia limita al Norte con las provincias de Sevilla y Huelva, al Este con la provincia de Málaga, al Suroeste con el océano Atlántico, al Sureste con el mar Mediterráneo, y al Sur con el estrecho de Gibraltar y el territorio británico de Gibraltar.

Los mayores accidentes orográficos de la provincia son las estribaciones de los Sistemas Béticos. Entre las Sierras que contiene la provincia se encuentra la Sierra de Grazalema, parte de la Serranía de Ronda y los sistemas más bajos sobre los que se asienta el Parque Natural de los Alcornocales. Siguiendo hacia el Sur la Cordillera Bética es cortada abruptamente por el Estrecho de Gibraltar. La comarca del Campo de Gibraltar tiene así un relieve abrupto y su costa está formada por acantilados excepto en la Bahía de Algeciras. La erosión de este sistema y el aporte de sedimentos de los ríos Guadalquivir, Guadalete y Barbate (estos dos últimos extraordinariamente importantes para el consumo hídrico de la provincia) durante las Eras Terciarias y Cuaternarias construyeron la llanura litoral que se extiende desde las faldas de la Sierra, la Campiña de Jerez, la Comarca Noroeste y La Janda. La bahía de Cádiz se formó posteriormente a partir de las aportaciones del río Guadalete que junto con los procesos de deriva oceánica configuraron la costa occidental.

La provincia de Cádiz está ocupada por varias cuencas importantes:

- Cuenca del Guadalquivir, también conocida como "Bajo Guadalquivir" que incluye Sanlúcar. Es una zona baja donde el agua vierte al río Guadalquivir y a las marismas.
- Cuenca del Guadalete. Quizás el río gaditano por excelencia sea el río Guadalete al ocupar su cuenca gran parte de la provincia. Nace en Grazalema, en la Sierra de Cádiz y desemboca en El Puerto de Santa María. A su paso riega un valle agrícola muy productivo y de éste depende gran parte del abastecimiento de aguas potables de la provincia. Recoge los ríos provenientes de la vertiente atlántica de la Sierra de Cádiz.

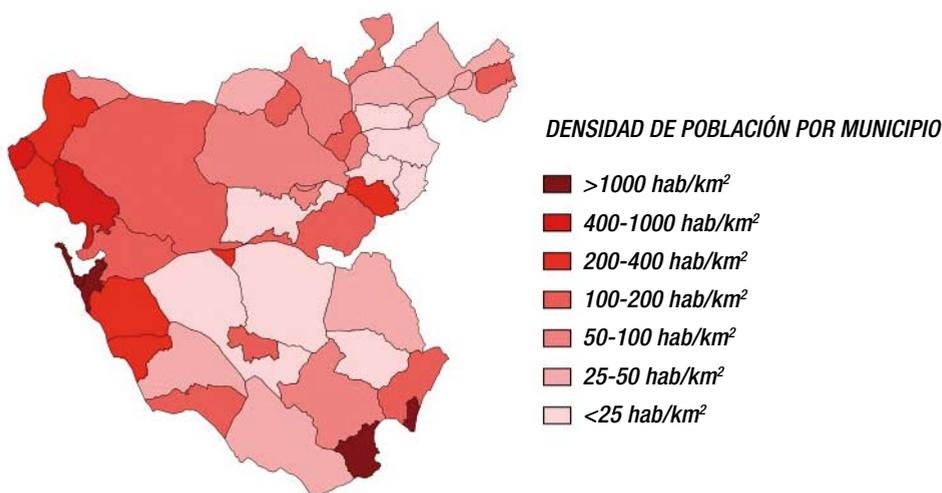


- Cuenca del Barbate, aunque sería más correcto decir la zona de la Janda, ya que el río Barbate producía una laguna natural llamada la Janda, de donde viene el nombre de la comarca homónima. Al igual que el río Guadalete recoge las aguas de la sierra y abastece a la zona sur de la provincia.

-Vertiente mediterránea, donde quedarían los ríos que vierten al Mediterráneo, como el río Guadiaro.

El clima de la provincia se caracteriza por ser mediterráneo con una marcada ausencia de lluvias en verano, sin embargo por la cercanía del océano Atlántico este tiene gran influencia en el clima siendo las lluvias en invierno muy cuantiosas. Así hay años en los que en la Sierra de Grazalema se producen las máximas precipitaciones del sur de la península con 2200 mm/año. En cuanto a las temperaturas se pueden decir que son suaves en invierno y cálidas en verano teniendo en las llanuras cercanas a la costa unos 18° C de temperatura media anual. Las heladas en la costa son pocos frecuentes aunque si se pueden ver en el interior. En verano es normal superar algún día los 40° C.

Está dividida en 44 municipios, entre los que destacan la propia Cádiz, Jerez de la Frontera, Algeciras y San Fernando.



2.2 OBJETIVOS

El objetivo principal buscado con la elaboración de las áreas potenciales de producción de biomasa es determinar, para la provincia de Cádiz, cuáles son las superficies, y por ende los municipios, donde resulta más viable tanto técnica como económicamente realizar el aprovechamiento de los residuos agrícolas y/o forestales con fines energéticos.

Con este objetivo se pretende inventariar las superficies susceptibles de aprovechamiento de biomasa existentes en la provincia, y estimar su óptimo de producción de biomasa para elaborar un mapa de zonas potencialmente productivas de biomasa.

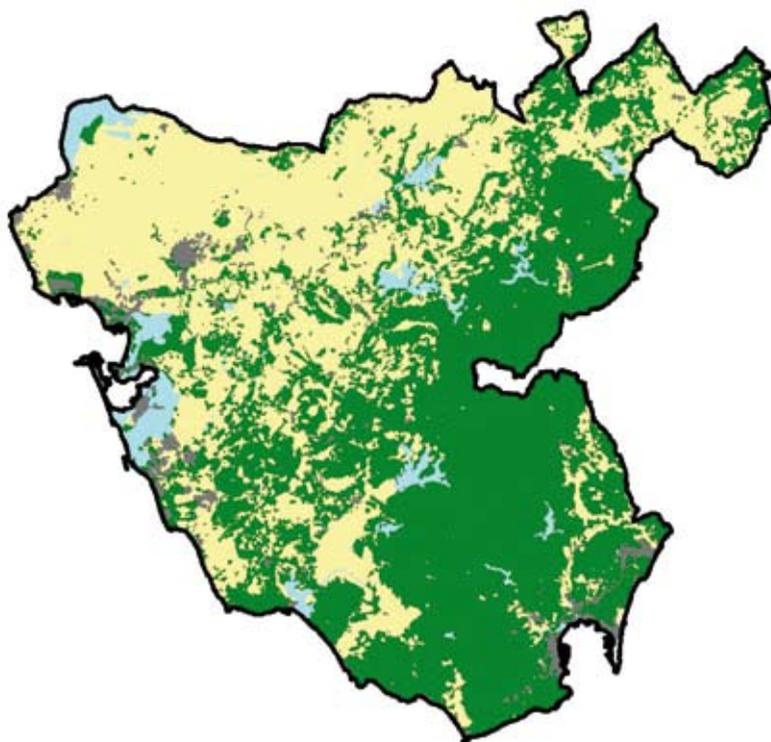
Esta publicación forma parte de las acciones incluidas en el Proyecto TIMBER: Tools for Integrated Management of Biomass Energy Resources, una iniciativa europea enmarcada en el Programa "POWER: Economías de Baja Emisión de Carbono", que se inscribe en el programa europeo INTERREG IVC.

2.3 USOS DEL TERRITORIO

Los principales usos del territorio de la provincia de Cádiz, se han obtenido del Mapa de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo de Andalucía de 2003 que realiza la Consejería de Medio Ambiente, cuyo cometido fundamental es hacer

un seguimiento cartográfico y estadístico de los cambios de tipologías de ocupación del territorio.

En una primera aproximación hacia los principales usos del suelo potencialmente aprovechables como biomasa, se pueden distinguir los usos agrícolas y los usos forestales, ocupando respectivamente una superficie de 329.448 ha y 364.027 ha. Su distribución queda perfectamente enmarcada de acuerdo a la geología de la provincia, ocupando la zona norte los usos agrícolas y la zona sur, principalmente, los usos forestales tal y como puede apreciarse en la siguiente imagen, en la que el color verde representa la superficie forestal y el color claro se corresponde con la superficie agrícola.

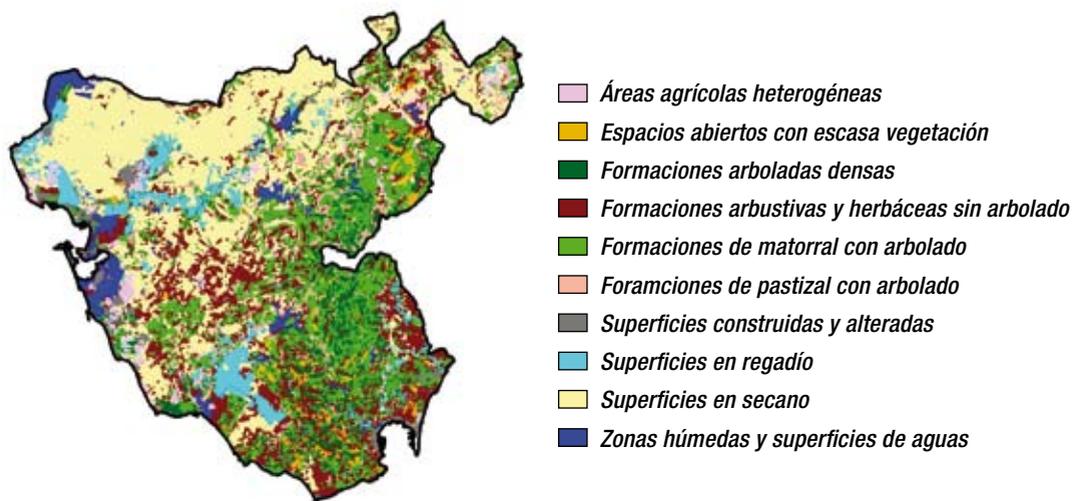


Entrando en algo más de detalle respecto de los usos del territorio, se puede hacer una clasificación más exhaustiva de los mismos, de acuerdo con la clasificación que se muestra en la siguiente tabla.

USO DEL SUELO	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE
<i>Áreas agrícolas heterogéneas.</i>	21.666,10	2,91
<i>Espacios abiertos con escasa vegetación.</i>	16.606,76	2,23
<i>Formaciones arboladas densas.</i>	57.384,39	7,71
<i>Formaciones arbustivas y herbáceas sin arbolado.</i>	129.580,72	17,41
<i>Formaciones de matorral con arbolado.</i>	135.562,53	18,22
<i>Formaciones de pastizal con arbolado.</i>	24.892,51	3,34
<i>Superficies construidas y alteradas.</i>	23.404,74	3,14
<i>Superficies en regadío.</i>	40.983,38	5,51
<i>Superficies en secano.</i>	266.798,60	35,85
<i>Zonas húmedas y superficies de agua.</i>	27.339,56	3,67

Como se puede observar la mayor parte de la superficie de la provincia de Cádiz se encuentra ocupada por cultivos de secano con 266.798,60 ha, seguido por las formaciones de matorral con arbolado con 135.562,53 ha y las

formaciones arbustivas y herbáceas sin arbolado con 129.580,72 ha. Estas formaciones vegetales suponen algo más del 70% del territorio, por lo que las principales formaciones son las agrícolas de secano y las de matorral.



Si nuevamente nos acercamos a los usos que potencialmente presentarán masas forestales donde se pueda realizar un aprovechamiento de la biomasa se observa que éstas son ocupadas principalmente por todas aquellas donde existe arbolado, lo que traducido a los usos dados por Mapa de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo de Andalucía estaríamos hablando de las formaciones arboladas densas, las formaciones de matorral con arbolado y las formaciones de pastizal con arbolado que ocuparían una superficie de 217.839,44 ha, lo que supone un porcentaje de la superficie de la provincia del 29,27%.

Más concretamente las masas forestales que se estudiarán en las siguientes fases del estudio se referirán principalmente a las especies que ocupan las grandes superficies forestales de la provincia, esto es, las masas de coníferas y de quercíneas.

Teniendo en cuenta estos grupos de formaciones forestales se puede realizar un análisis más concreto de los distintos usos para estas especies, obteniendo las superficies que se muestran en las siguientes tablas.

En cuanto a las formaciones de coníferas las superficies quedan como sigue:

CONÍFERAS	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE
<i>FOR. ARBOL. DENSA: CONIFERAS.</i>	7.074,30	40,60
<i>FOR. ARBOL. DENSA: CONIFERAS+EUCALIPTOS.</i>	28,80	0,17
<i>MATORRAL DENSO ARBOLADO: CONIFERAS DENSAS.</i>	832,40	4,78
<i>MATORRAL DENSO ARBOLADO: CONIFERAS DISPERSAS.</i>	2.170,09	12,46
<i>MATORRAL DENSO ARBOLADO: CONIFERAS+EUCALIPTOS.</i>	164,43	0,94
<i>MATORRAL DISP. ARBOLADO: CONIFERAS. DENSO.</i>	2.969,74	17,05
<i>MATORRAL DISP. ARBOLADO: CONIFERAS. DISPERSO.</i>	3.366,73	19,32
<i>MATORRAL DISP. ARBOLADO: CONIFERAS+EUCALIPTOS.</i>	219,95	1,26
<i>PASTIZAL ARBOLADO: CONIFERAS. DENSO.</i>	134,23	0,77
<i>PASTIZAL ARBOLADO: CONIFERAS. DISPERSO.</i>	461,77	2,65
TOTAL	17.422,44	

Se puede observar que las formaciones densas de coníferas ocupan algo más de 7.000 ha, lo que supone en principio una cantidad de no excesivamente alta de biomasa potencial, no obstante, los datos potenciales no se podrán obtener hasta más adelante cuando se analicen con mayor detalle las masas forestales.

Las formaciones de quercíneas, sin realizar distinción entre encinares y alcornoques, de acuerdo con la cobertura obtenida del Mapa de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo de Andalucía suponen una superficie de casi 200.000 ha, lo que representa las mayores superficies forestales de la provincia, en las que se encuentran englobadas las formaciones de dehesa y todas mezclas y asociaciones con otras especies de crecimiento rápido como son los pinares y los eucaliptares.

QUERCINEAS	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE
<i>CULTIVO HERBACEO ARBOLADO: QUERCINEAS. DENSO.</i>	76,48	40,04
<i>CULTIVO HERBACEO ARBOLADO: QUERCINEAS. DISPERSO.</i>	3.811,08	1,94
<i>FOR. ARBOL. DENSA: OTRAS FRONDOSAS.</i>	200,74	0,10
<i>FOR. ARBOL. DENSA: QUERCINEAS.</i>	46.977,66	23,95
<i>FOR. ARBOL. DENSA: QUERCINEAS+CONIFERAS.</i>	30,86	0,02
<i>MATORRAL DENSO ARBOLADO: OTRAS FRONDOSAS.</i>	1.170,62	0,60
<i>MATORRAL DENSO ARBOLADO: QUERCINEAS DENSAS.</i>	21.392,14	10,90
<i>MATORRAL DENSO ARBOLADO: QUERCINEAS DISPERSAS.</i>	39.511,81	20,14
<i>MATORRAL DENSO ARBOLADO: QUERCINEAS+CONIFERAS.</i>	572,33	0,29
<i>MATORRAL DENSO ARBOLADO: QUERCINEAS+EUCALIPTOS.</i>	0,13	0,00
<i>MATORRAL DISP. ARBOLADO: OTRAS FRONDOSAS.</i>	4.669,32	2,38
<i>MATORRAL DISP. ARBOLADO: OTRAS MEZCLAS.</i>	203,07	0,10
<i>MATORRAL DISP. ARBOLADO: QUERCINEAS. DENSO.</i>	22.746,27	11,60
<i>MATORRAL DISP. ARBOLADO: QUERCINEAS. DISPERSO.</i>	33.421,40	17,04
<i>MATORRAL DISP. ARBOLADO: QUERCINEAS+CONIFERAS.</i>	929,02	0,47
<i>MATORRAL DISP. ARBOLADO: QUERCINEAS+EUCALIPTOS.</i>	68,94	0,04
<i>PASTIZAL ARBOLADO: OTRAS FRONDOSAS.</i>	2.409,86	1,23
<i>PASTIZAL ARBOLADO: QUERCINEAS. DENSO.</i>	4.230,86	2,16
<i>PASTIZAL ARBOLADO: QUERCINEAS. DISPERSO.</i>	13.634,21	6,95
<i>PASTIZAL ARBOLADO: QUERCINEAS+CONIFERAS.</i>	112,06	0,06
TOTAL	196.168,87	

Este dato puede resultar de interés debido a que estas formaciones pueden ser objeto de tratamientos selvícolas para la formación del arbolado y aumento de la producción de fruto (bellota), lo que conllevaría una importante generación de biomasa forestal debido a los trabajos de poda que se mencionan.

En cuanto a las principales formaciones agrícolas que nos podemos encontrar en la provincia de Cádiz podemos destacar por su mayor presencia los cultivos herbáceos en secano con algo más de un 71% del total de formaciones agrícolas.

AGRÍCOLA	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE
<i>CULTIVOS FORZADOS BAJO PLASTICO.</i>	1.435,31	0,44
<i>CULTIVOS HERBACEOS EN REGADIO: NO REGADOS.</i>	6.826,07	2,08
<i>CULTIVOS HERBACEOS EN REGADIO: REGADOS Y NO REGADOS.</i>	10.613,89	3,24
<i>CULTIVOS HERBACEOS EN SECANO.</i>	232.771,13	71,02
<i>CULTIVOS HERBACEOS Y LEÑOSOS EN REGADIO NO REGADOS.</i>	21,53	0,01
<i>CULTIVOS HERBACEOS Y LEÑOSOS EN REGADIO PARCIALMENTE REGADOS.</i>	333,10	0,10
<i>CULTIVOS HERBACEOS Y LEÑOSOS EN SECANO.</i>	4.219,68	1,29
<i>CULTIVOS HERBACEOS Y LEÑOSOS REGADOS.</i>	305,44	0,09
<i>CULTIVOS HERBACEOS Y PASTIZALES.</i>	875,79	0,27

<i>CULTIVOS HERBACEOS Y VEGETACION NATURAL LEÑOSA.</i>	1.633,29	0,50
<i>CULTIVOS LEÑOSOS EN REGADÍO: PARCIALMENTE REGADOS O NO REGADOS.</i>	360,08	0,11
<i>CULTIVOS LEÑOSOS EN SECANO: OLIVAR.</i>	13.654,04	4,17
<i>CULTIVOS LEÑOSOS EN SECANO: VIÑEDO.</i>	15.899,26	4,85
<i>CULTIVOS LEÑOSOS REGADOS: CITRICOS.</i>	735,09	0,22
<i>CULTIVOS LEÑOSOS REGADOS: FRUTALES TROPICALES.</i>	1,73	0,00
<i>CULTIVOS LEÑOSOS REGADOS: OLIVOS.</i>	1,13	0,00
<i>CULTIVOS LEÑOSOS Y PASTIZALES.</i>	21,71	0,01
<i>CULTIVOS LEÑOSOS Y VEGETACION NATURAL LEÑOSA.</i>	2.039,01	0,62
<i>MOSAICO DE LEÑOSOS EN REGADÍO.</i>	7,00	0,00
<i>MOSAICO DE SECANO Y REGADÍO CON CULTIVOS HERBACEOS.</i>	7.514,22	2,29
<i>MOSAICO DE SECANO Y REGADÍO CON CULTIVOS HERBACEOS Y LEÑOSOS.</i>	6.127,90	1,87
<i>MOSAICO DE SECANO Y REGADÍO CON CULTIVOS LEÑOSOS.</i>	30,20	0,01
<i>OTROS CULTIVOS HERBACEOS REGADOS.</i>	18.427,83	5,62
<i>OTROS CULTIVOS LEÑOSOS ABANDONADOS.</i>	8,39	0,00
<i>OTROS CULTIVOS LEÑOSOS EN SECANO.</i>	219,18	0,07
<i>OTROS CULTIVOS LEÑOSOS REGADOS.</i>	1.766,68	0,54
<i>OTROS MOSAICOS DE CULTIVOS Y VEGETACION NATURAL.</i>	1.901,06	0,58
TOTAL	327.749,73	

A una menor escala de superficie nos encontramos con los cultivos leñosos en secano de olivar y viñedos, sin llegar a sumar entre los dos las 30.000 ha y el 9% de la superficie agrícola. La biomasa procedente de estas formaciones requiere un análisis más a fondo para poder determinar su importancia como residuo agrícola para uso energético, puesto que las cantidades que se obtienen de ambos tipos de cultivos leñosos no alcanzan valores muy elevados.

Otra formación que se debe tener en cuenta es la formada por otros tipos de cultivos herbáceos en regadío, que suponen en total casi 36.000 ha y prácticamente el 11% de la superficie agrícola. Estas formaciones tienen su importancia en la posibilidad de utilizar parte de estas tierras como cultivos energéticos con las correspondientes medidas de incentivación por parte de los Organismos pertinentes.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 Introducción

El potencial de biomasa de la provincia de Cádiz se determinará mediante la construcción de un Sistema de Información Geográfico (en adelante SIG) en el que se englobe toda la información referente a producción de biomasa, así como otros múltiples factores que definirán las principales áreas potenciales.

El procedimiento de elaboración del SIG comenzará con la revisión de toda la cartografía temática existente como son los mapas forestales y el inventario forestal nacional.

Se ha llevado a cabo la revisión de la siguiente cartografía:

- Mapa topográfico de Andalucía. Escala 1/10.000.
- Ortofotografía Digital de Andalucía. Escala 1/10.000 con resolución de 1m.
- Mapa de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo de Andalucía de 2003 a escala 1/25.000.

- Mapa Forestal de la provincia de Cádiz.
- II Inventario Forestal Nacional de la provincia de Cádiz.
- Coberturas de los montes públicos existentes en la provincia de Cádiz.



Como ya se ha comprobado en el capítulo anterior, la biomasa es un concepto muy amplio, en el que entran múltiples sistemas vegetales, no obstante, las mayores producciones se encuentran vinculadas a la biomasa forestal.

En este sentido las formaciones vegetales que podemos estudiar para obtener la biomasa forestal son más reducidas, estando formadas principalmente por las masas forestales sobre las que históricamente se ha llevado un aprovechamiento forestal en el monte mediterráneo, y que por lo tanto, han generado grandes cantidades de residuo forestal, producto cuya eliminación ha condicionado hasta la fecha actual la mayor parte de los presupuestos de los proyectos de aprovechamiento forestal, por llevar implícitos unos elevados costes de trituración o quema.

A continuación se desarrollarán las principales hipótesis que se tendrán en cuenta en este Estudio para la determinación de las áreas potenciales.

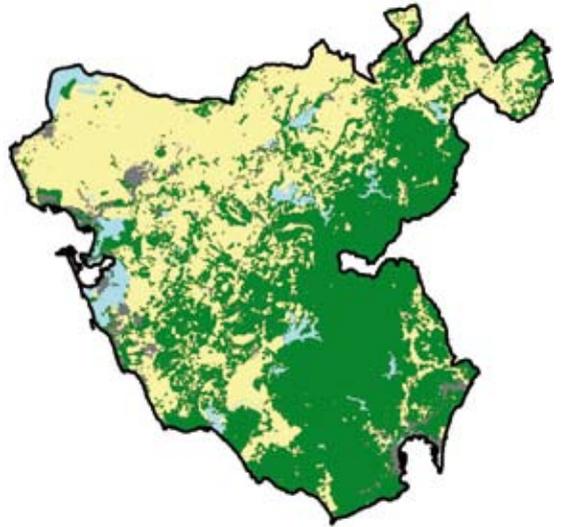
2.4.2 Factores condicionantes para la determinación de las áreas potenciales de biomasa forestal

El ámbito territorial del presente Estudio se corresponde con los límites de la provincia de Cádiz. Las principales áreas forestales se encuentran distribuidas por la mitad suroriental de la provincia, ocupadas en su mayor parte por el espacio protegido denominado Parque Natural Sierra de los Alcornocales, y en menor medida en el Parque Natural La Breña y Marismas de Barbate y el Parque Natural Sierra de Grazalema.

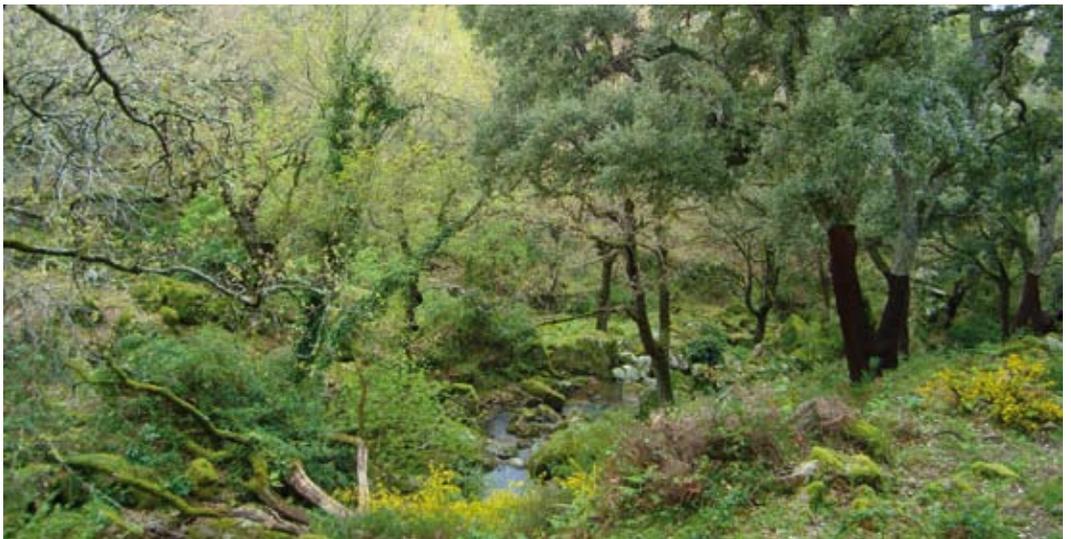
El Parque Natural de Los Alcornocales es un Parque Natural declarado por el Parlamento de Andalucía en 1989. Comprende una gran franja con orientación sur-norte entre la zona costera de Tarifa, en el mismo Estrecho

de Gibraltar, hasta las sierras del interior, en los municipios de Cortes de la Frontera, Ubrique y El Bosque. Con una superficie 167.767 ha, es uno de los Parques Naturales más grandes de España.

El parque se caracteriza por el bosque de alcornoque más extenso de España y uno de los más grandes del mundo, en un magnífico estado de conservación aunque manteniendo el aprovechamiento humano del corcho. A diferencia de los montes alcornocales de otras latitudes donde la espesura es baja, en esta zona los árboles forman auténticos bosques acompañados de una rica y variada vegetación arbustiva y herbácea en íntima conexión, que asegura la regeneración natural del bosque, una buena mezcla de edades, y una biodiversidad florística y faunística muy elevada.



Pero, además de alcornocales, el Parque tiene representadas otras masas forestales importantes tanto cualitativa como cuantitativamente. Merecen destacarse los bosques de quejigos o robles andaluces, relictos de épocas pasadas que conforman bosques de indescriptible belleza, donde la humedad ambiental y edáfica es la protagonista, con los troncos y ramas colonizados por líquenes, musgos, helechos epífitos y algunas plantas superiores que trepan en busca de la necesaria luz que escasea al nivel de suelo por causa de la elevada densidad de la cubierta y el gran tamaño que alcanzan las hojas de éste árbol. También es normal la presencia de otras especies típicas del bosque mediterráneo, como acebuches, y roble melojo.



El terreno es de sierras relativamente suaves, de hasta 1.000 msnm, con algunos valles encajonados denominados canutos en los que corren pequeños arroyos de montaña, que propician la otra característica fundamental del parque y la comunidad vegetal más relevante desde el punto de vista científico, unos bosques de galería de tipo subtropical o laurisilva que son únicos en la Europa continental, con presencia de laurel, rododendro, avellanillo, durillo, aliso, acompañados por acebo y helecho, sumamente raro en estas latitudes, aunque este tipo de vegetación ocupaba la mayor parte del centro y sur de Europa durante la Era Terciaria. Los Alcornocales cuenta con el honor de poseer en varios de sus canutos el tipo de planta vascular más antigua que vive sobre la tierra, un helecho que únicamente puede encontrarse en varias zonas tropicales del planeta en áreas alejadas varios miles de kilómetros de su ubicación europea.

El Parque Natural de la Breña y Marismas del Barbate se localiza en los municipios de Barbate y Vejér de la Frontera, en la costa atlántica de la provincia de Cádiz (España). Se trata de un parque marítimo-terrestre de 5077 hectáreas, 1152 marinas y 3925 terrestres, que incluye el acantilado de La Breña entre las localidades de Los Caños de Meca y Barbate, con el monte de pinos de su parte superior y la franja marítima a sus pies, así como las marismas del río Barbate, que desemboca en la localidad del mismo nombre.

La zona superior del acantilado está ocupada por un extenso bosque de pino piñonero, procedente de repoblación a finales del siglo XIX, mientras que en el borde se observan especies que soportan mejor los fuertes vientos, como pino carrasco, sabinas y enebros. Dentro del Parque no se localiza ningún asentamiento humano, situándose el pueblo de Barbate muy próximo a su límite este. El recurso principal es la recolección de piñas y piñones, al estar ocupado la mayor parte del espacio por un bosque de pino piñonero.



El Parque Natural Sierra de Grazalema se localiza entre las provincias de Cádiz y Málaga con una extensión de 51.695 ha en la zona más occidental de la Cordillera Bética.

Esta serranía gaditana se levanta entre los 600 y 1600 ms. sobre los valles y depresiones circundantes. Es una zona de agrestes relieves, con valles de paredes verticales como la Garganta Verde, cuya profundidad alcanza los 400 m.

A pesar de la presencia del hombre desde épocas remotas, la sierra conserva una importante masa de vegetación natural típicamente mediterránea: encinas, alcornocos, quejigos, algarrobos y acebuches. En la umbría de la Sierra del Pinar se localiza un magnífico bosque de pinsapos, el mejor conservado en la actualidad de este abeto exclusivo de la Serranía de Ronda.



Una vez analizada la situación de las principales masas forestales de la provincia de Cádiz, procederemos a analizar los parámetros más importantes para la elección de estas masas como fuente de biomasa forestal.

Disponibilidad del recurso

Se trata de uno de los condicionantes más importantes a la hora de determinar cuáles serán las especies que generarán la biomasa forestal que podrá ser utilizada con fines energéticos.

En este sentido, por todo lo expuesto en párrafos anteriores, las masas de pinares y de quercíneas tanto de fincas de propiedad privada como pública, suponen un recurso abundante y muy localizado geográficamente, lo que favorece la gestión de esta biomasa forestal, permitiendo a este parámetro por sí sólo establecer un primera aproximación a las áreas potenciales de biomasa forestal de la provincia.

En cuanto a la titularidad de los terrenos, que en principio para este factor de disponibilidad del recurso no tiene mayor relevancia en principio, al considerar aspectos de carácter más social, sí que resulta de interés diferenciar entre las masas de titularidad pública y las de titularidad privada. En particular, adquieren una mayor importancia las masas situadas en fincas de titularidad pública, puesto que generalmente se trata de fincas de gran superficie, con enormes existencias de las especies más representativas para la obtención de biomasa forestal.



Poder calorífico

El poder calorífico expresa la energía máxima que puede liberar la unión química entre un combustible y el comburente. La magnitud del poder calorífico puede variar según como se mida. Según la forma de medir se utiliza la expresión poder calorífico superior (abreviadamente, PCS) para el calor verdaderamente producido en la reacción de combustión y poder calorífico inferior (abreviadamente, PCI) para el calor realmente aprovechable, el producido sin aprovechar la energía de la condensación del agua y otros procesos de pequeña importancia.

Este factor por sí sólo no dispone del suficiente peso para determinar cuales especies van a ser seleccionadas para la obtención de biomasa forestal, no obstante, los valores de poder calorífico de las especies que estamos tratando nos aportarán nuevos elementos de estudio para la definición de las áreas potenciales de biomasa forestal de la provincia de Cádiz.

Los valores de PCI de las especies forestales se han obtenido de varios artículos científicos, si bien, por la cercanía geográfica se han obtenido de Pérez et al (2006) , en la que determinaron mediante ensayos los valores que se muestran en la siguiente tabla:

ESPECIE	PCI (Kcal/Kg)
<i>PINUS PINEA</i>	3.084,28
<i>PINUS PINASTER</i>	3.212,04
<i>QUERCUS ILEX</i>	2.920,16
<i>QUERCUS SUBER</i>	3.252,09
<i>EUCALIPTUS SPP.</i>	3.060,00

Parámetros socioeconómicos

Dentro de estos parámetros socioeconómicos se han considerado como más importantes aquellos que se refieren a la creación de empleo y a la valorización de las zonas rurales forestales.

Otro aspecto importante que acompaña a la determinación de las áreas potenciales en estas zonas de sierra radica en la valorización que se realiza de unos recursos que nunca han tenido valor económico, en todo caso, han supuesto unos costes de eliminación muy elevados, que han llevado a no llevar a cabo en muchas ocasiones los trabajos necesarios para mantener las formaciones forestales de eucaliptares y pinares en densidades adecuadas para permitir su paulatina sustitución por especies propias del monte mediterráneo.

En este sentido, el auge que está experimentando el uso de la biomasa como combustible, bien de forma directa o bien tras sufrir un proceso de transformación (astillas, pellets, virutas, briquetas...), puede suponer para las poblaciones que disponen del recurso en sus sierras una dinamización de su economía rural, fomentando la creación de empleos para la obtención de los mismos.

2.4.3 Elección de las especies forestales

A lo largo del apartado anterior se han descrito los principales parámetros que se han tenido en cuenta para la determinación de las especies forestales que se estudiarán para su explotación como biomasa forestal.

No se han considerado en este estudio las superficies de matorral a pesar de que ocupan una superficie importante en la provincia, sin embargo, su baja productividad y su gran dispersión así como las dificultades logísticas en su recogida, aconsejan que no sean consideradas como recurso para la obtención de biomasa forestal.



Por lo tanto, las especies forestales que se tendrán en cuenta para la determinación de las áreas potenciales serán: *Pinus pinea*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Quercus ilex*, *Quercus suber*, y *Quercus faginea*, aunque se tendrá en cuenta la presencia puntual de *Eucaliptus globulus* y *Eucaliptus camaldulensis*.

2.4.4 Procedimiento para la determinación de áreas potenciales a partir del inventario forestal nacional

El Inventario Forestal Nacional es un proyecto encaminado a obtener el máximo de información posible sobre la situación, régimen de propiedad y protección, naturaleza, estado legal, probable evolución y capacidad productora de todo tipo de bienes de los montes españoles.

En este trabajo la unidad básica es la provincia y, al tratarse de un inventario continuo, se van repitiendo las mismas mediciones cada 10 años, recorriéndose todo el territorio nacional en cada ciclo decenal.

En una primera aproximación al estudio de estas coberturas se procedió a comprobar la propiedad de los terrenos de la provincia de Cádiz. En este sentido el IFN2 de la provincia de Cádiz distingue entre las siguientes clases de propiedad:

TIPO DE PROPIEDAD	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
<i>MONTES DEL ESTADO O DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS</i>	22.136,87	2,96
<i>MONTES DE UP NO CONSORCIADOS NI CONVENIDOS</i>	33.433,88	4,47
<i>MONTES DE UP CONSORCIADOS O CONVENIDOS</i>	7.056,07	0,94
<i>MONTES DE LIBRE DISPOSICIÓN O DE LAS DIPUTACIONES CONSORCIADOS O CONVENIDOS</i>	145,43	0,02
<i>MONTES DE PARTICULARES CONSORCIADOS O CONVENIDOS</i>	2.565,68	0,34
<i>MONTES DE PARTICULARES NO CONSORCIADOS NI CONVENIDOS</i>	682.511,12	91,26

Del análisis de estas superficies se aprecia que prácticamente la totalidad de la superficie de la provincia es de propiedad particular, mientras que los montes de titularidad pública suponen algo más del 8% del territorio. No obstante, como se ha mencionado en los apartados anteriores, su importancia para la obtención de la biomasa forestal en la provincia es enorme, puesto que están ocupadas principalmente por las masas forestales de pinares más importantes.

Posteriormente se realizó la comprobación de la estructura que presentaba la información de las tablas de las coberturas del IFN2 en relación con las especies existentes en la provincia y los usos que presenta de conformidad con el código del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos. El análisis de esta información permite localizar geográficamente los distintos tipos de masas existentes en la provincia, incluyendo los porcentajes de ocupación de cada especie, el estado forestal de la masa y la cobertura de copas.

Toda esta información ha permitido obtener una serie de coberturas para cada una de las especies forestales que se seleccionaron en el apartado anterior para obtener la biomasa forestal. Esta información se presentará más adelante en el epígrafe de resultados.

2.4.5 Cálculo de las áreas potenciales forestales

La definición de las áreas potenciales de la provincia de Cádiz vendrán definidas por la cantidad de biomasa que puede extraerse de una zona determinada, esto es, se utilizará como unidad de medida las toneladas de madera. Además, en principio se tendrán en cuenta varias definiciones de biomasa potencial en función de su nivel de utilización.

Se considerará la biomasa potencial total de la provincia, es decir, el total de biomasa forestal



existente, se trata por lo tanto, de conocer cuál es la cantidad total de biomasa que existe en la provincia.

Más adelante, se tendrán en cuenta los condicionantes medioambientales que afectan al aprovechamiento forestal, de forma que se establezcan unos factores de corrección sobre la cantidad de biomasa potencial total, pasando a denominarse biomasa potencial utilizable, la cual nos permitirá tener una visión más real del aprovechamiento que se puede llevar a cabo sobre las especies forestales de la provincia de Cádiz. Se debe tener en cuenta que para este estudio se está abarcando un territorio muy amplio, por lo que para poder definir valores más reales de existencias de biomasa forestal se deberían realizar estudios a menor escala.

Biomasa potencial

Una vez estudiadas las coberturas de las formaciones forestales existentes para esta provincia, para la determinación de la biomasa potencial se considerará el Segundo Inventario Forestal Nacional, debido principalmente a que la información que se puede extraer de la misma resulta más completa para el objetivo que estamos buscando y se puedan llevar a cabo los cálculos necesarios para determinar la biomasa forestal.

Se utilizarán como base de este cálculo las coberturas de la ubicación de las parcelas del Segundo Inventario Forestal Nacional, en adelante IFN2.

El procedimiento seguido comienza con la criba de estas parcelas, de forma que se tengan en cuenta exclusivamente aquellas en las que hay presencia de especies forestales.

Posteriormente se realiza el filtrado de estos datos, de manera que para el cálculo de las áreas potenciales se pudieran separar correctamente las distintas especies forestales seleccionadas para su análisis en este estudio, las ya mencionadas tres especies de pino, que son el pino piñonero, pino negral y pino carrasco, las quercíneas compuestas por encina, alcornoque y quejigo, y los eucaliptos blanco y rojo.

Paralelamente se procesa toda la información detallada en las tablas de datos del IFN2 relativas a los estadillos de campo. La documentación que se puede obtener de este amplio trabajo se muestra en la siguiente tabla:

NOMBRE FICHERO	DESCRIPCIÓN
<i>DATESXX.DBF</i>	Tabla de identificación-clasificación-estimación de la edad-especies-parámetros complementarios-fisiografía de la parcela para una provincia.
<i>MATORRXX.DBF</i>	Tabla de dendrometría (pies menores) para una provincia.
<i>PIESMEXX.DBF</i>	Tabla de dendrometría (pies menores) para una provincia.
<i>PIESMAXX.DBF</i>	Tabla de dendrometría (pies mayores) para una provincia.
<i>TIPOSXXX.DBF</i>	Tabla de dendrometría (árboles tipos) para una provincia.
Ficheros generados en el proceso de datos, para pasar desde valores por árbol a valores por hectárea y estrato	
<i>IFL00BD</i>	Aparecen para cada uno de los árboles de la parcela, los valores modulares calculados con las tarifas y ecuaciones que se aplicaron en cada caso (ver publicación provincial correspondiente). Los valores de volumen se expresan en decímetros cúbicos y los areales en metro cuadrado. Los valores que se consideran son: Volumen con Corteza (VCC), Volumen sin Corteza (VSC), Incremento anual del VCC (IAVC), Volumen de Leñas (VLE) y Área Basimétrica (AB).
<i>IFL03BD</i>	Son los mismos valores modulares, agrupados en cada estadillo por especie y clase diamétrica y extendidos a la hectárea. Los valores de volumen están en m ³ /ha.
<i>IFL04BD</i>	Valores agrupados por estrato, especie y clase diamétrica de los mismos valores modulares, extendidos a la hectárea y con los totales y varianza para cada especie y estrato.

De todas estas tablas se atenderá preferentemente a los datos ofrecidos por la tabla IFL03BD en la que se pueden encontrar los valores de volúmenes por superficie, en este caso se considera la hectárea como unidad.

La combinación mediante los Sistemas de Información Geográfica (SIG) de toda esta información permite obtener una cobertura de puntos correspondientes con las parcelas donde se encuentran las distintas

especies forestales. A continuación, mediante el cálculo realizado por este software para la creación de polígonos Thiessen se pueden generar coberturas que contengan toda la información desarrollada en las tablas mencionadas anteriormente.

Una vez completados estos pasos se finaliza la obtención de los valores de biomasa potencial considerando los valores aproximados de densidad de la madera para las distintas especies obtenidos de bibliografía especializada.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VERNÁCULO	DENSIDAD
<i>PINUS PINEA</i>	Pino piñonero	590 kg/m ³
<i>PINUS PINASTER</i>	Pino negral	540 kg/m ³
<i>PINUS HALEPENSIS</i>	Pino carrasco	500 kg/m ³
<i>QUERCUS ILEX</i>	Encina	1000 kg/m ³
<i>QUERCUS SUBER</i>	Alcornoque	1000 kg/m ³
<i>QUERCUS FAGINEA</i>	Quejigo	1000 kg/m ³
<i>EUCALIPTUS GLOBULUS</i>	Eucalipto blanco	785 kg/m ³
<i>EUCALIPTUS ROSTRATA</i>	Eucalipto rojo	750 kg/m ³

Considerando estos valores en el cálculo de la biomasa forestal se obtiene finalmente mediante el análisis espacial que ofrecen los SIG los mapas definitivos de biomasa potencial de las principales especies forestales, así como el valor total para la provincia de Cádiz.

Por último, se debe considerar para la determinación de la cantidad total de la biomasa de la provincia que los cálculos de cubicación empleados en el IFN2 tan sólo tiene en cuenta el volumen de las trozas de madera sin considerar toda la biomasa que queda en las copas. Su cuantificación se llevará a cabo mediante la utilización de coeficientes de mayoración.



Estos coeficientes pueden suponer un aumento considerable de la biomasa calculada, principalmente para las masas de pino piñonero donde las copas tienen un gran volumen, mientras que en los eucaliptares estos valores apenas supondrán un ligero aumento de su peso. Las estimaciones que se tendrán en cuenta provienen de la experiencia en campo de la realización de aprovechamientos forestales en los últimos años por parte de Ingecor Agroforestal. Estos valores se indican en la siguiente tabla:

ESPECIE	COEFICIENTE DE MAYORACIÓN
<i>PINUS PINEA</i>	1,70
<i>PINUS PINASTER</i>	1,50
<i>PINUS HALEPENSIS</i>	1,50
<i>QUERCUS ILEX</i>	1,25
<i>QUERCUS SUBER</i>	1,25
<i>QUERCUS FAGINEA</i>	1,25
<i>EUCALIPTUS GLOBULUS</i>	1,10
<i>EUCALIPTUS ROSTRATA</i>	1,10

2.5 RESULTADOS

A lo largo de este apartado se presentarán los resultados obtenidos del cálculo de las áreas potenciales de biomasa forestal de la provincia de Cádiz desarrollados en páginas anteriores.

Considerando en primer lugar los valores totales para todo el territorio de la provincia de Cádiz, la cantidad de biomasa forestal potencial asciende a 5.810.844,21 toneladas. Esta cifra como ya se ha comentado anteriormente se corresponde con la cantidad total de biomasa procedente de las especies forestales englobadas en este estudio, aplicándoles su correspondiente coeficiente de mayoración, sin atender a ningún criterio de extracción medioambiental, es decir, se trata de toda la biomasa existente en la provincia de acuerdo con los datos extraídos del Segundo Inventario Forestal Nacional.

NOMBRE CIENTÍFICO	SUPERFICIE (ha)	biomasa (TN)	
<i>PINUS PINEA (Pino piñonero)</i>	10.309,90	355.628,12	6,12%
<i>PINUS PINASTER (Pino negral)</i>	1.146,24	9.683,13	0,17%
<i>PINUS HALEPENSIS (Pino carrasco)</i>	581,77	8.383,62	0,14%
<i>EUCALIPTUS GLOBULUS (Eucalipto blanco)</i>	1.153,68	34.795,21	0,60%
<i>EUCALIPTUS ROSTRATA (Eucalipto rojo)</i>	1.323,12	45.433,65	0,78%
<i>QUERCUS ILEX (Encina)</i>	33.004,69	777.969,56	13,39%
<i>QUERCUS SUBER (Alcornoque)</i>	105.086,02	4.400.843,31	75,74%
<i>QUERCUS FAGINEA (Quejigo)</i>	4.193,06	178.107,61	3,07%
TOTAL	156.798,48	5.810.844,21	

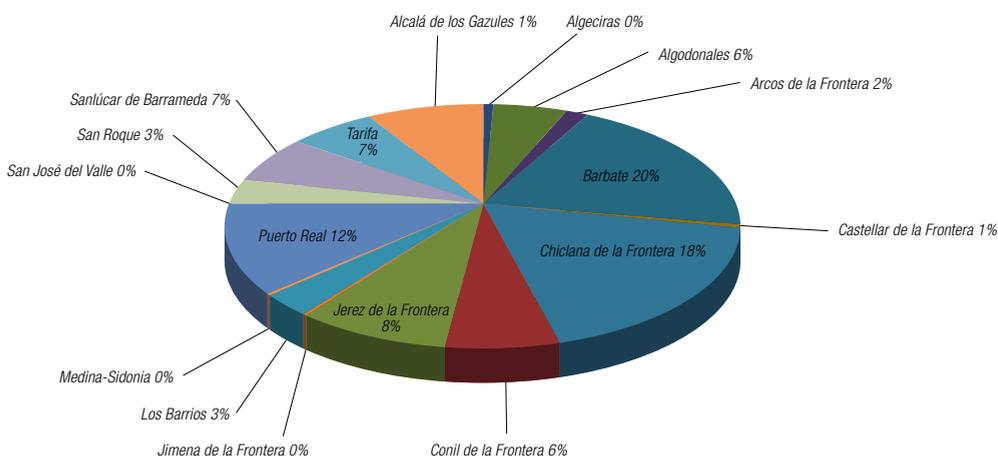
Como se puede observar de la anterior tabla, la biomasa aportada por los alcornoques supone el 75% del total, mientras que las tres especies del género *Pinus* suponen algo más del 6%. En cuanto a los eucaliptos, su presencia es testimonial y apenas superan el 1% del total.

Toda esta biomasa se encuentra localizada principalmente en el núcleo del espacio natural protegido de Los Alcornocales.

Para situar de una forma más aproximada la localización de las principales áreas productoras de biomasa de la provincia será necesario el cruce de esta información con los límites municipales.

PINUS PINEA (PINO PIÑONERO)

Se comenzará analizando los resultados para la especie *Pinus pinea*, que con 355.628,12 toneladas supone la principal especie en importancia por cantidad de biomasa potencial en la provincia para el género *Pinus*.



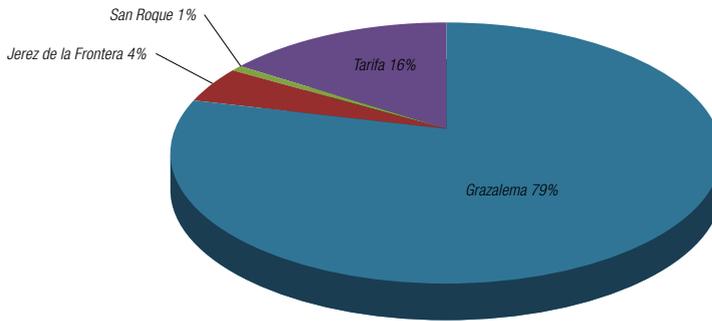
A continuación se muestran los datos de origen de este gráfico para poder analizar las cantidades obtenidas:

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
ALCALA DE LOS GAZULES	278,74	2.300,89
ALGECIRAS	16,67	91,82
ALGODONALES	788,46	19.635,06
ARCOS DE LA FRONTERA	43,91	6.202,96
BARBATE	2.487,92	70.325,15
CASTELLAR DE LA FRONTERA	119,28	2.192,72
CHICLANA DE LA FRONTERA	1.187,22	62.739,49
CONIL DE LA FRONTERA	790,46	21.303,84
JEREZ DE LA FRONTERA	583,17	28.479,53

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
JIMENA DE LA FRONTERA	22,79	187,46
LOS BARRIOS	393,41	10.710,04
MEDINA-SIDONIA	48,94	363,22
PUERTO REAL	587,56	42.389,30
SAN JOSE DEL VALLE	0,80	113,17
SAN ROQUE	983,57	11.021,10
SANLUCAR DE BARRAMEDA	523,89	23.886,39
TARIFA	799,38	23.180,46
VEJER DE LA FRONTERA	653,75	30.505,52
TOTAL	10.309,90	355.628,12

PINUS PINASTER (PINO NEGRAL)

La siguiente especie en importancia por cantidad de biomasa potencial entre los pinos es el *Pinus pinaster* con apenas 9.683,13 toneladas. No obstante, se considerará para este estudio puesto que su explotación se contempla en cualquier planificación, principalmente integrado en los trabajos de prevención de incendios forestales.



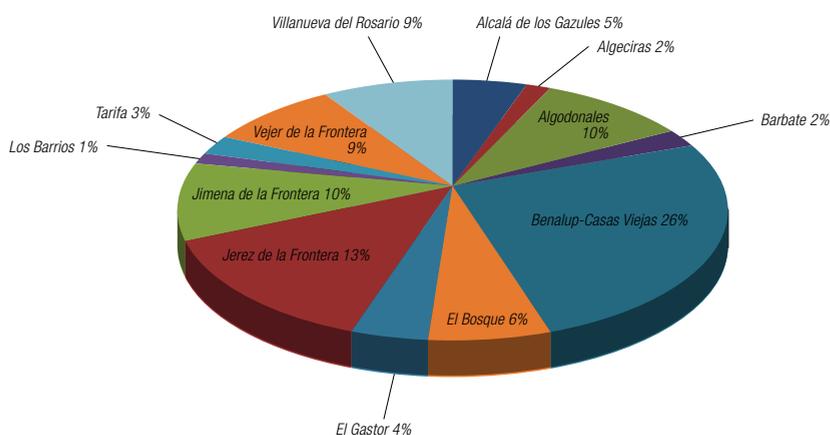
A continuación se muestran los datos de origen de este gráfico para poder analizar las cantidades obtenidas:

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
<i>GRAZALEMA</i>	267,87	7.645,94
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	77,37	431,14

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
<i>SAN ROQUE</i>	12,40	84,18
<i>TARIFA</i>	224,13	1.521,87
TOTAL	581,77	9.683,13

PINUS HALEPENSIS (PINO CARRASCO)

La última de las especies de pino con presencia significativa en la provincia es el *Pinus halepensis*, con apenas 8.383,62 toneladas algo menos que la anterior especie aunque en mayor superficie ocupada. Al igual que con el pino negral su consideración en este estudio se debe a que su aprovechamiento está contemplado en cualquier planificación forestal.



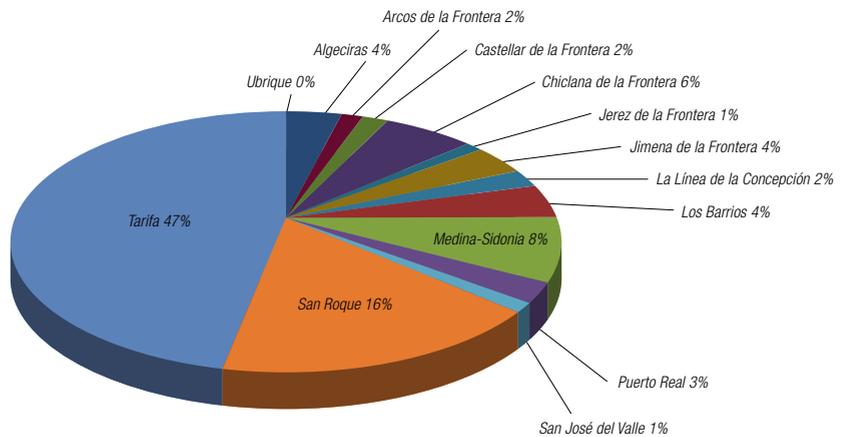
A continuación se muestran los datos de origen de este gráfico para poder analizar las cantidades obtenidas:

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
ALCALA DE LOS GAZULES	26,55	431,82
ALGECIRAS	18,73	139,89
ALGODONALES	169,51	851,79
BARBATE	28,01	202,82
BENALUP - CASAS VIEJAS	290,24	2.165,90
EL BOSQUE	100,11	503,43
EL GASTOR	63,37	318,42

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
JEREZ DE LA FRONTERA	68,66	1.116,70
JIMENA DE LA FRONTERA	49,67	807,79
LOS BARRIOS	7,32	119,09
TARIFA	28,57	213,38
VEJER DE LA FRONTERA	143,41	748,36
VILLALUENGA DEL ROSARIO	152,09	764,23
TOTAL	1.146,24	8.383,62

EUCALIPTUS GLOBULUS (EUCALIPTO BLANCO)

En primer lugar se presentarán los resultados para la especie *Eucalyptus globulus*, que tiene unas existencias de 34.795,21 toneladas.



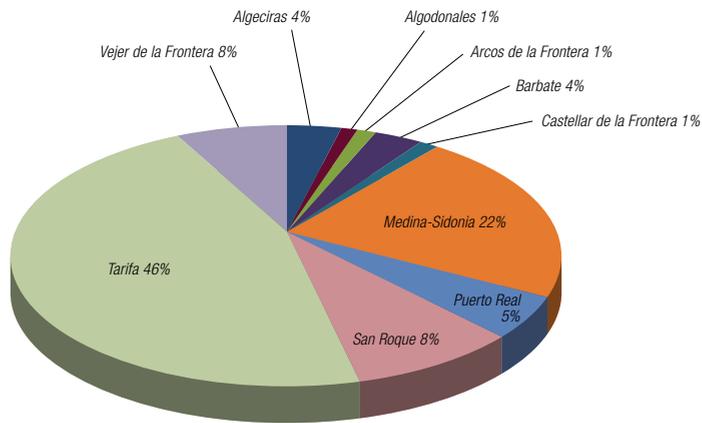
A continuación se muestran los datos de origen de este gráfico para poder analizar las cantidades obtenidas:

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
ALGECIRAS	39,21	1.345,20
ARCOS DE LA FRONTERA	59,41	487,05
CASTELLAR DE LA FRONTERA	19,00	652,01
CHICLANA DE LA FRONTERA	49,92	2.224,55
JEREZ DE LA FRONTERA	47,18	386,78
JIMENA DE LA FRONTERA	39,53	1.356,45
LA LINEA DE LA CONCEPCIÓN	22,33	766,13

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
LOS BARRIOS	43,22	1.482,90
MEDINA-SIDONIA	62,20	2.772,01
PUERTO REAL	74,53	833,29
SAN JOSE DEL VALLE	53,64	439,77
SAN ROQUE	166,14	5.700,40
TARIFA	476,20	16.339,13
UBRIQUE	1,16	9,54
TOTAL	1.153,68	34.795,21

EUCALIPTUS ROSTRATA (EUCALIPTO ROJO)

Mayores son las existencias de la segunda especie de eucalipto estudiada, el *Eucaliptus rostrata*, con 45.433,65 toneladas.



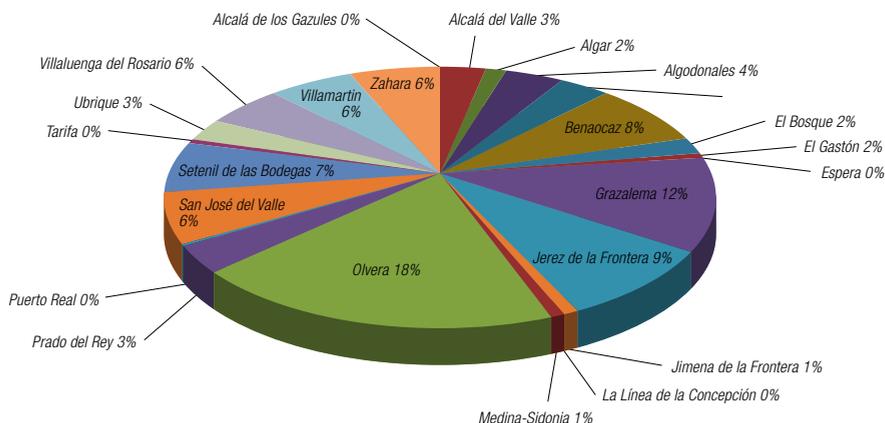
A continuación se muestran los datos de origen de este gráfico para poder analizar las cantidades obtenidas:

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
<i>ALGECIRAS</i>	41,47	1.643,60
<i>ALGODONALES</i>	49,38	544,30
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	12,63	581,24
<i>BARBATE</i>	34,25	1.576,04
<i>CASTELLAR DE LA FRONTERA</i>	90,24	611,55

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
<i>MEDINA-SIDONIA</i>	272,32	10.016,98
<i>PUERTO REAL</i>	107,49	2.296,54
<i>SAN ROQUE</i>	80,45	3.843,22
<i>TARIFA</i>	558,56	20.808,73
<i>VEJER DE LA FRONTERA</i>	76,32	3.511,45
TOTAL	1.323,12	45.433,65

QUERCUS ILEX (ENCINA)

Por último se analizarán las especies que presentan los mayores valores de biomasa potencial, que no son otras que las quercíneas. En primer lugar se comprobarán cuáles son los municipios con las mayores distribuciones de esta biomasa para *Quercus ilex*, cuyas existencias ascienden a 777.969,56 toneladas.



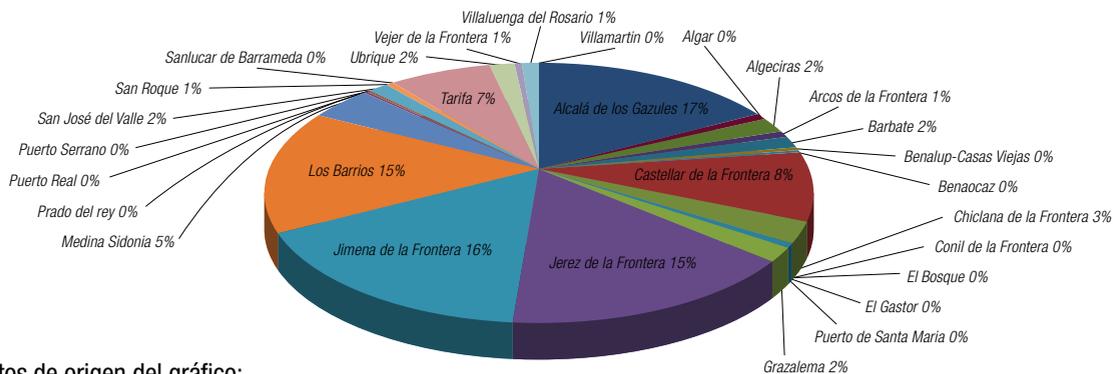
A continuación se muestran los datos de origen de este gráfico para poder analizar las cantidades obtenidas:

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
ALCALA DE LOS GAZULES	17,88	272,02
ALCALA DEL VALLE	694,63	23.555,36
ALGAR	788,79	11.972,94
ALGODONALES	1.891,19	31.652,81
ARCOS DE LA FRONTERA	1.758,73	26.223,16
BENAOCAZ	3.056,36	64.269,31
EL BOSQUE	1.099,99	17.083,08
EL GASTOR	99,13	1.708,79
ESPERA	37,13	434,99
GRAZALEMA	4.044,80	90.487,99
JEREZ DE LA FRONTERA	2.089,43	67.112,89
JIMENA DE LA FRONTERA	74,57	6.437,89

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
LA LINEA DE LA CONCEPCION	2,22	191,65
MEDINA-SIDONIA	411,38	5.293,89
OLVERA	3.481,14	143.123,92
PRADO DEL REY	952,73	26.254,19
PUERTO REAL	77,71	1.000,00
SAN JOSE DEL VALLE	3.253,19	48.610,60
SETENIL DE LAS BODEGAS	1.645,13	50.937,38
TARIFA	33,45	2.887,95
UBRIQUE	1.861,51	20.882,23
VILLALUENGA DEL ROSARIO	1.593,77	42.809,78
VILLAMARTIN	1.217,71	45.073,84
ZAHARA	2.822,12	49.692,90
TOTAL	33.004,69	777.969,56

QUERCUS SUBER (ALCORNOCHE)

La especie *Quercus suber* presenta las mayores existencias de biomasa potencial de 4.400.843,31 toneladas de la provincia, destacando por encima del resto de especies forestales, lo que era de esperar en vista de que es la formación vegetal más abundante de todo el territorio.



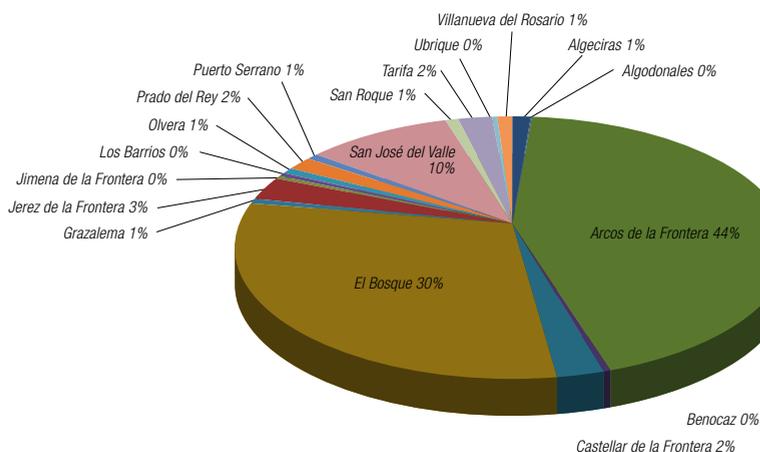
Datos de origen del gráfico:

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
ALCALA DE LOS GAZULES	17.342,58	759.264,81
ALGAR	264,69	11.630,03
ALGECIRAS	1.139,48	103.984,40
ARCOS DE LA FRONTERA	2.000,42	29.976,15
BARBATE	1.567,83	76.586,36
BENALUP - CASAS VIEJAS	147,32	8.348,19
BENAOCAZ	403,89	14.180,88
CASTELLAR DE LA FRONTERA	10.677,48	373.567,69
CHICLANA DE LA FRONTERA	2.110,94	118.255,62
CHIPIONA	72,45	2.231,34
CONIL DE LA FRONTERA	348,03	21.563,89
EL BOSQUE	13,75	1.105,21
EL GASTOR	11,97	467,34
EL PUERTO DE SANTA MARIA	16,78	516,67
GRAZALEMA	1.689,58	73.691,95

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
JEREZ DE LA FRONTERA	15.492,30	661.214,02
JIMENA DE LA FRONTERA	14.564,16	698.401,12
LOS BARRIOS	16.383,68	680.744,45
MEDINA-SIDONIA	7.574,52	200.962,84
PRADO DEL REY	346,77	6.316,93
PUERTO REAL	5,78	8,82
PUERTO SERRANO	1,94	75,64
SAN JOSE DEL VALLE	2.011,04	68.251,17
SAN ROQUE	870,62	24.445,75
SANLUCAR DE BARRAMEDA	76,06	2.342,55
TARIFA	6.188,20	307.709,53
UBRIQUE	1.528,15	77.044,48
VEJER DE LA FRONTERA	910,51	22.388,92
VILLALUENGA DEL ROSARIO	1.150,54	51.781,74
VILLAMARTIN	174,59	3.784,82
TOTAL	105.086,02	4.400.843,31

QUERCUS FAGINEA (QUEJIGO)

Por último se analizará la especie *Quercus faginea*, cuyas existencias ascienden a 178.107,61 toneladas.



Datos de origen del gráfico:

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
ALGECIRAS	111,56	2.364,51
ALGODONALES	65,15	117,19
ARCOS DE LA FRONTERA	1.857,53	77.985,65
BENAOCAZ	1,28	647,68
CASTELLAR DE LA FRONTERA	70,18	4.069,65
EL BOSQUE	409,31	52.858,91
GRAZALEMA	22,19	1.135,60
JEREZ DE LA FRONTERA	135,75	5.580,08
JIMENA DE LA FRONTERA	16,12	384,22

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
LOS BARRIOS	38,84	822,96
OLVERA	47,55	1.106,03
PRADO DEL REY	94,61	3.292,17
PUERTO SERRANO	666,49	1.194,86
SAN JOSE DEL VALLE	317,39	18.211,57
SAN ROQUE	29,14	1.690,09
TARIFA	202,74	4.295,60
UBRIQUE	18,95	415,21
VILLALUENGA DEL ROSARIO	88,31	1.935,63
TOTAL	4.193,06	178.107,61

RESUMEN

Una vez analizadas por separado las distintas especies forestales que contempla este Estudio, se puede comprobar cuales son los municipios con mayores existencias de biomasa potencial forestal, para lo que elaborará la siguiente tabla resumen.

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)	BIOMASA (tn)
ALCALA DE LOS GAZULES	17.665,75	762.269,54
<i>Alcornoque</i>	17.342,58	759.264,81
<i>Encina</i>	17,88	272,02
<i>Pino carrasco</i>	26,55	431,82
<i>Pino piñonero</i>	278,74	2.300,89
ALCALA DEL VALLE	694,63	23.555,36
<i>Encina</i>	694,63	23.555,36
ALGAR	1.053,48	23.602,97
<i>Alcornoque</i>	264,69	11.630,03
<i>Encina</i>	788,79	11.972,94
ALGECIRAS	1.367,11	109.569,42
<i>Alcornoque</i>	1.139,48	103.984,40
<i>Eucalipto blanco</i>	39,21	1.345,20
<i>Eucalipto rojo</i>	41,47	1.643,60
<i>Pino carrasco</i>	18,73	139,89
<i>Pino piñonero</i>	16,67	91,82
<i>Quejigo</i>	111,56	2.364,51
ALGODONALES	2.963,69	52.801,15
<i>Encina</i>	1.891,19	31.652,81
<i>Eucalipto rojo</i>	49,38	544,30
<i>Pino carrasco</i>	169,51	851,79
<i>Pino piñonero</i>	788,46	19.635,06
<i>Quejigo</i>	65,15	117,19
ARCOS DE LA FRONTERA	5.732,63	141.456,21
<i>Alcornoque</i>	2.000,42	29.976,15
<i>Encina</i>	1.758,73	26.223,16
<i>Eucalipto blanco</i>	59,41	487,05
<i>Eucalipto rojo</i>	12,63	581,24
<i>Pino piñonero</i>	43,91	6.202,96
<i>Quejigo</i>	1.857,53	77.985,65
BARBATE	4.118,01	148.690,37
<i>Alcornoque</i>	1.567,83	76.586,36
<i>Eucalipto rojo</i>	34,25	1.576,04
<i>Pino carrasco</i>	28,01	202,82
<i>Pino piñonero</i>	2.487,92	70.325,15
BENALUP - CASAS VIEJAS	437,55	10.514,09
<i>Alcornoque</i>	147,32	8.348,19
<i>Pino carrasco</i>	290,24	2.165,90

BENAOCAZ	3.461,53	79.097,87
<i>Alcornoque</i>	403,89	14.180,88
<i>Encina</i>	3.056,36	64.269,31
<i>Quejigo</i>	1,28	647,68
CASTELLAR DE LA FRONTERA	10.976,18	381.093,62
<i>Alcornoque</i>	10.677,48	373.567,69
<i>Eucalipto blanco</i>	19,00	652,01
<i>Eucalipto rojo</i>	90,24	611,55
<i>Pino piñonero</i>	119,28	2.192,72
<i>Quejigo</i>	70,18	4.069,65
CHICLANA DE LA FRONTERA	3.348,08	183.219,66
<i>Alcornoque</i>	2.110,94	118.255,62
<i>Eucalipto blanco</i>	49,92	2.224,55
<i>Pino piñonero</i>	1.187,22	62.739,49
CHIPIONA	72,45	2.231,34
<i>Alcornoque</i>	72,45	2.231,34
CONIL DE LA FRONTERA	1.138,49	42.867,73
<i>Alcornoque</i>	348,03	21.563,89
<i>Pino piñonero</i>	790,46	21.303,84
EL BOSQUE	1.623,14	71.550,63
<i>Alcornoque</i>	13,75	1.105,21
<i>Encina</i>	1.099,99	17.083,08
<i>Pino carrasco</i>	100,11	503,43
<i>Quejigo</i>	409,31	52.858,91
EL GASTOR	174,47	2.494,55
<i>Alcornoque</i>	11,97	467,34
<i>Encina</i>	99,13	1.708,79
<i>Pino carrasco</i>	63,37	318,42
EL PUERTO DE SANTA MARIA	16,78	516,67
<i>Alcornoque</i>	16,78	516,67
ESPERA	37,13	434,99
<i>Encina</i>	37,13	434,99
GRAZALEMA	6.024,44	172.961,48
<i>Alcornoque</i>	1.689,58	73.691,95
<i>Encina</i>	4.044,80	90.487,99
<i>Pino negral</i>	267,87	7.645,94
<i>Quejigo</i>	22,19	1.135,60
JEREZ DE LA FRONTERA	18.493,85	764.321,14
<i>Alcornoque</i>	15.492,30	661.214,02
<i>Encina</i>	2.089,43	67.112,89
<i>Eucalipto blanco</i>	47,18	386,78
<i>Pino carrasco</i>	68,66	1.116,70
<i>Pino negral</i>	77,37	431,14
<i>Pino piñonero</i>	583,17	28.479,53
<i>Quejigo</i>	135,75	5.580,08

JIMENA DE LA FRONTERA	14.766,84	707.574,93
<i>Alcornoque</i>	14.564,16	698.401,12
<i>Encina</i>	74,57	6.437,89
<i>Eucalipto blanco</i>	39,53	1.356,45
<i>Pino carrasco</i>	49,67	807,79
<i>Pino piñonero</i>	22,79	187,46
<i>Quejigo</i>	16,12	384,22
LA LINEA DE LA CONCEPCION	24,55	957,78
<i>Encina</i>	2,22	191,65
<i>Eucalipto blanco</i>	22,33	766,13
LOS BARRIOS	16.866,47	693.879,44
<i>Alcornoque</i>	16.383,68	680.744,45
<i>Eucalipto blanco</i>	43,22	1.482,90
<i>Pino carrasco</i>	7,32	119,09
<i>Pino piñonero</i>	393,41	10.710,04
<i>Quejigo</i>	38,84	822,96
MEDINA-SIDONIA	8.369,36	219.408,94
<i>Alcornoque</i>	7.574,52	200.962,84
<i>Encina</i>	411,38	5.293,89
<i>Eucalipto blanco</i>	62,20	2.772,01
<i>Eucalipto rojo</i>	272,32	10.016,98
<i>Pino piñonero</i>	48,94	363,22
OLVERA	3.528,68	144.229,95
<i>Encina</i>	3.481,14	143.123,92
<i>Quejigo</i>	47,55	1.106,03
PRADO DEL REY	1.394,11	35.863,29
<i>Alcornoque</i>	346,77	6.316,93
<i>Encina</i>	952,73	26.254,19
<i>Quejigo</i>	94,61	3.292,17
PUERTO REAL	853,06	46.527,95
<i>Alcornoque</i>	5,78	8,82
<i>Encina</i>	77,71	1.000,00
<i>Eucalipto blanco</i>	74,53	833,29
<i>Eucalipto rojo</i>	107,49	2.296,54
<i>Pino piñonero</i>	587,56	42.389,30
PUERTO SERRANO	668,43	1.270,50
<i>Alcornoque</i>	1,94	75,64
<i>Quejigo</i>	666,49	1.194,86
SAN JOSE DEL VALLE	5.636,06	135.626,28
<i>Alcornoque</i>	2.011,04	68.251,17
<i>Encina</i>	3.253,19	48.610,60
<i>Eucalipto blanco</i>	53,64	439,77
<i>Pino piñonero</i>	0,80	113,17
<i>Quejigo</i>	317,39	18.211,57
SAN ROQUE	2.142,32	46.784,74

<i>Alcornoque</i>	870,62	24.445,75
<i>Eucalipto blanco</i>	166,14	5.700,40
<i>Eucalipto rojo</i>	80,45	3.843,22
<i>Pino negral</i>	12,40	84,18
<i>Pino piñonero</i>	983,57	11.021,10
<i>Quejigo</i>	29,14	1.690,09
SANLUCAR DE BARRAMEDA	599,95	26.228,94
<i>Alcornoque</i>	76,06	2.342,55
<i>Pino piñonero</i>	523,89	23.886,39
SETENIL DE LAS BODEGAS	1.645,13	50.937,38
<i>Encina</i>	1.645,13	50.937,38
TARIFA	8.511,23	376.956,65
<i>Alcornoque</i>	6.188,20	307.709,53
<i>Encina</i>	33,45	2.887,95
<i>Eucalipto blanco</i>	476,20	16.339,13
<i>Eucalipto rojo</i>	558,56	20.808,73
<i>Pino carrasco</i>	28,57	213,38
<i>Pino negral</i>	224,13	1.521,87
<i>Pino piñonero</i>	799,38	23.180,46
<i>Quejigo</i>	202,74	4.295,60
UBRIQUE	3.409,77	98.351,46
<i>Alcornoque</i>	1.528,15	77.044,48
<i>Encina</i>	1.861,51	20.882,23
<i>Eucalipto blanco</i>	1,16	9,54
<i>Quejigo</i>	18,95	415,21
VEJER DE LA FRONTERA	1.783,99	57.154,25
<i>Alcornoque</i>	910,51	22.388,92
<i>Eucalipto rojo</i>	76,32	3.511,45
<i>Pino carrasco</i>	143,41	748,36
<i>Pino piñonero</i>	653,75	30.505,52
VILLALUENGA DEL ROSARIO	2.984,71	97.291,38
<i>Alcornoque</i>	1.150,54	51.781,74
<i>Encina</i>	1.593,77	42.809,78
<i>Pino carrasco</i>	152,09	764,23
<i>Quejigo</i>	88,31	1.935,63
VILLAMARTIN	1.392,30	48.858,66
<i>Alcornoque</i>	174,59	3.784,82
<i>Encina</i>	1.217,71	45.073,84
ZAHARA	2.822,12	49.692,90
<i>Encina</i>	2.822,12	49.692,90
TOTAL GENERAL	156.798,48	5.810.844,21

De la tabla resultante se observa que los municipios con mayores existencias de biomasa potencial se corresponden con los pertenecientes al Parque Natural de Los Alcornocales, ubicación lógica de acuerdo con los mapas de vegetación de la provincia.

2.6 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la determinación de las áreas potenciales de biomasa forestal permiten determinar unas primeras conclusiones teniendo en cuenta que en estos resultados no se ha tenido en cuenta ningún factor medioambiental limitante a la hora de la extracción de esta materia prima.

En cuanto a las conclusiones que se pueden obtener de esta primera fase del estudio, destacan las siguientes:

- La principal zona productora de biomasa forestal de la provincia de Cádiz se encuentra ubicada zona de influencia del Parque Natural de Los Alcornocales. No obstante, se deben destacar las pequeñas masas forestales existentes en otros municipios con presencia de pinares de pino piñonero y eucaliptares de eucalipto rojo por sus importantes cantidades de biomasa.
- El mayor porcentaje de biomasa forestal está formado por las masas de alcornocal, con el 75% del total, debido a que se trata de la especie con mayor representación de la provincia. Le sigue en cantidad la encina con algo más del 13% y el pino piñonero con el 6%.
- La presencia de pino piñonero se concentra en las áreas costeras donde se realizaron en su día estas plantaciones artificiales. Los municipios donde es más abundante son Barbate, Chiclana de la Frontera, Puerto Real y Vejer de la Frontera. Estos datos se deben considerar teniendo en cuenta que las mayores producciones no se encuentran en zona forestal de la provincia, por lo que se deberán tener en cuenta para no aumentar en demasía los hipotéticos costes de transporte de esta materia prima.
- En cuanto a la presencia de las especies de eucalipto las mayores existencias se encuentran en el municipio de Tarifa. No obstante la superficie total de estas plantaciones es muy pequeña, de apenas 2.600 ha, estando distribuidas en pequeñas plantaciones, lo que supone unos aspectos negativos para plantear el aprovechamiento conjunto de esta especie.

3

DETERMINACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES DE PRODUCCIÓN DE BIOMASA RESIDUAL AGRÍCOLA

3.1 INTRODUCCIÓN

Se incluyen en esta denominación todos los residuos que se generan directamente en el campo tras la cosecha del producto. Se distinguen de los residuos de industrias agrícolas ya que estos se generan en la industria donde se procesa el cultivo.

Dependiendo del sistema de aprovechamiento, se pueden agruparse según dos tipologías: residuos de cultivos herbáceos y residuos de cultivos leñosos.

- En la poda de cultivos leñosos, se incluyen la leña de poda anual de los árboles frutales y de la vid. Se utilizan como combustible doméstico y alimentación animal. Una importante parte se suele incorporar al terreno o se quema ya que no tiene un aprovechamiento alternativo.
- Los residuos de cultivos herbáceos están formados por los restos que quedan después de la cosecha. Se utilizan principalmente para alimentación animal, se incorporan al terreno o se queman.



Los residuos herbáceos son más frágiles y de baja densidad por lo que su aprovechamiento debe de ser mediante el empaclado. En el caso de los leñosos es posible su aprovechamiento mediante el astillado en campo o el empaclado con empacadoras de alta capacidad tipo forestal.

Los principales tipos de residuos generados por los cultivos agrupados como herbáceos son: rastrojos, paja, desechos de plantas, hojas, desecho de frutos, tallos, desecho de flores, etc. Por otro lado, los cultivos denominados como leñosos, producen los siguientes tipos de residuos: ramas, chupones, hojas, sarmientos, leñas, residuos de jardines, etc.

Los residuos agrícolas tienen carácter estacional y es preciso, en general, retirarlos del campo en un periodo reducido de tiempo para no entorpecer las labores agrícolas posteriores.

3.2 TIPO DE RESIDUO AGRÍCOLA

Para conocer si es posible aprovechar energéticamente los residuos agrícolas, de una zona concreta, es necesario poder disponer de los siguientes datos:

- Uso actual del residuo.
- Proceso de eliminación del residuo por parte del agricultor y coste.
- Características del combustible (humedad en el momento de la recogida y poder calorífico).
- Cantidad de biomasa disponible por unidad de superficie (Densidad Energética Superficial (kcal/kg)).
- Coste de aprovechamiento. Se incluye el coste de recogida y transporte a 15 km. En estos costes no se incluyen los beneficios de la empresa de recogida ni las necesidades de maquinaria de repuesto.

En la tabla de la derecha se especifican los principales residuos agrícolas de Andalucía ordenados por interés en su aprovechamiento energético.

CULTIVOS HERBÁCEOS	CULTIVOS LEÑOSOS
<i>Mata de algodón</i>	<i>Poda de olivar</i>
<i>Restos de invernaderos</i>	<i>Sarmiento del viñedo</i>
<i>Cañote de girasol</i>	<i>Poda de frutales</i>
<i>Paja de arroz</i>	

3.3 BIOMASA RESIDUAL AGRÍCOLA

Para la determinación de la biomasa residual agrícola en la provincia de Cádiz se tendrán en cuenta las superficies obtenidas del Mapa de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo de Andalucía de 2003 que realiza la Consejería de Medio Ambiente.

El análisis por medio de Sistemas de Información Geográfico permitirá determinar la ubicación por municipios de las principales formaciones agrícolas que se pueden encontrar en la provincia.

TIPO DE FORMACIÓN AGRÍCOLA	SUPERFICIE (ha)
ARROZALES	504,28
<i>BENALUP - CASAS VIEJAS</i>	1,01
<i>MEDINA-SIDONIA</i>	166,04
<i>VEJER DE LA FRONTERA</i>	337,23
CULTIVO HERBACEO ARBOLADO: QUERCINEAS. DENSO	76,48
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	76,48
CULTIVO HERBACEO ARBOLADO: QUERCINEAS. DISPERSO	3.811,08
<i>ALCALA DE LOS GAZULES</i>	35,40
<i>ALCALA DEL VALLE</i>	127,28
<i>ALGAR</i>	7,47
<i>ALGODONALES</i>	431,81
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	967,20
<i>BENAOCAZ</i>	102,05
<i>CASTELLAR DE LA FRONTERA</i>	86,19
<i>CHICLANA DE LA FRONTERA</i>	48,59
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	102,37
<i>LOS BARRIOS</i>	5,49
<i>MEDINA-SIDONIA</i>	42,84
<i>OLVERA</i>	462,55
<i>PRADO DEL REY</i>	119,72
<i>PUERTO REAL</i>	244,17
<i>PUERTO SERRANO</i>	37,93
<i>SAN JOSE DEL VALLE</i>	216,61
<i>SETENIL DE LAS BODEGAS</i>	187,83
<i>TORRE ALHAQUIME</i>	4,17
<i>VEJER DE LA FRONTERA</i>	200,86
<i>VILLAMARTIN</i>	332,95
<i>ZAHARA</i>	47,61
CULTIVOS FORZADOS BAJO PLASTICO	1.435,31
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	11,16
<i>CHIPIONA</i>	655,52
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	38,12
<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	2,39
<i>MEDINA-SIDONIA</i>	18,16

ROTA	0,77
SANLUCAR DE BARRAMEDA	697,51
TREBUJENA	10,38
VILLAMARTIN	1,29
CULTIVOS HERBACEOS EN REGADIO: NO REGADOS	6.826,06
ALCALA DE LOS GAZULES	15,22
ALCALA DEL VALLE	246,80
ALGECIRAS	0,21
ARCOS DE LA FRONTERA	164,46
BARBATE	383,03
BENALUP - CASAS VIEJAS	119,21
BENAOCAZ	15,67
BORNOS	16,49
CASTELLAR DE LA FRONTERA	2,59
CHICLANA DE LA FRONTERA	10,61
CHIPIONA	20,65
CONIL DE LA FRONTERA	1,14
EL BOSQUE	7,69
EL PUERTO DE SANTA MARIA	107,58
JEREZ DE LA FRONTERA	1.502,12
JIMENA DE LA FRONTERA	158,12
LOS BARRIOS	274,96
MEDINA-SIDONIA	575,28
OLVERA	12,14
PUERTO REAL	315,92
ROTA	193,99
SAN JOSE DEL VALLE	70,61
SAN ROQUE	17,15
SANLUCAR DE BARRAMEDA	34,71
SETENIL DE LAS BODEGAS	143,54
TARIFA	279,24
TREBUJENA	3,52
VEJER DE LA FRONTERA	2.023,44
VILLAMARTIN	109,98
CULTIVOS HERBACEOS EN REGADIO: REGADOS Y NO REGADOS	10.613,89
ALGECIRAS	8,91
ARCOS DE LA FRONTERA	163,66
BENALUP - CASAS VIEJAS	84,09
BORNOS	189,72
CASTELLAR DE LA FRONTERA	40,58
CHIPIONA	371,28
CONIL DE LA FRONTERA	27,89
EL PUERTO DE SANTA MARIA	1.189,21
JEREZ DE LA FRONTERA	2.721,93

<i>LOS BARRIOS</i>	185,37
<i>MEDINA-SIDONIA</i>	899,15
<i>OLVERA</i>	17,26
<i>ROTA</i>	279,79
<i>SAN JOSE DEL VALLE</i>	393,56
<i>SAN ROQUE</i>	235,34
<i>SANLUCAR DE BARRAMEDA</i>	1.020,50
<i>TARIFA</i>	2.402,59
<i>VEJER DE LA FRONTERA</i>	383,04
<i>CULTIVOS HERBACEOS EN SECANO</i>	232.771,13
<i>ALCALA DE LOS GAZULES</i>	5.343,25
<i>ALCALA DEL VALLE</i>	558,66
<i>ALGAR</i>	473,45
<i>ALGECIRAS</i>	18,79
<i>ALGODONALES</i>	2.845,11
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	36.160,84
<i>BARBATE</i>	551,56
<i>BENALUP - CASAS VIEJAS</i>	1.281,45
<i>BENAOCAZ</i>	49,97
<i>BORNOS</i>	3.175,68
<i>CASTELLAR DE LA FRONTERA</i>	654,05
<i>CHICLANA DE LA FRONTERA</i>	5.403,13
<i>CHIPIONA</i>	578,81
<i>CONIL DE LA FRONTERA</i>	2.987,93
<i>EL BOSQUE</i>	544,56
<i>EL GASTOR</i>	72,07
<i>EL PUERTO DE SANTA MARIA</i>	4.185,30
<i>ESPERA</i>	11.104,85
<i>GRAZALEMA</i>	13,51
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	61.426,64
<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	1.306,76
<i>LOS BARRIOS</i>	230,94
<i>MEDINA-SIDONIA</i>	15.195,86
<i>OLVERA</i>	4.454,66
<i>PATERNA DE RIVERA</i>	1.046,19
<i>PRADO DEL REY</i>	1.265,97
<i>PUERTO REAL</i>	8.287,63
<i>PUERTO SERRANO</i>	3.115,25
<i>ROTA</i>	1.907,95
<i>SAN JOSE DEL VALLE</i>	7.563,94
<i>SAN ROQUE</i>	235,96
<i>SANLUCAR DE BARRAMEDA</i>	8.082,21
<i>SETENIL DE LAS BODEGAS</i>	3.742,92
<i>TARIFA</i>	6.276,72

<i>TORRE ALHAQUIME</i>	754,71
<i>TREBUJENA</i>	3.374,67
<i>UBRIQUE</i>	13,01
<i>VEJER DE LA FRONTERA</i>	10.041,55
<i>VILLALUENGA DEL ROSARIO</i>	162,45
<i>VILLAMARTIN</i>	17.067,09
<i>ZAHARA</i>	1.215,10
<i>CULTIVOS HERBACEOS Y LEÑOSOS EN REGADIO NO REGADOS</i>	21,53
<i>SETENIL DE LAS BODEGAS</i>	21,53
<i>CULTIVOS HERBACEOS Y LEÑOSOS EN REGADIO PARCIALMENTE REGADOS</i>	333,10
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	18,03
<i>BARBATE</i>	93,06
<i>CASTELLAR DE LA FRONTERA</i>	99,81
<i>EL BOSQUE</i>	17,11
<i>EL GASTOR</i>	8,71
<i>GRAZALEMA</i>	28,81
<i>PUERTO SERRANO</i>	10,88
<i>VEJER DE LA FRONTERA</i>	45,32
<i>CULTIVOS HERBACEOS Y LEÑOSOS EN SECANO</i>	4.219,68
<i>ALCALA DE LOS GAZULES</i>	18,87
<i>ALCALA DEL VALLE</i>	316,83
<i>ALGAR</i>	27,66
<i>ALGODONALES</i>	222,74
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	203,66
<i>BARBATE</i>	24,28
<i>BORNOS</i>	11,37
<i>CHICLANA DE LA FRONTERA</i>	521,17
<i>CHIPIONA</i>	103,90
<i>EL BOSQUE</i>	5,64
<i>EL GASTOR</i>	163,83
<i>EL PUERTO DE SANTA MARIA</i>	11,76
<i>GRAZALEMA</i>	74,70
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	62,18
<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	11,78
<i>OLVERA</i>	514,92
<i>PRADO DEL REY</i>	45,10
<i>PUERTO REAL</i>	8,83
<i>PUERTO SERRANO</i>	9,53
<i>ROTA</i>	46,19
<i>SAN JOSE DEL VALLE</i>	17,91
<i>SANLUCAR DE BARRAMEDA</i>	252,22
<i>SETENIL DE LAS BODEGAS</i>	991,78
<i>TORRE ALHAQUIME</i>	8,34
<i>TREBUJENA</i>	416,27



<i>UBRIQUE</i>	82,94
<i>VILLAMARTIN</i>	8,73
<i>ZAHARA</i>	36,57
<i>CULTIVOS HERBACEOS Y LEÑOSOS REGADOS</i>	305,44
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	4,90
<i>BARBATE</i>	62,96
<i>CASTELLAR DE LA FRONTERA</i>	167,58
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	7,97
<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	9,18
<i>OLVERA</i>	3,70
<i>TORRE ALHAQUIME</i>	8,64
<i>VEJER DE LA FRONTERA</i>	34,43
<i>VILLAMARTIN</i>	6,09
<i>CULTIVOS HERBACEOS Y PASTIZALES</i>	875,79
<i>BARBATE</i>	539,65
<i>SAN FERNANDO</i>	117,77
<i>SAN JOSE DEL VALLE</i>	16,29
<i>VEJER DE LA FRONTERA</i>	202,08
<i>CULTIVOS HERBACEOS Y VEGETACION NATURAL LEÑOSA</i>	1.633,29
<i>ALCALA DE LOS GAZULES</i>	19,36
<i>ALGAR</i>	57,62
<i>ALGODONALES</i>	203,58

<i>BARBATE</i>	290,65
<i>BENALUP - CASAS VIEJAS</i>	89,31
<i>BENAOCAZ</i>	57,09
<i>CHICLANA DE LA FRONTERA</i>	78,77
<i>CHIPIONA</i>	7,14
<i>EL GASTOR</i>	41,47
<i>EL PUERTO DE SANTA MARIA</i>	44,18
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	39,00
<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	67,73
<i>MEDINA-SIDONIA</i>	146,54
<i>OLVERA</i>	107,06
<i>PATERNA DE RIVERA</i>	18,51
<i>PRADO DEL REY</i>	23,75
<i>PUERTO SERRANO</i>	25,13
<i>SAN JOSE DEL VALLE</i>	29,56
<i>TARIFA</i>	12,15
<i>TORRE ALHAQUIME</i>	3,03
<i>VEJER DE LA FRONTERA</i>	267,44
<i>ZAHARA</i>	4,25
<i>CULTIVOS LEÑOSOS EN REGADIO: PARCIALMENTE REGADOS O NO REGADOS</i>	360,08
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	3,06
<i>CHICLANA DE LA FRONTERA</i>	2,57
<i>CHIPIONA</i>	48,21
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	15,00
<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	82,23
<i>LOS BARRIOS</i>	31,47
<i>PUERTO REAL</i>	32,53
<i>SAN ROQUE</i>	134,17
<i>SANLUCAR DE BARRAMEDA</i>	10,83
<i>CULTIVOS LEÑOSOS EN SECANO: OLIVAR</i>	13.654,03
<i>ALCALA DE LOS GAZULES</i>	284,71
<i>ALCALA DEL VALLE</i>	433,36
<i>ALGAR</i>	92,43
<i>ALGODONALES</i>	2.127,62
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	677,80
<i>BENAOCAZ</i>	50,34
<i>BORNOS</i>	123,55
<i>CASTELLAR DE LA FRONTERA</i>	15,70
<i>CHICLANA DE LA FRONTERA</i>	8,69
<i>EL BOSQUE</i>	133,36
<i>EL GASTOR</i>	717,73
<i>ESPERA</i>	71,11
<i>GRAZALEMA</i>	171,44
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	91,73

<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	7,99
<i>MEDINA-SIDONIA</i>	39,83
<i>OLVERA</i>	3.440,90
<i>PATERNA DE RIVERA</i>	5,94
<i>PRADO DEL REY</i>	724,71
<i>PUERTO REAL</i>	3,25
<i>PUERTO SERRANO</i>	1.143,61
<i>SAN JOSE DEL VALLE</i>	80,99
<i>SETENIL DE LAS BODEGAS</i>	876,26
<i>TORRE ALHAQUIME</i>	665,19
<i>UBRIQUE</i>	202,12
<i>VILLAMARTIN</i>	779,79
<i>ZAHARA</i>	683,90
<i>CULTIVOS LEÑOSOS EN SECAÑO: VIÑEDO</i>	15.899,26
<i>ALCALA DE LOS GAZULES</i>	29,28
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	149,89
<i>CHICLANA DE LA FRONTERA</i>	342,87
<i>CHIPIONA</i>	295,10
<i>CONIL DE LA FRONTERA</i>	22,37
<i>EL PUERTO DE SANTA MARIA</i>	1.092,46
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	10.331,20
<i>MEDINA-SIDONIA</i>	0,01
<i>OLVERA</i>	4,34
<i>PATERNA DE RIVERA</i>	17,13
<i>PUERTO REAL</i>	545,47
<i>PUERTO SERRANO</i>	4,50
<i>ROTA</i>	458,30
<i>SAN JOSE DEL VALLE</i>	50,49
<i>SANLUCAR DE BARRAMEDA</i>	1.743,10
<i>TORRE ALHAQUIME</i>	2,42
<i>TREBUJENA</i>	806,97
<i>VILLAMARTIN</i>	3,39
<i>CULTIVOS LEÑOSOS REGADOS: CITRICOS</i>	735,09
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	22,62
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	13,53
<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	513,19
<i>LOS BARRIOS</i>	172,95
<i>SAN ROQUE</i>	12,81
<i>CULTIVOS LEÑOSOS REGADOS: FRUTALES TROPICALES</i>	1,73
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	1,73
<i>CULTIVOS LEÑOSOS REGADOS: OLIVOS</i>	1,13
<i>BENAOCAZ</i>	1,13
<i>CULTIVOS LEÑOSOS Y PASTIZALES</i>	21,71
<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	21,71

MOSAICO DE LEÑOSOS EN REGADIO	7,00
CHIPIONA	2,59
JEREZ DE LA FRONTERA	4,41
MOSAICO DE SECANO Y REGADIO CON CULTIVOS HERBACEOS	7.514,22
ALCALA DEL VALLE	633,66
ALGODONALES	0,01
ARCOS DE LA FRONTERA	634,62
BARBATE	59,48
BENALUP - CASAS VIEJAS	33,94
BORNOS	147,09
CHICLANA DE LA FRONTERA	187,73
CHIPIONA	8,29
CONIL DE LA FRONTERA	1.234,38
EL PUERTO DE SANTA MARIA	286,64
JEREZ DE LA FRONTERA	980,32
LOS BARRIOS	12,06
MEDINA-SIDONIA	31,65
PUERTO REAL	276,91
ROTA	2.516,70
SAN ROQUE	5,70
SANLUCAR DE BARRAMEDA	87,06
SETENIL DE LAS BODEGAS	83,23
VEJER DE LA FRONTERA	268,96
VILLAMARTIN	5,52
ZAHARA	20,28



MOSAICO DE SECANO Y REGADIO CON CULTIVOS HERBACEOS Y LEÑOSOS	6.127,90
ALCALA DEL VALLE	1.039,63
ALGODONALES	93,80
ARCOS DE LA FRONTERA	119,18
BARBATE	0,85
BORNOS	63,78
CASTELLAR DE LA FRONTERA	57,32
CHICLANA DE LA FRONTERA	2.420,03
CHIPIONA	474,45
CONIL DE LA FRONTERA	115,61
JEREZ DE LA FRONTERA	639,55
JIMENA DE LA FRONTERA	58,89
LA LINEA DE LA CONCEPCION	245,83
OLVERA	92,40
PUERTO REAL	319,81
SANLUCAR DE BARRAMEDA	254,04
SETENIL DE LAS BODEGAS	94,99
VEJER DE LA FRONTERA	6,70
ZAHARA	31,07
MOSAICO DE SECANO Y REGADIO CON CULTIVOS LEÑOSOS	30,20
SANLUCAR DE BARRAMEDA	30,20
OLIVAR ABANDONADO	1.159,89
ALCALA DE LOS GAZULES	35,95
ALCALA DEL VALLE	7,64
ALGAR	22,88
ALGODONALES	76,43
ARCOS DE LA FRONTERA	53,59
ESPERA	0,28
JEREZ DE LA FRONTERA	3,62
OLVERA	402,58
PRADO DEL REY	0,23
PUERTO SERRANO	146,61
SAN JOSE DEL VALLE	40,78
SETENIL DE LAS BODEGAS	12,91
TORRE ALHAQUIME	5,79
UBRIQUE	4,67
VILLAMARTIN	231,44
ZAHARA	114,50
OTRAS ASOCIACIONES Y MOSAICOS DE CULTIVOS LEÑOSOS EN SECANO	34,19
JIMENA DE LA FRONTERA	1,59
SAN JOSE DEL VALLE	32,60
OTROS CULTIVOS HERBACEOS REGADOS	18.427,82
ALCALA DE LOS GAZULES	390,18
ALCALA DEL VALLE	20,41

<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	796,88
<i>BARBATE</i>	421,39
<i>BENALUP - CASAS VIEJAS</i>	311,43
<i>BORNOS</i>	167,40
<i>CASTELLAR DE LA FRONTERA</i>	274,09
<i>CHIPIONA</i>	118,09
<i>CONIL DE LA FRONTERA</i>	17,55
<i>EL BOSQUE</i>	14,35
<i>EL PUERTO DE SANTA MARIA</i>	2.525,65
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	6.496,08
<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	468,53
<i>LA LINEA DE LA CONCEPCION</i>	4,11
<i>LOS BARRIOS</i>	200,52
<i>MEDINA-SIDONIA</i>	876,50
<i>PUERTO REAL</i>	260,82
<i>PUERTO SERRANO</i>	2,57
<i>ROTA</i>	333,63
<i>SAN JOSE DEL VALLE</i>	291,79
<i>SAN ROQUE</i>	83,95
<i>SANLUCAR DE BARRAMEDA</i>	20,54
<i>SETENIL DE LAS BODEGAS</i>	4,99
<i>TARIFA</i>	364,33
<i>TORRE ALHAQUIME</i>	1,47
<i>TREBUJENA</i>	3,28
<i>VEJER DE LA FRONTERA</i>	3.587,42
<i>VILLAMARTIN</i>	369,89
OTROS CULTIVOS LEÑOSOS ABANDONADOS	8,39
<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	8,39
OTROS CULTIVOS LEÑOSOS EN SECANO	219,18
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	16,13
<i>CASTELLAR DE LA FRONTERA</i>	0,22
<i>CHICLANA DE LA FRONTERA</i>	20,08
<i>CONIL DE LA FRONTERA</i>	20,29
<i>EL GASTOR</i>	1,61
<i>EL PUERTO DE SANTA MARIA</i>	5,57
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	0,01
<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	12,24
<i>MEDINA-SIDONIA</i>	127,32
<i>OLVERA</i>	0,29
<i>PUERTO REAL</i>	15,42
OTROS CULTIVOS LEÑOSOS REGADOS	1.766,68
<i>ALGECIRAS</i>	3,92
<i>CASTELLAR DE LA FRONTERA</i>	144,07
<i>CHICLANA DE LA FRONTERA</i>	29,49



<i>CHIPIONA</i>	31,54
<i>CONIL DE LA FRONTERA</i>	6,12
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	269,84
<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	522,32
<i>LOS BARRIOS</i>	80,03
<i>PUERTO REAL</i>	29,78
<i>ROTA</i>	89,18
<i>SAN ROQUE</i>	555,40
<i>VEJER DE LA FRONTERA</i>	5,01
OTROS MOSAICOS DE CULTIVOS Y VEGETACION NATURAL	1.901,06
<i>ALCALA DE LOS GAZULES</i>	132,16
<i>ALCALA DEL VALLE</i>	20,71
<i>ALGAR</i>	25,82
<i>ALGODONALES</i>	234,58
<i>ARCOS DE LA FRONTERA</i>	37,46
<i>BARBATE</i>	43,40
<i>BENAOCAZ</i>	107,37
<i>BORNOS</i>	24,17
<i>CHICLANA DE LA FRONTERA</i>	48,55
<i>EL GASTOR</i>	149,03
<i>GRAZALEMA</i>	174,32
<i>JEREZ DE LA FRONTERA</i>	58,38
<i>JIMENA DE LA FRONTERA</i>	69,05
<i>MEDINA-SIDONIA</i>	301,37
<i>PRADO DEL REY</i>	151,54
<i>PUERTO SERRANO</i>	11,61
<i>SAN JOSE DEL VALLE</i>	0,99
<i>UBRIQUE</i>	93,93
<i>VEJER DE LA FRONTERA</i>	209,01
<i>VILLAMARTIN</i>	7,62
TOTAL GENERAL	331.296,63

La distribución de estas zonas de cultivo se puede encontrar en la cartografía que se presenta en los anexos de este documento.

En cuanto a las cantidades potenciales de biomasa procedente de estos cultivos, se pueden considerar los datos que se muestran a continuación suministrados por la Agencia Andaluza de la Energía para cada tipo de cultivo.

CULTIVO	BIOMASA (tn)	
<i>CÍTRICOS</i>	1.512,98	0,60%
<i>FRUTALES</i>	618,58	0,25%
<i>OLIVAR</i>	13.821,90	5,49%
<i>VID</i>	17.769,28	7,05%
<i>TOMATE</i>	14.516,93	5,76%
<i>INVERNADERO</i>	192,12	0,08%
<i>ALGODÓN</i>	127.545,98	50,63%
<i>GIRASOL</i>	75.249,99	29,87%
<i>GIRASOL</i>	685,55	0,27%
TOTAL	251.913,30	

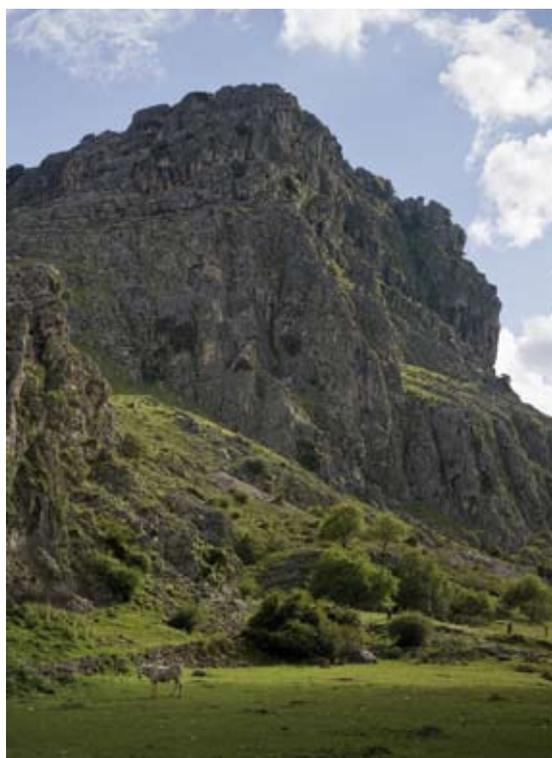
Se observa que las principales producciones de biomasa se producen con los cultivos de algodón y girasol, alcanzando ambos el 80% de producción de biomasa agrícola en la provincia. En menor medida, pero del mismo modo aprovechables, se encuentran los residuos de los cultivos del olivar, la vid y el tomate, que se acercan al 20% del total entre los tres.

3.4 CONCLUSIONES

Los valores presentados son elevados y muestran la riqueza que tiene la provincia desde el punto de vista de la agricultura, por lo que, la buena calidad de las tierras de cultivo que se pueden encontrar a lo largo del territorio junto con las buenas condiciones climatológicas hacen que este tipo de superficie sea el gran potencial de la provincia en cuanto a esta energía renovable.

En este sentido, más que hacia el aprovechamiento de los residuos agrícolas en sí, lo que necesariamente requeriría una especialización para la utilización de cada uno de los residuos procedentes de los distintos cultivos agrícolas, una correcta evolución del mercado de la biomasa junto con la profesionalización de cada una de sus fases de producción podrán conducir a la implantación en la provincia de grandes superficies de cultivos energéticos, en vista de que el futuro de las grandes instalaciones de consumo de biomasa para producción de electricidad pasa por disponer de amplias superficies de suministro de estos tipos de cultivos.

Los cultivos energéticos, son aquellos cuya producción principal se destina a la obtención de biomasa, y la transformación de ésta en productos energéticos de



fácil utilización en los sistemas convencionales, en sustitución de los combustibles tradicionales. El desarrollo de estos cultivos dependerá de los siguientes factores:

- Evolución de los precios y seguridad de abastecimiento de los combustibles fósiles.
- Identificación de las especies vegetales adecuadas para la producción de biomasa en las tierras agrícolas disponibles.
- Puesta a punto de las tecnologías necesarias para hacer competitiva la producción de biocombustibles.
- Interés de la sociedad por la conservación y protección del medioambiente.
- Establecimiento de una política adecuada para estimular al agricultor y al industrial a desarrollar esta actividad.

Entre las características ideales que deben cumplir los cultivos energéticos dedicados a la producción de biomasa destacan:

- Tener altos niveles de productividad en biomasa con bajos costos de producción, de tal forma que hagan viable económicamente la producción de biocombustibles en relación a los combustibles de origen fósil.
- Posibilidad de desarrollarse en tierras marginales, retiradas de la producción de alimentos o en terrenos agrícolas marginalizados por falta de mercado para los productos tradicionalmente cultivados.
- Requerimiento de maquinaria agrícola convencional, normalmente disponible por los agricultores, utilizable también para otros cultivos propios de la zona.
- Tener un balance energético positivo, es decir, que la energía neta contenida en el biocombustible producido sea superior a la gastada en el cultivo y en la obtención de los biocombustibles.
- Posibilidad de recuperar fácilmente las tierras después de finalizado el cultivo energético para realizar otros cultivos, si las condiciones socioeconómicas así lo aconsejaren.
- Adecuación de la naturaleza de la biomasa producida para su utilización como materia prima para fabricación de biocombustibles o biocarburantes.

4

UTILIZACIÓN DEL RECURSO

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA BIOMASA

La heterogeneidad de los recursos aprovechables es una característica intrínseca de los sistemas de producción de energía asociados a la biomasa. Esta situación aumenta su complejidad ya que cada proyecto necesita análisis específicos de disponibilidad, extracción, transporte y distribución. De hecho, la forma de extraer y utilizar como combustible los restos de una actividad forestal es distinta al uso de los residuos de una industria forestal o al aprovechamiento energético de los residuos agrícolas.

Respecto a la biomasa forestal, ha sido utilizada tradicionalmente en el sector doméstico mediante sistemas poco eficientes, algo que está cambiando debido a la llegada al mercado de sistemas de calefacción y agua caliente modernos, de alta eficiencia y comodidad para el usuario. Todavía no se ha generalizado el uso de residuos agrícolas como biomasa, aunque existen algunos proyectos con paja o podas de olivo, mientras que los desarrollos en cultivos energéticos no han alcanzado el nivel comercial, existiendo varios proyectos con este objetivo.

Para entender mejor el origen y composición de cada uno de los residuos y materiales, susceptibles de ser utilizados en la producción de energía, conviene analizarlos uno a uno.

4.1.1 Residuos forestales

Se originan en los tratamientos y aprovechamientos de las masas vegetales, tanto para la defensa y mejora de éstas como para la obtención de materias primas para el sector forestal (madera, resinas, etc.). Los residuos generados en las operaciones de limpieza, poda, corta de los montes pueden utilizarse para usos energéticos dadas sus excelentes características como combustibles. Con la maquinaria apropiada se puede astillar o empacar para mejorar las condiciones económicas del transporte al obtener un producto más manejable y de tamaño homogéneo.



En la actualidad, los inconvenientes asociados a estos residuos, como la dispersión, la ubicación en terrenos de difícil accesibilidad, la variedad de tamaños y composición, el aprovechamiento para otros fines (fábricas de tableros o industrias papeleras), las impurezas (piedra, arena, metales) o el elevado grado de humedad han impedido su utilización generalizada como biocombustibles sólidos.

4.1.2 Residuos agrícolas leñosos

Las podas de olivos, viñedos y árboles frutales constituyen su principal fuente de suministro. Al igual que en el caso anterior, es necesario realizar un astillado o empacado previo a su transporte que unido a la estacionalidad de los cultivos aconseja la existencia de centros de acopio de biomasa donde centralizar su distribución.



4.1.3 Residuos agrícolas herbáceos

Se obtienen durante la cosecha de algunos cultivos, como los de cereales (paja) o maíz (cañote). También en este caso la disponibilidad del recurso depende de la época de recolección y de la variación de la producción agrícola.



4.1.4 Residuos de industrias forestales y agrícolas

Las astillas, las cortezas o el serrín de las industrias de primera y segunda transformación de la madera y los huesos, cáscaras y otros residuos de la industria agroalimentaria (aceite de oliva, conservera, frutos secos...) son parte de los biocombustibles sólidos industriales. En estos casos la estacionalidad se debe a las variaciones de la actividad industrial que los genera.

4.1.5 Cultivos energéticos

Son cultivos de especies vegetales destinados específicamente a la producción de biomasa para uso energético. En España, aunque existen experiencias en diversos lugares asociadas a distintos proyectos, aún no han pasado del campo de la experimentación. Entre las distintas especies agrícolas herbáceas susceptibles de convertirse en cultivos energéticos destacan el cardo, el sorgo y la colza etíope. Además también pueden utilizarse especies forestales leñosas, como los chopos, en zonas de regadío, y los eucaliptos, en terrenos de secano.



4.2 USOS Y APLICACIONES

Las aplicaciones térmicas con producción de calor y agua caliente sanitaria son las más comunes dentro del sector de la biomasa. En un nivel menor de desarrollo se sitúa la producción de electricidad. Para la provincia de Cádiz las zonas de interior tienen inviernos fríos en los que el uso térmico de la biomasa podría tener una aplicación importante si se llevan a cabo políticas dirigidas en este sentido.

La producción térmica sigue una escala de usos que comienza con las calderas o estufas individuales utilizadas tradicionalmente en los hogares. Hoy en día existen aparatos tanto de aire, que calientan una única estancia, como de agua, que permiten su adaptación a un sistema de radiadores o de suelo radiante y a otros sistemas con producción de agua caliente sanitaria.



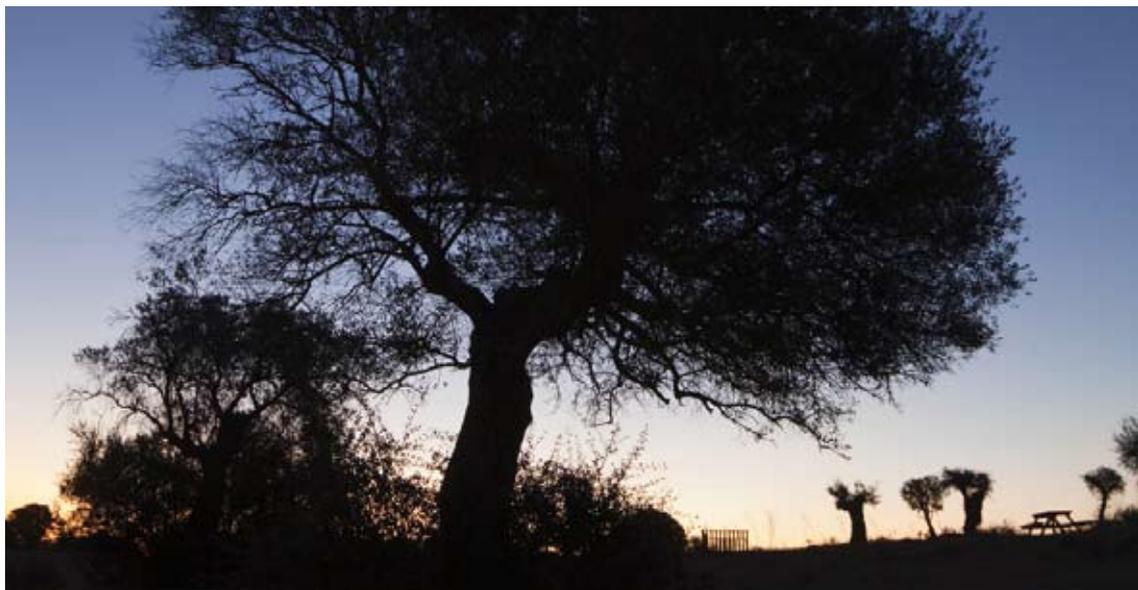
En un segundo escalafón se sitúan las calderas diseñadas para un bloque o edificio de viviendas, equiparables en su funcionamiento a las habituales de gasóleo C o gas natural, que proveen a las viviendas de calefacción y agua caliente. Debido a la necesidad de disponer de un lugar amplio y seco para el almacenamiento del biocombustible este tipo de instalaciones pueden tener problemas en edificios con salas de calderas pequeñas y poco espacio aprovechable.

En cambio son una buena solución, tanto económica como medioambiental, para edificios de nueva construcción, sobre todo si se atienden a las nuevas ordenanzas y reglamentos elaborados o en proceso de elaboración, como las Ordenanzas de Energía Solar (que permiten utilizar biomasa en lugar de la citada energía renovable) o la revisión que se está realizando del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Otra aplicación importante de estas calderas es la conversión de las antiguas calefacciones de carbón o gasóleo C a instalaciones de biomasa. La buena disposición de los vecinos que encontrarán un ahorro económico en su consumo de calefacción y agua caliente, un acertado asesoramiento profesional y espacio suficiente para el almacenamiento forman la base para este tipo de cambios.

Sin embargo, esta situación no es muy factible en la provincia de Cádiz a nivel de edificios de viviendas de particulares por la inexistencia de este tipo de instalaciones en esta provincia. Tan sólo en el caso de que nos movamos por edificios públicos que lleven incluidos en proyecto la instalación de estos sistemas de calefacción podría plantearse la utilización de la biomasa con fines térmicos.

Una red de calefacción centralizada, conocida en inglés como district heating, supone el siguiente nivel dentro de las aplicaciones térmicas de la biomasa. Este tipo de instalaciones están muy extendidas en el Centro y Norte de Europa, no tanto en nuestra región. La red de calor y agua caliente llega no sólo a urbanizaciones y otras viviendas residenciales sino también a edificios públicos, centros deportivos, complejos comerciales y un amplio elenco de edificios e incluso industrias. El mayor tamaño, tanto de las calderas como de los silos de almacenamiento del combustible, requiere de instalaciones exclusivas para estas centrales térmicas. Dadas las características de nuestro país, en España están iniciándose las primeras redes de climatización centralizada alimentadas con biomasa, las cuáles no sólo proveen de calefacción en invierno a los usuarios sino que permiten la distribución de frío para la climatización de las viviendas y otros edificios en verano. En principio

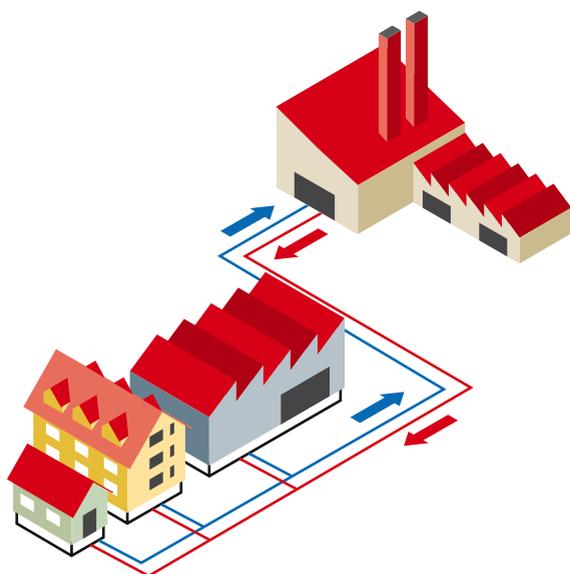




este tipo de redes no parece que puedan tener implantación a corto plazo en la provincia, ya que requieren de una mayor madurez del mercado.

Por último, los consumos térmicos de determinadas industrias también son abastecidos por calderas de biomasa. Se trata principalmente del aprovechamiento de residuos de las industrias agroforestales para producción de calor que, en ocasiones, es acompañado de producción eléctrica (cogeneración con biomasa).

Las materias más utilizadas para las aplicaciones térmicas de la biomasa son los residuos de las industrias agrícolas (cáscaras de almendras, huesos de aceitunas...) y forestales (astillas, serrines...) y los residuos de actividades selvícolas (podas, claras, limpieza de bosques,...) y de cultivos leñosos (podas, arranques,...). En muchas ocasiones algunos de estos residuos se transforman en pellets y briquetas, astillas molturadas y compactadas que facilitan su transporte, almacenamiento y manipulación pero que requieren de un tratamiento previo encareciendo el producto final. Hay bolsas de pellets de hasta 15 kg disponibles en hipermercados o gasolineras, otras de mayor tamaño, denominadas “big bag”, que pueden alcanzar los 1.000 kg, finalmente también pueden adquirirse a granel siendo transportados en camiones normales o en camiones cisterna hasta un silo de almacenamiento.



La producción de electricidad precisa de sistemas aún más complejos dado el bajo poder calorífico de la biomasa, su alto porcentaje de humedad y su gran contenido en volátiles. Para ello se necesitan centrales térmicas específicas con grandes calderas, con volúmenes de hogar mayores que si utilizaran un combustible convencional, que conllevan inversiones elevadas y reducen su rendimiento. Todo ello, unido a la dificultad de aprovisionamiento de la biomasa, explica el poco peso de la biomasa eléctrica en el cómputo global de esta energía. La gran demanda de combustible de este tipo de plantas obliga a asegurar un abastecimiento continuo, que tiene la dualidad de encarecer su precio por la distancia a la que se debe buscar el suministro, pero también puede reducirlo al adquirir grandes cantidades.

Son pocas las plantas de producción eléctrica que existen en España y la mayor parte de la potencia instalada procede de instalaciones ubicadas en industrias que tienen asegurado el combustible con su propia producción. Es el caso de la industria papelera y,

en menor medida, de otras industrias forestales y agroalimentarias, que aprovechan los residuos generados en sus procesos de fabricación para reutilizarlos como combustibles.

Una de las explicaciones para este escaso avance es la inexistencia de cultivos energéticos que suministren combustible de manera continuada, en cantidad y calidad, a determinadas plantas. Con el fin de mejorar el rendimiento de las instalaciones y por tanto su rentabilidad económica, la innovación tecnológica en este campo está orientada hacia el desarrollo de la gasificación de biomasa y posterior conversión en electricidad a través de motogeneradores u otros sistemas de combustión del gas de síntesis producido.

4.3 ASPECTOS TÉCNICOS

Los procesos de extracción y transformación de los combustibles derivados de la biomasa son tan variados como las características de cada uno de ellos. En general, los que requieren sistemas más complejos son los residuos derivados de las actividades forestales y agrícolas, y entre éstas últimas los de cultivos leñosos. Para su recolección adecuada se emplean una serie de trabajos que empiezan con la extracción de las zonas donde se encuentran, en muchos casos con grandes pendientes u otros impedimentos geográficos; siguen con el astillado o con el empacado y continúan con su transporte a plantas de transformación; su secado, natural o forzado, para eliminar al máximo el grado de humedad; y su adecuación para el consumo ya sea mediante un nuevo astillado o molturado, una peletización u otros procesos. Todo este proceso requiere de una maquinaria específica como tractores (forestales o agrícolas), autocargadores, astilladoras, empacadoras, camiones y, ya en las plantas de tratamiento, equipos de triturado (astilladoras fijas), molienda, secado y peletizado.



Las plantas de tratamiento de biomasa no sólo reciben biomasa forestal o agrícola sino que también obtienen su materia prima de industrias forestales o agrícolas. Respecto a los residuos de industrias forestales, estas plantas utilizan principalmente los procedentes de industrias de primera transformación de la madera, entre las que se encuentran los aserraderos. Las industrias de segunda transformación, como las del tablero y el mueble, aprovechan generalmente sus residuos como combustibles para autoabastecerse de calor y, en ocasiones, producir energía eléctrica, por tanto no necesitan enviarlo a plantas de tratamiento.

Algo parecido ocurre con algunas industrias agrícolas o agroalimentarias, que aprovechan sus propios residuos como combustibles. Es el caso del orujillo derivado de la extracción de aceite de orujo de oliva; de la cascarilla de arroz de las maicerías; de la cáscara de piñón en la elaboración de frutos secos; o de los huesos de frutas de la industria conservera. Aquellos residuos que no son utilizados en estas fábricas entran en el mercado de los biocombustibles y

son comercializados por empresas de almacenamiento y distribución que deben procurar que la biomasa no pierda sus propiedades. Para ello es necesario evitar la fermentación y la autocombustión en su almacenamiento, siendo necesario, en muchas ocasiones, utilizar sistemas de secado, astillado o peletizado / briquetado.

Una vez obtenido el biocombustible resulta esencial seguir unas normas específicas para su caracterización, exigible no sólo por las diferencias entre ellos sino también con los combustibles de origen fósil (carbón, coque, gas natural, petróleo). Esta caracterización dará fiabilidad a la calidad de estos biocombustibles, permitirá establecer su precio en el mercado y definir su comportamiento en los procesos de conversión energética, indispensable para optimizar el diseño de los equipos energéticos y definir sus especificaciones técnicas. Actualmente ha entrado en vigor la norma ENPLUS que acompañará a la norma Din+ de origen alemán para determinar la calidad del pellet.



Una de las principales características de un biocombustible sólido es su poder calorífico, tanto superior como inferior. El poder calorífico superior (PCS) se define como la energía liberada cuando una masa unitaria de biocombustible se quema con oxígeno en una bomba calorimétrica en condiciones normalizadas. Este PCS, obtenido en laboratorios especializados, permite conocer la energía contenida en la biomasa estudiada incluyendo aquella que se consumirá en evaporar el agua producida en la combustión. Sin embargo, la energía realmente aprovechable es aquella que se obtiene una vez evaporada el agua producida en la combustión. A esta energía se la denomina poder calorífico inferior (PCI) y es necesario utilizar fórmulas empíricas para su determinación a partir del PCS. La determinación de la humedad de la biomasa es fundamental ya que influye en la disminución del poder calorífico y en el aumento del consumo de combustible.

Una vez caracterizado el combustible puede utilizarse siguiendo distintos procesos. El más común es la combustión de la biomasa para producción de energía, que también presenta sus particularidades dependiendo de si se realiza en el ámbito doméstico y residencial, en las industrias productoras del residuo o en centrales térmicas exclusivas. La gran diferencia radica en el uso final de la energía producida, ya que el sistema variará si se trata de aplicaciones térmicas, para generar calor y agua caliente sanitaria, o eléctricas, para generar electricidad.

En el caso de las aplicaciones térmicas en el sector residencial el equipo se compone básicamente de un silo de almacenamiento de la biomasa, un sistema de alimentación que lo llevan a las calderas, en cuyo interior se encuentra el hogar de combustión y los intercambiadores donde se calienta el fluido destinado a calefacción y/o ACS. En el caso de las redes de calefacción centralizadas, el agua caliente se impulsa hasta las viviendas mediante un sistema de bombas mayor, utilizando una doble tubería aislada y colocando intercambiadores de placas en los edificios o en las viviendas. Una vez cedido el calor el agua fría retorna a la central térmica para iniciar nuevamente el ciclo. A todo ello hay que añadir algunos equipos auxiliares como los sistemas de limpieza de humos y un recuperador de calor.

El almacenamiento y la alimentación para sistemas de generación eléctrica son parecidos a los utilizados en procesos térmicos. Las principales diferencias se centran en la cantidad de biomasa necesaria, el sistema de combustión (es necesario generar vapor con una calidad determinada en vez de agua caliente) y los equipos para transformar la energía térmica producida en energía eléctrica (cuyos elementos principales son normalmente una turbina de vapor y un alternador). El sistema se basa en generar vapor mediante la combustión de la biomasa, produciendo energía mecánica a través de las turbinas y finalmente energía eléctrica en los alternadores.

Por último, las tecnologías relacionadas con la gasificación utilizan un reactor-gasificador en el que se introduce la biomasa. La gasificación produce un gas pobre que una vez filtrado y tratado podría utilizarse en motogeneradores para producir energía eléctrica.

4.4 ASPECTOS ECONÓMICOS

En general, los costes de inversión para instalaciones de biomasa son superiores a sus homólogos para instalaciones de combustibles convencionales. Esto se debe, no sólo a la falta de desarrollo de sistemas de producción en serie para algunos componentes, sino que también influyen las características especiales requeridas por los equipos para poder utilizar biomasa de forma eficiente.

En cambio, cuando nos referimos a los costes de operación o explotación de plantas de biomasa, su comparación frente a combustibles convencionales puede ser favorable o no según el tipo de aplicación. 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 y los posibles tratamientos para mejorar su calidad, como el secado, el astillado o la peletización. A ello hay que añadir la disponibilidad del combustible, su estacionalidad y la variación de los precios, íntimamente ligados al comportamiento de las cosechas, en el caso de residuos agrícolas y de la industria agroalimentaria.

4.4.1 Usos térmicos

Los costes de inversión dependen del uso final de la energía, de tal manera que siempre serán más altos para usos térmicos domésticos que para industriales. En cuanto al combustible, imputable a los gastos de explotación, cuanto más elaborado, envasado, limpio y fácil de transportar sea más se encarece. En usos domésticos la diferencia de precio oscila entre los 60 €/t de las biomásas menos elaboradas y empleadas en grandes redes de calefacción y los 220 €/t para pellets envasados de gran calidad con destino a las calderas o estufas de viviendas unifamiliares, que es donde más se consumen. En los próximos años se espera que el desarrollo tecnológico y la extensión de los sistemas domésticos supongan un abaratamiento de los precios y un mejor servicio en calidad y rapidez.

Por el momento, para el sector doméstico, los combustibles de mayor eficacia y rendimiento son los pellets y los huesos de aceituna molidos. El precio del kilogramo de pellets es mayor, fluctuando entre los 0,16 €/kg si se adquiere directamente en fábrica y los 0,30 €/kg si se compra en establecimientos suministradores. Aunque en España no existe un mercado desarrollado y estable como en algunos países del centro y norte de Europa, existen buenas expectativas para su crecimiento. La calefacción en edificios públicos puede favorecer el desarrollo de un mercado más competitivo en lo que se refiere a la materia prima.



En los usos industriales, la demanda de mayores cantidades de biocombustible con menos requisitos de calidad (se quema en calderas industriales menos automatizadas pero más robustas y con menos demandas de calidad en el servicio por parte del usuario) reduce notablemente el precio (alrededor de los 55 €/t) hasta llegar al “coste 0” para aquellas industrias cuyos residuos proceden de la propia actividad industrial cuando no necesitan de ningún tratamiento previo a su combustión.

4.4.2 Usos eléctricos

Los costes de inversión en el caso de la generación eléctrica tienen una clara división según se trate de instalaciones de generación eléctrica específicas de biomasa o instalaciones de co-combustión de biomasa y carbón en centrales térmicas convencionales.

Las instalaciones específicas de biomasa requieren sistemas más complejos, lo que obliga a diseñar calderas con un mayor hogar que reduce a su vez el rendimiento. El mayor tamaño del hogar, unido al resto de componentes para el tratamiento y movimiento de la biomasa en la planta, dan lugar a unos costes de inversión en torno a los 1.800 €/kW instalado.

La principal componente de los gastos de explotación en las instalaciones de generación eléctrica es siempre el coste de la biomasa utilizada, aún cuando se trate de residuos industriales.

Dada la gran demanda de biomasa de este tipo de instalaciones el área de influencia para su suministro es muy grande, lo que implica una gran repercusión del coste de transporte en el coste final de la biomasa (que puede alcanzar hasta el 50% de los costes de explotación), que por otro lado, al ser adquirida en mayores cantidades puede sufrir una reducción de su precio en origen. En estos casos, considerando una distancia media de transporte asequible para la instalación y según el tipo de biomasa los costes de suministro de ésta varían entre los 80 €/t para el caso de cultivos energéticos y los 50 €/t cuando se utilizan residuos de cultivos agrícolas o forestales.

5

INVENTARIO DE PLANTAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA, ELÉCTRICA Y MECÁNICA CON BIOMASA EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ

5.1 INVENTARIO DE PLANTAS EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ

En la provincia de Cádiz existen dos plantas de generación de electricidad con biogás y cuatro proyectos de construcción de plantas de biocarburantes de acuerdo con la información facilitada por la Agencia Andaluza de la Energía.

Los residuos ricos en materia orgánica y elevada humedad pueden degradarse mediante procesos de digestión anaerobia, generando biogás. Se trata de un gas rico en metano (entre un 50% y un 70% de humedad) que puede aprovecharse para usos térmicos y/o eléctricos.

Los residuos más adecuados para ser sometidos a digestión anaerobia son: aguas residuales, residuos sólidos urbanos (RSU), residuos ganaderos y residuos industriales de industrias cárnicas, cerveceras, lácteas, queserías, azucareras, destilerías alcohólicas, fábricas de levaduras, etc.

Para que sea posible la generación de energía eléctrica, debe generarse biogás suficiente para alimentar un motor de al menos 200 kW. Las plantas existentes en Cádiz que generan energía eléctrica a partir de biogás son las siguientes:

- EDAR Guadalete situada en Jerez de la Frontera.
- RSU Planta de biorreciclaje de Miramundo situada en Medina Sidonia.



En cuanto al sector de los biocarburantes, está experimentando un fuerte impulso en toda España, y especialmente en Andalucía. Actualmente existen en funcionamiento cinco plantas de producción de biodiesel, y existen varios proyectos que finalizarán próximamente, y otros muchos que están en promoción o comenzando su ejecución. Entre los proyectos existentes en la provincia de Cádiz se encuentran los siguientes:

- Diesel Energy Andalucía Occidental situada en Puerto Real.
- Gadir Biodiesel situada en Puerto Real.
- Dosbio 2010 situada en Jédula.
- GreenFuel situada en Los Barrios.
- Cepsa Abengoa situada en San Roque.



6

LEGISLACIÓN EN MATERIA DE BIOMASA

6.1 LEGISLACIÓN EN MATERIA DE BIOMASA

La normativa en materia de biomasa no es muy extensa, existiendo todavía muy pocas normativas que dirijan esta energía renovable hacia un futuro más eficiente en su utilización.

Se ha analizado la normativa existente tanto a nivel europeo como nacional y autonómico.

LEGISLACION EUROPEA

Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de septiembre de 2001 relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.

LEGISLACION NACIONAL

BOE, 27 de Marzo de 2004. Real Decreto 436/2004, de 12 de Marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

BOE, 28 de noviembre de 1997. Ley 54/1997, de 27 noviembre, del sector eléctrico.

BOE, 26 de mayo 2007. Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

BOE, 25 de Julio de 2007. Corrección de errores del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

BOE, 26 de Julio de 2007. Corrección de errores del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

BOE, 5 de Julio de 2007. Ley 17/2007, de 4 de Julio, por la que se modifica la ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.

BOE, 1 de agosto 2007. Real Decreto 1028/2007, de 20 de julio, por el que se establece el procedimiento administrativo para la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial.

LEGISLACION AUTONÓMICA

BOJA, 10 de abril 2007. Ley 2/2007, de 27 de mayo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.

Instrucción 1/2007 conjunta de la dirección general de urbanismo y de la dirección general de industria, energía y minas, en relación con los informes a emitir por la consejería de obras públicas y transportes sobre la implantación de actuaciones de producción de energía eléctrica mediante fuentes energéticas renovables previstos en el artículo 12 de la ley 2/2007, de 27 de mayo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.

BOJA, 2º de Julio de 2007. Ley 7/2007, de 9 de Julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA).

7

BIBLIOGRAFÍA

7.1 BIBLIOGRAFÍA

Para la realización de este estudio se ha llevado a cabo la revisión de la siguiente documentación:

- Situación de la biomasa en Andalucía (2008). Agencia Andaluza de la Energía. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa.

http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/agenciadelaenergia/portal/com/bin/contenidos/proyectos/areas/energiasRenovables/biomasa/proy_biomasa1/1202479474122_la_biomasa_en_andalucxa_en08.pdf

- Energía de la biomasa (2007). Instituto para la Diversidad y Ahorro de la Energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

- Biomasa: cultivos energéticos (2007). Instituto para la Diversidad y Ahorro de la Energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

- Mapa topográfico de Andalucía. Escala 1/10.000. Mosaico Raster. Junta de Andalucía. Consejería de Obras Públicas y Vivienda.

- Ortofotografía Digital de Andalucía. Escala 1/10.000 con resolución de 1m. Junta de Andalucía.

- Mapa de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo de Andalucía de 2003 a escala 1/25.000. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.

- Mapa Forestal de la provincia de Cádiz.

http://www.marm.es/es/biodiversidad/servicios/banco-de-datos-biodiversidad/informacion-disponible/index_mapa_forestal.aspx

- II Inventario Forestal Nacional de la provincia de Cádiz.

http://www.marm.es/es/biodiversidad/servicios/banco-de-datos-biodiversidad/informacion-disponible/ifn2_descargas.aspx

- Pérez Atanet C., López Rodríguez F., Moral García F.J., Ruiz Celma A., (2006). Análisis del potencial de biomasa forestal en Extremadura (España). X Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, Valencia 13-15 septiembre 2006.