



Universidad
Zaragoza



Trabajo fin de Grado

Estudio de impacto ambiental de una planta de obtención de energía a partir de biomasa agrícola y tres parques eólicos en Sariñena (Huesca). Promotor: Comunidad de Regantes de Lasesa.

Autor: Tania Guajardo

Director: Jesús Guillén Torres.

**Escuela Politécnica Superior de
Huesca**

Junio, 2013.

Agradecimientos.

A mi director de trabajo, Jesús Guillén, por su dedicación, ayuda y paciencia a lo largo de la realización de este trabajo.

A mis padres, por darme la oportunidad de estudiar y apoyarme incondicionalmente.

A todas mis amigas y amigos, en especial a Natalia Marqués, Natalia Villanueva, María, Cristina, Sandra y Silvia, por hacer increíbles los pocos momentos en los que nos veíamos durante la realización de este trabajo.

A mis compañeros de clase y a mis compañeros de piso, en especial Sofía y Iago, por ser mi familia en Huesca.

A Álex, por aguantarme y alegrarme cada día.

Índice.

1.	Introducción	pág. 7
1.1.	Planificación y política energética: Contexto Europeo	pág. 7
1.2.	Planificación y política energética: Contexto Nacional.....	pág. 10
1.2.1.	Planificación energética anterior al año 2005	pág. 13
1.2.2.	Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010.....	pág. 16
1.2.3.	Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020.....	pág. 25
1.3.	Planificación y política energética: Contexto Autonómico	pág. 35
1.3.1.	Plan Energético de Aragón (PEA) 2005-2012.....	pág. 37
2.	Fuentes de energía renovable	pág. 42
2.1.	Biomasa	pág. 42
2.1.1.	Definición y tipos.....	pág. 42
2.1.2.	Métodos de aprovechamiento	pág. 46
2.1.3.	Aspectos tecnológicos	pág. 49
2.1.4.	Aspectos normativos	pág. 50
2.1.5.	Aspectos medioambientales	pág. 51
2.1.6.	Datos del sector	pág. 52
2.2.	Energía eólica	pág. 52
2.2.1.	Definición y tipos.....	pág. 52
2.2.2.	Métodos de aprovechamiento	pág. 54
2.2.3.	Aspectos tecnológicos	pág. 58
2.2.4.	Aspectos normativos	pág. 59
2.2.5.	Aspectos medioambientales	pág. 61
2.2.6.	Datos del sector	pág. 62
3.	Estudio de impacto ambiental.....	pág. 65
3.1.	Introducción.....	pág. 65
3.1.1.	Justificación	pág. 65
3.1.2.	Objeto	pág. 67
3.1.3.	Antecedentes	pág. 67
3.2.	Marco legal	pág. 71
3.2.1.	Legislación comunitaria.....	pág. 71
3.2.2.	Legislación estatal	pág. 71
3.2.3.	Legislación autonómica	pág. 72
3.3.	Localización.....	pág. 73
3.3.1.	Situación.....	pág. 73
3.4.	Alternativas propuestas	pág. 75
3.5.	Descripción del proyecto	pág. 76
3.5.1.	Descripción del proceso y planta de gasificación	pág. 76
3.5.2.	Descripción de los parques eólicos.....	pág. 78
3.6.	Descripción del medio.....	pág. 81
3.6.1.	Medio abiótico	pág. 81

3.6.2.	Medio biótico	pág. 83
3.6.3.	Figuras de protección	pág. 88
3.6.4.	Paisaje	pág. 90
3.6.5.	Medio socio-económico	pág. 90
3.7.	Identificación y valoración de impactos	pág. 94
3.7.1.	Identificación de las acciones del proyecto sobre el medio .	pág. 94
3.7.2.	Metodología de valoración de impactos	pág. 97
3.7.3.	Factores del medio que pueden verse afectados	pág. 98
3.7.4.	Valoración de impactos	pág. 104
3.7.5.	Valoración de afecciones.....	pág. 113
3.8.	Propuesta de medidas preventivas, correctoras y compensatorias ..	pág. 115
3.8.1.	Introducción	pág. 115
3.8.2.	Medidas preventivas y correctoras	pág. 116
3.8.3.	Medidas compensatorias	pág. 118
3.9.	Plan de Vigilancia Ambiental.....	pág. 119
3.9.1.	Introducción	pág. 119
3.9.2.	Programa de Vigilancia Ambiental	pág. 119
3.10	Conclusiones del Estudio de Impacto Ambiental	pág. 121
4.	Documento de síntesis	pág. 123
5.	Conclusiones generales del trabajo	pág. 130
6.	Bibliografía	pág. 132

Índice de figuras.

<i>Figura 1: Cuadro de estudio de los escenarios del PER 2005- 2010</i>	<i>pág. 17</i>
<i>Figura 2: Consumo de biomasa en España desagregado por sectores (2004).....</i>	<i>pág. 18</i>
<i>Figura 3: Residuos forestales en España por Comunidad Autónoma.....</i>	<i>pág. 19</i>
<i>Figura 4: Residuos agrícolas leñosos en España por Comunidad Autónoma</i>	<i>pág. 20</i>
<i>Figura 5: Residuos agrícolas herbáceos en España por Comunidad Autónoma....</i>	<i>pág. 21</i>
<i>Figura 6: Residuos de industrias forestales y agrícolas en España por Comunidad Autónoma</i>	<i>pág. 22</i>
<i>Figura 7: Cultivos energéticos en España por Comunidad Autónoma</i>	<i>pág. 23</i>
<i>Figura 8: Potencia eólica instalada por Comunidades Autónomas, a 31/12/2004</i>	<i>pág. 24</i>
<i>Figura 9: Consumo de energía primaria en 2010.....</i>	<i>pág. 26</i>
<i>Figura 10: Estructura de producción eléctrica en 2010</i>	<i>pág. 28</i>
<i>Figura 11: Inversión y apoyo previsto para el periodo 2011-2020.....</i>	<i>pág. 31</i>
<i>Figura 12: Balance económico de efectos directos PER 2011-2020.....</i>	<i>pág. 31</i>
<i>Figura 13: Residuos forestales.....</i>	<i>pág. 43</i>
<i>Figura 14: Plantación de olivos. Las podas de los olivos son residuos agrícolas leñosos</i>	<i>pág. 44</i>
<i>Figura 15: Campo de cereal cuya paja es ejemplo de residuos agrícola herbáceo</i>	<i>pág. 45</i>
<i>Figura 16: Residuo de industria forestal (serrín) y residuo de industria</i>	<i>pág. 45</i>
<i>Figura 17: Cultivos energéticos</i>	<i>pág. 46</i>
<i>Figura 18: Partes de un aerogenerador</i>	<i>pág. 55</i>
<i>Figura 19: Aerogeneradores de eje vertical</i>	<i>pág. 56</i>
<i>Figura 20: Aerogenerador multipala</i>	<i>pág. 57</i>
<i>Figura 21: Eólicas rápidas.....</i>	<i>pág. 57</i>
<i>Figura 22: Mapa de la ubicación del término municipal de Sariñena, mapa de la ubicación del municipio de Lastanosa con respecto a Sariñena y plano del embalse.....</i>	<i>pág. 74</i>
<i>Figura 23: Curva del aerogenerador.....</i>	<i>pág. 79</i>
<i>Figura 24: Mapa de localización aproximada de los distintos componentes del proyecto</i>	<i>pág. 80</i>

<i>Figura 25: Variables climáticas de la zona de implantación del proyecto</i>	pág. 82
<i>Figura 26: Características de las diversas etapas de regresión de esta serie vegetal</i>	pág. 84
<i>Figura 27: Fauna ornitológica (aves nidificantes) presentes en la zona del proyecto</i>	pág. 86
<i>Figura 28: Especies catalogadas en la zona de actuación del proyecto</i>	pág. 88
<i>Figura 29: Zonas próximas a la zona de actuación con catalogación</i>	pág. 89
<i>Figura 30: Distancia de la zona de actuación a las zonas protegidas más cercanas</i>	pág. 89
<i>Figura 31: Pirámide de población de Sariñena</i>	pág. 91
<i>Figura 32: Mapa de cultivos y aprovechamientos</i>	pág. 92
<i>Figura 33: Número de afiliados en la seguridad social en la comarca de Los Monegros</i>	pág. 94
<i>Figura 34: Acciones de los parques eólicos impactantes en el medio</i>	pág. 95
<i>Figura 35: Acciones de la planta de biomasa impactantes en el medio</i>	pág. 96
<i>Figura 36: Factores del medio que pueden verse impactados</i>	pág. 98
<i>Figura 37: Matriz preliminar de valoración de impactos para los parques eólicos</i>	pág. 99
<i>Figura 38: Matriz preliminar de valoración de impactos para la planta de gasificación de biomasa.....</i>	pág. 100
<i>Figura 39: Impactos significativos en la fase de construcción</i>	pág. 101
<i>Figura 40: Impactos significativos en la fase de explotación del parque eólico</i>	pág. 102
<i>Figura 41: Impactos significativos en la fase de explotación de la planta de gasificación de biomasa.....</i>	pág. 103
<i>Figura 42: Tabla resumen de la valoración de los impactos</i>	pág. 113
<i>Figura 43: Plan de Vigilancia Ambiental.....</i>	pág. 120
<i>Figura 44: Matriz preliminar de valoración de impactos para los parques eólicos</i>	pág. 124
<i>Figura 45: Matriz preliminar de valoración de impactos para la planta de gasificación de biomasa.....</i>	pág. 125
<i>Figura 46: Tabla resumen para la fase de construcción</i>	pág. 126
<i>Figura 47: Tabla resumen para la fase de explotación de los parques eólicos</i>	pág. 127
<i>Figura 48: Tabla resumen para la fase de explotación de la planta de gasificación de biomasa</i>	pág. 128

Introducción.

1. INTRODUCCIÓN.

El cambio climático es uno de los mayores desafíos a que deberá responder la humanidad en los próximos años. Incremento de las temperaturas, deshielo de los glaciares, multiplicación de las sequías y de las inundaciones: todo apunta a que el cambio climático ha comenzado. Los riesgos son inmensos para el planeta y las generaciones futuras, lo que nos obliga a actuar de forma urgente.

A pesar de la incertidumbre actual respecto de la evolución de la economía mundial y su recuperación en el futuro, la demanda energética mundial sigue creciendo a un ritmo considerable: un 5% en el año 2010 (Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020, 2011). Según prevé la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) los combustibles fósiles seguirán teniendo un papel preponderante, sobre todo en el sector de los transportes. Dado que la población mundial se estima que siga creciendo y las reservas de petróleo se van agotando, se necesitan otras fuentes de energía que permitan una independencia energética de los países que no poseen este tipo de fuentes energéticas en su territorio, además de una reducción en el impacto ambiental producida por el uso de este tipo de energías.

A la luz de estos hechos, las políticas energéticas de los países desarrollados se desarrollan alrededor de tres ejes: la seguridad de suministro, la preservación del medio ambiente y la competitividad económica. Para cumplir estos requerimientos, la mayoría de los países aplican dos estrategias: promoción del ahorro y la mejora de la eficiencia energética por un lado, y el fomento de las energías renovables por otro. (PER 2011-2020, 2011)

1.1. PLANIFICACIÓN Y POLÍTICA ENERGÉTICA: CONTEXTO EUROPEO.

La existencia de un mercado único es el marco propicio para el desarrollo de la política energética europea, y constituye una prioridad comunitaria desde hace tiempo, con el objetivo de dotar a la Unión Europea de un mercado energético más eficaz, seguro y competitivo.

La dependencia energética del exterior de la Unión Europea se pone de manifiesto en la publicación del Libro Verde “Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético”, en el año 2000, que prevé para el año 2030, que el 70% de las necesidades energéticas sea cubiertas con productos importados. Con el fin de avanzar hacia la

diversificación de las fuentes energéticas para garantizar la seguridad en el abastecimiento y la sostenibilidad, las energías renovables juegan un importante papel. (Plan Energético de Aragón (PEA) 2005-2012, 2005)

En 1997, el Libro Blanco para una Estrategia y un Plan de Acción Comunitarios, ya contemplaba duplicar las cuotas de energías renovables en el consumo interior bruto de energía en la UE, llevándola del 6% en ese año, al 12% en 2010.

Posteriormente, la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, la cual establece objetivos mínimos vinculantes para el conjunto de la Unión Europea y para cada uno de los Estados miembros. Concretamente, la Directiva establece como objetivo conseguir una cuota mínima del 20% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión Europea, y una cuota mínima del 10% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía en el sector del transporte en cada Estado miembro para el año 2020.

Además, la Directiva requiere que cada Estado miembro elabore y notifique a la Comisión Europea (CE), a más tardar el 30 de junio de 2010, un Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) para el periodo 2011-2020, con vistas al cumplimiento de los objetivos vinculantes que fija la Directiva. La Directiva 2009/28/CE es parte del denominado Paquete Europeo de Energía y Cambio Climático, que establece las bases para que la UE logre sus objetivos para 2020: un 20% de mejora de la eficiencia energética, una contribución de las energías renovables del 20% y una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del 20%. (PER 2011-2020, 2011)

Otra Directiva que tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética, concretamente en edificios, es la Directiva 2010/31/CE, que fomenta la eficiencia energética de los edificios de la UE, teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particulares locales, así como las exigencias ambientales interiores y la rentabilidad en términos coste-eficacia.

Por otro lado, la Directiva 2004/8/CE, relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía, tiene como objetivo establecer un marco común transparente para fomentar y facilitar la instalación de centrales de cogeneración en los lugares donde existe, o se prevé, una demanda de calor útil. Además de consolidar las instalaciones existentes y fomentar las nuevas, la Directiva tiene como

objetivo, a más largo plazo, las instalaciones de alto rendimiento, menos contaminantes. Para lograr el desarrollo sostenible de la actividad económica, política y social es necesario integrar el medio ambiente en la política energética de la Comunidad. Para controlar los efectos de la actividad energética en el entorno, se han formulado numerosas Directivas europeas en materia de contaminación, haciendo especial hincapié en las emisiones atmosféricas. (PEA 2005-2012, 2005)

En relación con este aspecto está la Directiva 2001/81/CE, sobre Techos de Emisión e determinados contaminantes atmosféricos (TNE), surge para hacer frente a la acidificación del medio ambiente debida a la emisión de contaminantes como el SO₂ y NO_x; y la Directiva 2010/75/CE, sobre emisiones industriales, que establece normas para la prevención y el control integrado de la contaminación procedente de actividades industriales. Esta Directiva, está muy relacionada con la Directiva 2008/1/CE, sobre Prevención y Control Integrado de la Contaminación (IPCC), en ambas se establecen también las normas para evitar o, cuando no sea posible, reducir las emisiones a la atmósfera, el agua y el suelo, y evitar la generación de residuos con el fin de alcanzar un nivel elevado de protección del medio ambiente considerado en su conjunto.

Sin duda alguna, la herramienta clave en la limitación de las emisiones contaminantes atmosféricas es la entrada en vigor, en 2005, del Protocolo de Kioto, en el que la Unión Europea se compromete a reducir en un 8% las emisiones totales medias de gases de efecto invernadero respecto a los niveles de 1990, durante el periodo comprendido entre 2008-2012. No obstante, a cada país se le otorgó un margen distinto en función de diversas variables económicas y medioambientales. De este modo, se creó un cierto desequilibrio ya que, algunos países, como Alemania, debían reducir sus emisiones (concretamente éste en un 21%) y otros, como España, podían aumentar sus emisiones estableciendo un máximo (en este caso un 15% de aumento).

Este desequilibrio se resuelve con la creación de un mercado para el comercio de estas emisiones. La Directiva 2003/87/CE (modificada parcialmente por la Directiva 2008/1/CE) regula esta situación estableciendo dos fases: una primera, en el periodo 2005-2007, en la que sólo se tiene en cuenta las emisiones de CO₂; y una segunda fase, durante el periodo de 2008-2012, en la que se contemplará el resto de GEI. (PEA 2005-2012, 2005)

1.2. PLANIFICACIÓN Y POLÍTICA ENERGÉTICA: CONTEXTO NACIONAL.

Desde 1998, el mercado eléctrico español se encuentra en un proceso de progresiva liberación, de acuerdo a las directrices que marca la Unión Europea, bien sea para actividades de producción o para actividades de comercialización de energía eléctrica.

Las actividades de transporte y distribución de energía eléctrica permanecen reguladas por la Ley 54/1997, del Sector Eléctrico, en la que se considera el carácter esencial del suministro eléctrico. Mantiene reguladas las actividades de transporte y distribución, dada su característica de monopolios naturales, pero liberaliza las actividades de generación y comercialización. La Ley 54/1997, se desarrolla en virtud de varios reglamentos, entre ellos el Real Decreto 2818/1998, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración. Dicho Real Decreto creó el marco regulatorio de este tipo de instalaciones estableciendo un régimen de incentivos para las mismas que les permitía situarse en competencia en un mercado libre. (PEA 2005-2012, 2005)

El Real Decreto 436/2004 va un poco más allá, y establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Este Real Decreto tiene como objetivo unificar la normativa referida a la producción de energía en régimen especial, en particular el régimen económico de las instalaciones. La principal aportación es instaurar las condiciones para adquirir, por el sistema eléctrico, energía de origen renovable y cogeneración. Define un sistema basado en la libre voluntad del titular de la instalación en régimen especial para elegir vender su producción o excedentes de energía eléctrica bien al distribuidor, recibiendo una retribución en forma de tarifa regulada, única para todos períodos de programación y basada en el precio del mercado de producción; o bien puede venderla directamente en el mercado diario, en el mercado a largo plazo o a través de un contrato bilateral.

La modificación del régimen económico y jurídico que regula el régimen especial vigente hasta el momento, se hace necesaria por varias razones: En primer lugar, el crecimiento experimentado por el régimen especial en los últimos años, unido a la experiencia acumulada durante la aplicación de los Reales Decretos 2818/1998, de 23 de diciembre y 436/2004, de 12 de marzo, ha puesto de manifiesto la necesidad de regular ciertos aspectos técnicos para contribuir al crecimiento de estas tecnologías, salvaguardando la seguridad en el sistema eléctrico y garantizando su calidad de suministro, así como para minimizar las

restricciones a la producción de dicha generación. El régimen económico establecido en el Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, debido al comportamiento que han experimentado los precios del mercado, en el que en los últimos tiempos han tomado más relevancia ciertas variables no consideradas en el citado régimen retributivo del régimen especial, hace necesario la modificación del esquema retributivo, desligándolo de la Tarifa Eléctrica Media o de Referencia, utilizada hasta el momento. Por último es necesario recoger los cambios normativos derivados de la normativa europea, así como del Real Decreto-ley 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético, que introduce modificaciones importantes en cuanto al régimen jurídico de la actividad de cogeneración.

El Real Decreto 661/2007, sustituye al 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 y da una nueva regulación a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, manteniendo la estructura básica de su regulación.

La Ley 34/1998, del sector de hidrocarburos, acaba el proceso de liberación del sector petrolífero, y además integra y homogeniza la normativa en esta materia. El suministro de este tipo de combustibles tiene una especial importancia para el desarrollo de la vida económica, por lo que el Estado debe velar por su seguridad y continuidad, y justifica las obligaciones de mantenimiento de existencias mínimas de seguridad.

Esta Ley establece la libre actividad para importar gas natural, reconoce la libre elección de suministrador para los llamados “consumidores cualificados” mediante la figura de los comercializadores, establece el libre acceso de terceros a las plantas de regasificación y a las redes de transporte y distribución, mantiene como actividades reguladas el transporte y distribución de gas natural, y suprime la concesión administrativa en la distribución de gas natural (PER 2005-2010, 2005).

Actualmente, los trabajos de planificación nacional, van orientados a preservar la calidad medioambiental con los principios de eficiencia, seguridad y diversificación de las actividades de producción, transformación, transporte y uso final de la energía.

Como respuesta al compromiso de desarrollo a alcanzar por las energías renovables, se aprobó el *Plan de Fomento de las Energías Renovables* para el periodo 2000-2010. Este plan recoge las principales estrategias a seguir para que el crecimiento de las energías renovables pueda cubrir, en su conjunto, al menos un 12% del consumo de energía primaria en 2010.

Dado que este plan obtuvo unos resultados insuficientes este fue sustituido por el *Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010*.

En 2003 se publicó el documento *Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012*, texto que fue sustituido por el *Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020*, este plan de acción da continuidad a los planes de ahorro y eficiencia energética anteriormente aprobados por el gobierno español. En él se analiza la situación actual de la oferta y la demanda energética y se estudia el potencial de mejora de la eficiencia energética, proponiendo unos programas de actuación para mejorarla.

Como se ha dicho anteriormente, la mejora de la eficiencia energética de los edificios es abordada por la Directiva 2010/31/CE. Su transposición a la legislación española se llevará a cabo mediante tres Reales Decretos: El Real Decreto por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación (CTE); el Real Decreto por el que se aprueba la Revisión del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE); y el Real Decreto por el que se aprueba la Certificación Energética de Edificios.

Siguiendo las directrices marcadas por la legislación europea, en España la protección del medio ambiente se contempla integrada en el desarrollo sostenible y en la evolución tecnológica. En el caso específico de la actividad energética, encontramos diversos textos que regulan la contaminación producida por el sector, sobre todo en el caso de las emisiones atmosféricas.

Un ejemplo es la Ley 16/2002, relativa a la prevención y control integrado de la contaminación, transposición de la Directiva 2008/1/CE. Esta Ley tiene como objeto reducir y controlar la contaminación del medio ambiente estableciendo un sistema de protección adecuado.

Esta Ley es modificada por la Ley 1/2005, que regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, y posteriormente el Real Decreto Ley 5/2005, de reformas urgentes para el impulso a la productividad y para la mejora de la contratación pública, introduce cambios en la Ley 1/2005.

En lo relativo al cumplimiento de Kyoto, esta última Ley transpone a la legislación la Directiva 2003/87/CE (derogada parcialmente por la Directiva 2008/1/CE). Esta Ley tiene como objetivo que las empresas españolas cumplan el compromiso de reducción de emisiones de GEI.

En el ámbito de la contaminación atmosférica encontramos el Real Decreto 430/2004, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (GIC), y se fijan ciertas condiciones para el control de las emisiones a la atmósfera de las refinerías de petróleo. Esta Ley es la transposición de la Directiva 2001/81/CE, derogada por la Directiva 2010/75/CE. Sin embargo, como esta última Directiva todavía no está transpuesta al sistema jurídico español, es la anterior Directiva la que marca los límites.

La Directiva 2003/87/CE, establece que cada estado miembro deberá elaborar un Plan Nacional de Asignación de Derechos de emisión, y en ella se establece el contenido de estos planes así como su procedimiento de aprobación. En España actualmente se encuentra vigente el segundo Plan Nacional de Asignación de Derechos de emisión (PNA II), para el periodo 2008-2012. Este PNA 2008-2012 se aprueba mediante el RD 1370/2006 y, para cumplir con el límite del 15% en el aumento de emisiones de España respecto a 1990, establece una asignación total de 152,25 Mt/CO₂ año, reduciendo un 19.8% lo asignado en el anterior PNA.

1.2.1. *Planificación energética anterior al año 2005.*

Con la apertura al exterior de la economía española a partir de 1959 el sector energético se vio profundamente afectado al poder acceder a un petróleo más barato en los mercados internacionales, lo que significó su utilización de manera intensiva en el proceso de desarrollo industrial que tuvo lugar en España durante la década de los sesenta. Este desarrollo industrial llevó consigo un aumento de la demanda de energía entre 1963/73 en un 128% (de 36,9 millones de Tec a 84 millones de Tec). Por primera vez el petróleo desplaza al carbón como principal fuente de energía en el balance energético nacional. A raíz de la crisis de 1973, originada por la guerra árabe israelí, surge una espectacular escalada de los precios de petróleo. Este acontecimiento se traduce en la necesidad de elaborar una planificación energética global ante la inseguridad del autoabastecimiento energético, para minimizar futuros riesgos (AZACÁRATE et al, 1996).

Así pues nace la necesidad de la elaboración del primer Plan Energético Nacional (PEN) español en 1975 cuyo objetivo era reducir la dependencia del petróleo fomentando la energía nacional, el carbón y la energía hidroeléctrica. Los objetivos de este PEN eran demasiado utópicos por lo que dos años más tarde se creó otro Plan, con unos objetivos más realistas y con una vigencia prevista de 10 años, aunque nunca entró en vigor, aunque sirvió de base para

crear el tercer PEN. Un año después, en 1978, se creó el tercer PEN que contaba con el mismo objetivo que los anteriores solo que, apoyaba el uso de energía nuclear como fuente de energía para lograr el autoabastecimiento energético.

En definitiva, estos primeros planes energéticos, y sus posteriores revisiones centraban el consumo energético exclusivamente en los combustibles fósiles, con una creciente participación de la energía nuclear. (AZACÁRATE et al, 1996)

Al ser el carbón prácticamente el único recurso energético fósil presente en España y ser el uso de éste insuficiente para conseguir la independencia exterior de la energía, hace que sea necesario plantearse otras fuentes de energía. Esto, sumado a la preocupación por el deterioro del medio ambiente y al agotamiento de las fuentes de energía fósiles hace que, las energías renovables tomen un papel muy importante en los sucesivos Planes Energéticos, como apoyo a las energías convencionales, para conseguir una independencia energética a pequeña escala.

Sin embargo, existe un conjunto de características de las energías renovables que van a limitar y dificultar su utilización y aprovechamiento, como son:

- El desigual reparto por las distintas zonas del mundo
- Por su carácter discontinuo, la captación de energía se realiza de forma secuencial, con paradas frecuentes en la alimentación energética.
- Son aleatorias, es decir, dependen de las condiciones meteorológicas que aún no pueden predecirse con exactitud, por lo que es difícil saber cuánto tiempo van a poder ser utilizadas. (AZACÁRATE et al, 1996)

En este nuevo contexto de crecimiento de las fuentes de energía renovables aparece el Plan de Energías Renovables (PER) 1991-2000, que se estructura en 5 campos de actuación: escenario internacional, demanda energética, oferta energética, energía y medio ambiente y política de I+D. Además, este PEN cuenta con dos programas en sus anexos: el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética (PAEE) y el Plan General de Residuos Radiactivos. El PAEE responde a los siguientes problemas: escasa dotación en recursos energéticos (sobre todo en petróleo), necesidad de mejora de la competitividad de los sectores energéticos y necesidades medioambientales.

El PAEE se estructura en cuatro programas de actuación:

- Programa de ahorro. Supone disminuir la demanda manteniendo el nivel de bienestar.
- Programa de sustitución. Supone cambiar de productos como petróleo o carbón a gas.
- Programa de cogeneración: Supone aprovechar el calor residual para producción de energía eléctrica.
- Programa de energías renovables. Que supone una mejora medioambiental por la sustitución de energías fósiles un impulso de nuevas tecnologías y una contribución al autoabastecimiento y por tanto a la dependencia energética.

Las instituciones europeas en colaboración con los gobiernos de los países de la Unión crean programas a nivel Europeo para fomentar el desarrollo de las fuentes de energías renovables. Uno de los mayores problemas de las energías renovables es su elevado coste, que las hacen en muchos casos, inaccesibles. Por ello desde el Instituto de Diversificación y Ahorro Energético (IDAE) se pretende informar y concienciar de la necesidad del uso de este tipo de energías para potenciar su uso y por tanto aumentar su demanda y conseguir unos precios más competitivos con las energías tradicionales.

Posteriormente el Ministerio de Ciencia y tecnología, en colaboración con el IDAE, elabora el Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010. Este plan recoge los elementos y orientaciones para que el uso de energías renovables crezca lo suficiente como para que en su conjunto, las energías renovables cubran como mínimo el 12% del consumo de energías primaria en 2010. Este documento se estructura a lo largo de nueve capítulos a lo largo de los cuales se explica tanto la situación actual y las previsiones de los años de consumo de energías renovables y los mecanismos y fuentes de financiación que sustentan los objetivos de crecimiento, así como las tecnologías de aprovechamiento de las energías renovables y las barreras que limitan la entrada de estas fuentes de energía en el mercado.

El Plan comienza exponiendo la necesidad del mismo por tres motivos principales, el primero garantizar el suministro energético, disminuyendo la dependencia del exterior y respetando el medio ambiente; el segundo la obligación establecida por el protocolo de Kioto a reducir las emisiones de CO₂; y la tercera los beneficios sobre el empleo y el tejido industrial que supone la introducción de energías renovables en el sistema económico.

Sin embargo, los objetivos marcados en este Plan de Fomento estaban asociados a una evolución energética que no se cumplió en la realidad ya que, aunque desde la entrada en vigor de este Plan hasta el año 2004 el consumo de energías renovables había aumentado mucho no era lo suficiente para alcanzar los objetivos fijados y, durante ese periodo de tiempo, el consumo de energía primaria y la intensidad energética habían crecido muy por encima de lo previsto.

En este sentido, se procedió a revisar este Plan de Fomento de Energías Renovables con la creación de un nuevo Plan: El Plan de Energías Renovables (PER) en España. Con esta revisión se pretende conseguir el objetivo marcado por el anterior Plan: Cubrir con fuentes renovables al menos el 12% del consumo total de la energía en 2010.

1.2.2. *Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010.*

Además de continuar con el objetivo marcado por el Plan anterior el PER añade otros dos objetivos a conseguir en el año 2010: Un 29,4% de generación eléctrica producida con energías renovables y, un 5,75% como mínimo de venta de biocombustibles para el transporte a final de 2010.

El análisis detallado del consumo de energía y de los factores que inciden en él, junto a la formulación de escenarios, resultan básicos para vislumbrar la posible evolución futura y establecer e integrar los objetivos de la política energética de acuerdo con las perspectivas de evolución de la estructura energética general. (PER 2005-2010, 2005)

A lo largo de la ejecución de este plan, se realizó un análisis exhaustivo de las posibilidades de desarrollo de cada área renovable y para ello se establecieron tres escenarios posibles de evolución para cada una de estas áreas: Escenario actual (que resulta insuficiente para alcanzar los objetivos marcados), escenario probable (que considera la evolución más probable durante los próximos años, teniendo en cuenta la adopción de una serie de medidas que permite superar barreras) y escenario óptimo (considera unos umbrales de crecimiento muy altos, dentro de lo potencialmente alcanzable. Supone la adopción de medidas inmediatas que consiguen alcanzar esas altas tasas de incremento). Posteriormente se definieron posibles escenarios de evolución energética general que quedaron resumidos en dos: Escenario tendencial (perspectiva futura más probable sin cambios sobre la política

energética actual) y escenario de eficiencia (considera las mejoras de eficiencia en los sectores de consumo final que contempla la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012).

Para comparar escenarios y para realizar la planificación se considera la producción teórica, correspondiente a un año medio, calculada a partir de las potencias reales de cada área energética y no la producción real. De esta manera se consiguen eliminar los fallos que introduciría la mayor o menor disponibilidad de recursos eólicos, solares o hídricos del año de referencia en los sucesivos años para los que está planteado el plan.

Tras realizar un análisis exhaustivo de todos los escenarios en cada una de las áreas renovables se obtiene la conclusión de que: Para el escenario energético tendencial, el desarrollo de las áreas energéticas en el escenario probable alcanza el 12% de cobertura, por tanto se cumple el objetivo marcado. Esto quiere decir que el escenario probable y el escenario energético tendencial son el escenario del PER.

Producción en términos de Energía Primaria (ktep)				
	2010			
	Escenarios de Energías Renovables			
	Actual	Probable	Optimista	
TOTAL ÁREAS ELÉCTRICAS	5.973	7.846	13.574	17.816
TOTAL ÁREAS TÉRMICAS	3.538	3.676	4.445	5.502
TOTAL BIOCARBURANTES	228	528	2.200	2.528
TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES	9.739	12.050	20.220	25.846

<i>Escenario Energético: Tendencial</i>				
Consumo de Energía Primaria (ktep)	141.567	166.900	167.100	167.350
Energías Renovables / Energía Primaria (%)	6,9%	7,2	12,1	15,4

<i>Escenario Energético: Eficiencia</i>				
Consumo de Energía Primaria (ktep)	141.567	159.807	160.007	160.257
Energías Renovables / Energía Primaria (%)	6,9 %	7,5 %	12,6 %	16,1 %

(1) Datos provisionales. Para energía hidráulica, eólica, solar fotovoltaica y solar térmica, se incluye la producción correspondiente a un año medio, a partir de las potencias y superficie en servicio a 31 de diciembre , de acuerdo con las características de las instalaciones puestas en marcha hasta la fecha , y no el dato real de 2004. No incluidos biogás térmico y geotermia, que en 2004 representan 28 y 8 ktep.

Figura 1: Cuadro de estudio de los escenarios del PER 2005- 2010. Fuente: PER 2005-2010.

Posteriormente se realiza un análisis de los objetivos a alcanzar por cada una de las áreas técnicas, o tipo de energía renovable, que propone este plan. Sin embargo, y para centrar el trabajo, tan sólo se va a mencionar lo relativo a energía eólica y biomasa.

1.2.2.1. Área de biomasa.

A finales de 2004 en España, el consumo de biomasa ascendió hasta 4167 ktep (tep: toneladas equivalentes de petróleo), siendo uno de los sectores de mayor consumo el doméstico, con casi la mitad de total:

SECTOR	TEP	%
Doméstico	2.056.508	49,4%
Pasta y papel	734.851	17,6%
Madera, muebles y corcho	487.539	11,7%
Alimentación, bebidas y tabaco	337.998	8,1%
Centrales de energía eléctrica (no CHP)	254.876	6,1%
Cerámica, cemento y yesos	129.013	3,1%
Otras actividades industriales	57.135	1,4%
Hostelería	30.408	0,7%
Agrícola y ganadero	21.407	0,5%
Servicios	19.634	0,5%
Productos químicos	16.772	0,4%
Captación, depuración y distribución de agua	15.642	0,4%
Textil y cuero	5.252	0,1%
TOTAL	4.167.035	

Figura 2: Consumo de biomasa en España desagregado por sectores (2004). Fuente: PER 2005-2010.

Las comunidades autónomas que en 2004 registraban un mayor consumo eran Andalucía, Galicia y Castilla y León, debido a, por ejemplo, presencia de empresas consumidoras de grandes cantidades de biomasa o al gran desarrollo del sector forestal.

El sector de la biomasa se puede analizar también por tipo de aplicación: térmica o eléctrica. El Plan de Fomento anterior tenía como objetivo un incremento de la aportación de los usos térmicos en 900000 tep durante el periodo 1999-2010. Este objetivo era demasiado optimista puesto que, en 2004, según refleja el PER 2005-2010, sólo se habían alcanzado 69446 tep. En aplicaciones eléctricas, los datos eran todavía más pesimistas, el Plan de Fomento establecía un incremento de 5100000 tep para 2010, aunque, en 2004 se había alcanzado un incremento total de 468856 tep. En 2004, el recurso mayoritariamente empleado en los proyectos que utilizan biomasa (tanto con aplicaciones eléctricas como térmicas) son los residuos de industrias forestales y agrícolas, frente a otros recursos como los residuos forestales, agrícolas o los cultivos energéticos.

La explotación de la biomasa difiere tanto en el tipo de biomasa usada (cuyas características se explicarán más adelante) como en la zona del país en la que esta explotación es viable:

- a) Residuos forestales: La explotación de este tipo de recurso debe centrarse en las Comunidades Autónomas de Castilla y León y Galicia, ya que, su elevado porcentaje de superficie forestal y la gran actividad de la industria maderera permiten que se instalen proyectos de aprovechamiento de la biomasa. Entre estas dos Comunidades Autónomas superan el 40% del potencial nacional de biomasa procedente de residuos forestales. (PER 2005-2010, 2005)



Comunidad	Res. Forestales (tep)	Porcentaje	Recursos existentes (tep)	Recursos existentes (t)
Andalucía	124.380	9,1%	0	0
Aragón	98.058	7,1%	0	0
Asturias	34.238	2,5%	0	0
Baleares	0	0%	0	0
Canarias	0	0%	0	0
Cantabria	25.823	1,9%	0	0
Castilla-La Mancha	113.156	8,2%	0	0
Castilla-León	387.868	26,8%	387.868	1.050.480
Cataluña	92.320	6,7%	0	0
Valencia	54.851	4%	0	0
Extremadura	134.338	9,8%	0	0
Galicia	220.481	16,1%	220.481	629.889
La Rioja	12.454	0,9%	0	0
Madrid		0,9%	0	0
Navarra		1,4%	0	0
País Vasco		2,5%	0	0
Región de Murcia		2,1%	0	0
TOTAL	1.373.428		588.129	1.680.369

Figura 3: Residuos forestales en España por Comunidad Autónoma. Fuente: PER 2005-2010.

- b) Residuos agrícolas leñosos: Las Comunidades Autónomas definidas como zonas prioritarias de utilización de este tipo de recurso, son aquellas que destinan gran parte de su superficie al cultivo de especies leñosas dentro del sector agrícola en comparación con el resto de España. Estas Comunidades son: Cataluña, Valencia, Castilla La Mancha y Andalucía; que generan cerca del 68% del potencial nacional de biomasa procedente de residuos agrícolas leñosos. (PER 2005-2010, 2005)



Comunidad	Res. Forestales (tep)	Porcentaje	Recursos existentes (tep)	Recursos existentes (t)
Andalucía	286.740	26,6%	286.740	782.114
Aragón	84.930	8,5%	0	0
Asturias	2.470	0,2%	0	0
Baleares	13.240	1,3%	0	0
Canarias	3.020	0,3%	0	0
Cantabria	0	0,0%	0	0
Castilla-La Mancha	145.510	14,5%	145.510	415.743
Castilla-León	22.850	2,3%	0	0
Cataluña	129.170	12,9%	129.170	389.057
Valencia	145.160	14,5%	145.160	414.743
Extremadura	64.780	6,5%	0	0
Galicia	6.240	0,6%		
La Rioja	31.310	3,1%	0	0
Madrid	7.410	0,7%	0	0
Navarra	11.530	1,1%	0	0
País Vasco	3.240	0,3%	0	0
Región de Murcia	66.360	6,6%	0	0
TOTAL	1.003.970		686.580	191.657

Figura 4: Residuos agrícolas leñosos en España por Comunidad Autónoma. Fuente: PER 2005-2010.

- c) Residuos agrícolas herbáceos: Las comunidades que se establecen como prioritarias para el uso de este tipo de residuos agrícolas son: Castilla y León, Castilla La Mancha y Andalucía. En estas Comunidades Autónomas se genera más del 65% del potencial nacional de biomasa procedente de residuos agrícolas herbáceos. (PER 2005-2010, 2005)



Comunidad	Res. Agr. Herbáceos (tep)	Porcentaje	Recursos existentes (tep)	Recursos existentes (t)
Andalucía	1.152.960	14,7%	1.152.960	3.294.171
Aragón	730.930	9,3%	0	0
Asturias	2.180	0,0%	0	0
Baleares	21.880	0,3%	0	0
Canarias	2.030	0,0%	0	0
Cantabria	1.830	0,0%	0	0
Castilla-La Mancha	1.188.480	15,1%	1.188.480	3.395.857
Castilla-León	2.863.020	36,4%	2.863.020	8.180.057
Cataluña	605.670	7,7%	0	0
Com. Valenciana	97.490	1,2%	0	0
Extremadura	380.510	4,8%	0	0
Galicia	181.380	2,3%	0	0
La Rioja	97.830	1,2%	0	0
Madrid	101.100	1,3%	0	0
Navarra	331.110	4,2%	0	0
País Vasco	92.170	1,2%	0	0
Región de Murcia	15.480	0,2%	0	0
TOTAL	7.866.030		5.204.460	14.869.886

Figura 5: Residuos agrícolas herbáceos en España por Comunidad Autónoma. Fuente: PER 2005-2010.

- d) Residuos de industrias forestales y agrícolas: Dada la importancia de la industria del aceite de oliva en este tipo de residuos, las Comunidades Autónomas que deben utilizar este tipo de residuos son las que condensan la mayoría de la producción de aceite de oliva, como por ejemplo: Andalucía (en concreto la provincia de Jaén) (PER 2005-2010, 2005).



Comunidad	Recursos industriales potenciales (tep)	Recursos industriales utilizados (t)
Andalucía	1.084.180	517.148
Aragón	103.621	46.449
Asturias	79.230	97.162
Baleares	26.240	6.993
Canarias	32.251	0
Cantabria	14.247	10.381
Castilla-La Mancha	156.235	121.757
Castilla-León	125.511	117.732
Cataluña	247.198	238.924
Valencia	199.224	86.832
Extremadura	69.047	20.078
Galicia	366.138	161.044
La Rioja	14.206	15.788
Madrid	59.894	11.749
Navarra	107.090	65.927
País Vasco	226.654	145.957
Región de Murcia	38.053	21.079
TOTAL	2.949.000	1.685.000

Nota: La estimación de residuos industriales potenciales se ha realizado teniendo en cuenta los datos del Plan de Fomento de las Energías Renovables, que sólo evaluó las industrias asociadas a la producción de aceite y las industrias forestales. Esto implica que el potencial real de residuos industriales es superior al indicado en esta tabla.

Figura 6: Residuos de industrias forestales y agrícolas en España por Comunidad Autónoma. Fuente: PER 2005-2010.

- e) Cultivos energéticos: Las Comunidades Autónomas que son aptas para la producción de este tipo de cultivos son aquellas en las que la superficie agrícola destinada a cultivos supone un porcentaje importante del total como Andalucía, Castilla La Mancha, Castilla y León y Aragón (PER 2005-2010, 2005).



Comunidad	Cultivos energéticos (tep)	Porcentaje	Recursos existentes (tep)	Recursos existentes (t)
Andalucía	1.061.828	18,4%	1.061.828	2.949.522
Aragón	716.299	12,4%	716.299	1.989.719
Asturias	0	0%	0	0
Baleares	0	0%	0	0
Canarias	0	0%	0	0
Cantabria	0	0%	0	0
Castilla-La Mancha	1.130.223	19,6%	1.130.223	3.139.508
Castilla-León	1.700.445	29,5%	1.700.445	4.723.458
Cataluña	277.007	4,8%	0	0
Valencia	0	0%	0	0
Extremadura	383.940	6,7%	0	0
Galicia	0	0%	0	0
La Rioja	23.118	0,4%	0	0
Madrid	96.940	1,7%	0	0
Navarra	194.959	3,4%	0	0
País Vasco	55.591	1%	0	0
Región de Murcia	138.213	2,2%	0	0
TOTAL	5.768.563		4.608.795	12.802.208

Figura 7: Cultivos energéticos en España por Comunidad Autónoma. Fuente: PER 2005-2010.

1.2.2.2. Área de eólica.

La energía eólica es el área que se desarrolló con mayor rapidez en España en el periodo de validez de este PER debido a una importante iniciativa empresarial en un mercado que presentaba excelentes expectativas y unas buenas perspectivas de evolución en un futuro muy próximo. Los siguientes factores son los que impulsaron este rápido desarrollo:

- Amplio potencial eólico sin explotar.
- Normativa favorable a conseguir una mayor penetración eólica que permitió consolidar la confianza y el interés de los promotores.
- Existencia de tecnología y capacidad de desarrollo de fabricación a nivel nacional.
- Las planificaciones de los Gobiernos autonómicos eran capaces de soportar los objetivos planteados en el Plan.
- Se incorporaron mejoras tecnológicas en el comportamiento de los aerogeneradores frente a la red, que permitía una gran penetración de la energía eólica sin afectar a la seguridad de abastecimiento eléctrico.

Durante 2004, se pusieron en explotación en España 1920 MW, cifra que supera notoriamente el valor medio anual previsto en el Plan de Fomento para el periodo 2000/2006, cifrado en 597 MW. En la siguiente figura se representa la potencia eólica instalada por Comunidades Autónomas a finales de 2004:



Figura 8: Potencia eólica instalada por Comunidades Autónomas, a 31/12/2004. Fuente: PER 2005-2010.

Las Comunidades Autónomas con mayor presencia de energía eólica son Galicia, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Aragón y Navarra. Algunas regiones como Aragón, Andalucía, Canarias, Cataluña y Galicia, abrieron el camino al desarrollar de esta fuente de energía desde principios de los años noventa. Otras lo hicieron más adelante, pero con un crecimiento muy fuerte como las dos Castillas. (PER 2005-2010, 2005).

Algunas Comunidades se plantearon objetivos especialmente ambiciosos: Andalucía (4000 MW en 2010), Cataluña (3000 MW en 2010), Castilla y León (6700 MW en 2010), Galicia (6300 MW en 2010), Castilla-La Mancha (4450 MW en 2011), Aragón (4000 MW en 2012), Canarias (893 MW en 2010) y la Comunidad Valenciana (2359 MW en 2010).

En términos de generación de empleo, se estima que la energía eólica hasta finales de 2004, permitió la creación de unos 95000 puestos de trabajo por año. Esta generación de trabajo está asociada al diseño, fabricación y montaje de instalaciones eólicas, siendo de ellos aproximadamente 24000 empleos directos y 71000 indirectos. Además, las labores de mantenimiento de los parques eólicos hasta este mismo año crearon unos 1450 empleos. (PER 2005-2010, 2005).

1.2.3. Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020.

Una vez concluido el periodo de validez del PER 2005-2010 y teniendo por meta cumplir con los objetivos establecidos para el año 2020 por la Directiva 2009/28/CE, al menos que un 20% de la energía proceda de fuentes de energía renovables para Europa y para algunos países, entre ellos España, y que al menos un 10% de la energía consumida en transportes provenga de energías renovables en todos los estados miembros, en España se elaboró el PER 2011-2020.

El objetivo global de este Plan, que se estructura en 13 capítulos y 3 anexos, es que la participación de las energías renovables sea, en el año 2020, del 20,8%, cumpliendo así con lo que se recoge en la Ley 2/2011, de Economía Sostenible que fija los mismos objetivos que la Directiva nombrada anteriormente.

De acuerdo con la Ley 9/2006, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente, que establece la necesidad de llevar a cabo una Evaluación Ambiental Estratégica, entendida como un instrumento de prevención, que permita la

integración de los aspectos ambientales en la toma de decisiones, se ha elaborado un Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA) de este PER 2011-2020 y una Memoria Ambiental.

Esta última valora la integración de los aspectos ambientales en la propuesta de Plan y el ISA contempla el diagnóstico ambiental del ámbito territorial de la aplicación del PER 2011-2020; la consideración de la normativa en el marco de planificación de las energías renovables; la identificación de los aspectos ambientales relevantes para la planificación de las energías renovables con un horizonte a 2020; seguimiento ambiental del Plan, etc.

Actualmente, España se encuentra en una fase de consolidación y desarrollo de las energías renovables, el sólido marco normativo que se ha creado en los últimos años potencia la instalación de energías renovables, prioriza la innovación y da estabilidad y flexibilidad para la incorporación de nuevas tecnologías. Aunque no se cumplieron los objetivos establecidos en el PER 2005-2010, se aumentó considerablemente el porcentaje de consumo de energía primaria de energías renovables, así se pasó de un 6,3% en 2004 a un 11,3% en 2010.

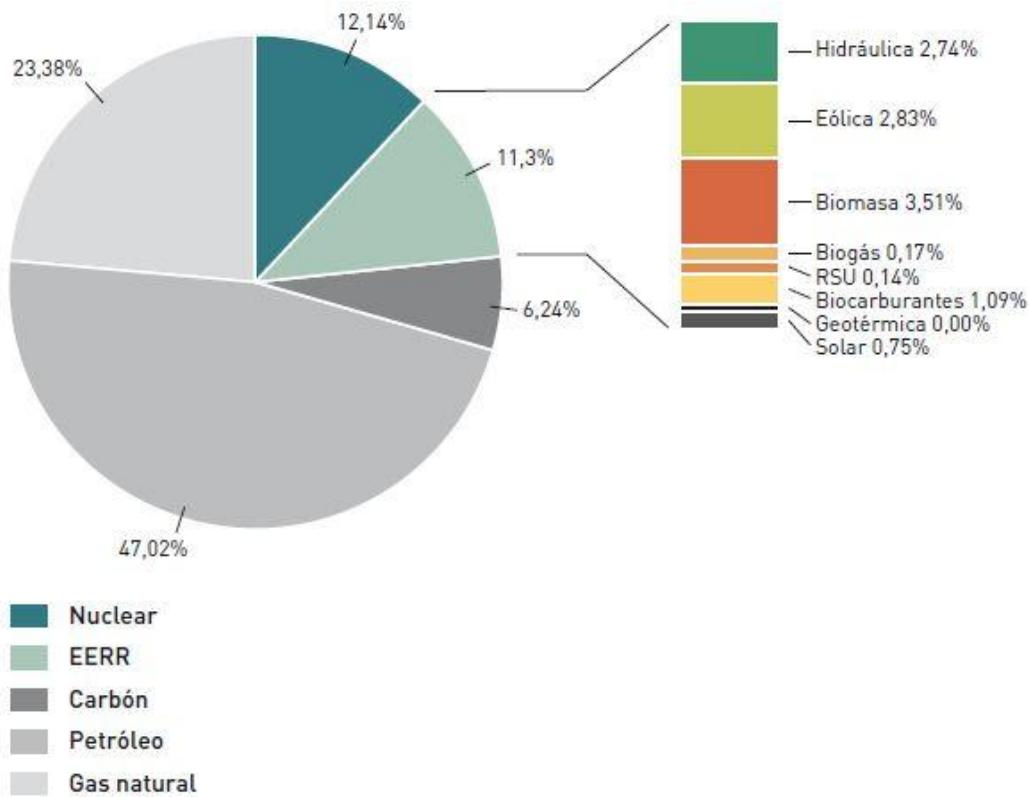


Figura 9: Consumo de energía primaria en 2010. Fuente: PER 2011-2020.

Sin embargo, no todas las áreas renovables se han desarrollado a la misma velocidad. Así como la energía fotovoltaica ha tenido un crecimiento muy superior al previsto, la biomasa tanto para usos térmicos como eléctricos ha registrado un crecimiento muy bajo. No cabe duda de que la biomasa se está desarrollando más lentamente que energías renovables como la fotovoltaica o la eólica. Sin embargo, estos datos no son del todo ciertos ya que, la metodología usada para el cálculo de energía primaria, penaliza las áreas de generación directa de electricidad (hidráulica, eólica y fotovoltaica), cuyos procesos de transformación a electricidad se considera tienen rendimientos del 100%, frente a las que incluyen procesos térmicos (por ejemplo, biomasa), que al tener rendimientos muy inferiores, requieren cantidades muy superiores de energía primaria para producir la misma electricidad.

Como ejemplo para ilustrar esta penalización: si la generación de electricidad que ha habido en 2010 en España con energía solar fotovoltaica se hubiera producido en centrales de biomasa, su energía primaria asociada habría sido cerca de cinco veces mayor, y la contribución de las energías renovables al consumo de energía primaria habría resultado más de 1,5 puntos porcentuales superior al 11,3% registrado. (PER 2011-2020, 2011)

Así mismo, la generación de electricidad mediante fuentes de energía renovables ha experimentado un fuerte crecimiento durante la vigencia del PER 2005-2010, especialmente la eólica, fotovoltaica y solar termoeléctrica. Como se puede observar en el siguiente gráfico, la aportación de las energías renovables al consumo bruto de electricidad en 2010 fue de un 32,3% frente al 17,9% de aportación del año 2004 (dato calculado de acuerdo a la metodología de establecimiento de objetivos del PER 2005-2010, esto es, sobre el consumo bruto de electricidad, que se calcula restando las exportaciones y sumando las importaciones de electricidad a la producción bruta).

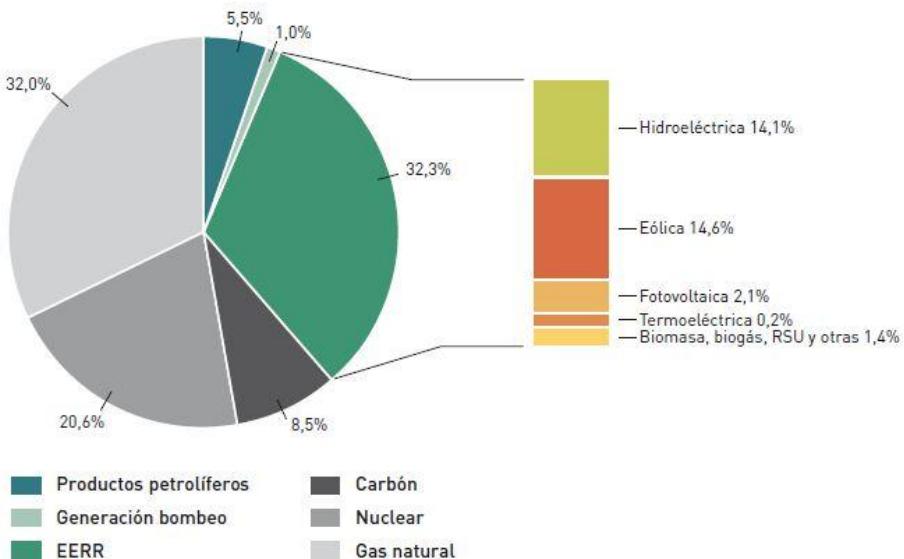


Figura 10: Estructura de producción eléctrica en 2010. Fuente: PER 2011-2020.

En el ámbito de los combustibles utilizados en transportes, y con el objetivo de asegurar que las mezclas de biocarburantes con carburantes fósiles lleguen al consumidor y por tanto aumentar el consumo de biocarburantes, se estableció una obligación de uso de biocarburantes (mediante la Ley 12/2007), incluida como reforma de la Ley del Sector de Hidrocarburos. Esta obligación que se desarrolla mediante la Orden Ministerial ITC/2877/2008, pretende conseguir el uso obligatorio de los biocarburantes en 2010 y por tanto cumplir con los objetivos marcados en el PER para ese año.

Gracias a la nombrada Orden Ministerial, en los últimos años ha crecido el consumo de biocarburantes en España, pasando de representar el 0,39% del consumo energético en el sector del transporte en 2004 al 4,99% en 2010 (el objetivo para 2010 era del 5,83%). Aunque el aumento del consumo de biocarburantes ha sido considerable, existen barreras importantes a la comercialización de los mismos. (PER 2011-2020, 2010)

Al igual que en el PER 2005-2010, se definen unos escenarios de evolución para el estudio de cada una de las áreas renovables. En este Plan y de acuerdo con la Directiva 2009/28/CE y la Decisión 30/6/2009, se definen dos escenarios: Un escenario de referencia (que tiene en cuenta las mejoras en eficiencia energética hasta 2010) y un escenario de eficiencia energética adicional (que contempla las mejoras derivadas del Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020). Estos escenarios pueden variar a lo largo del tiempo, tanto por cambios en el crecimiento económico, como en la población o en el precio del gas natural

o del petróleo. En el mismo PER se incluye un procedimiento para, en el caso de que sea necesario, se revise el escenario energético. Las conclusiones y datos del PER se dan sólo en relación al escenario de eficiencia energética adicional.

El PER 2011-2020 contempla 87 propuestas, de las cuales, casi la mitad son propuestas horizontales a todas las tecnologías y el resto sectoriales. Todas estas propuestas pueden agruparse en cinco grandes grupos: marcos de apoyo, propuestas económicas, propuestas normativas, actuaciones en infraestructuras energéticas y acciones de planificación, promoción, información, formación y otras.

Dentro de los marcos de apoyo (se entiende por marco de apoyo el conjunto estructurado de instrumentos jurídicos, económicos, técnicos y de otro tipo, tendente al fomento de la utilización de fuentes de energía renovables, favoreciendo su competitividad frente a las energías convencionales y su integración en el modelo productivo y en el sistema energético) se enmarcan tres sistemas: Régimen especial de generación eléctrica con renovables (principal instrumento de apoyo a la electricidad renovable); ICAREN (Incentivos al Calor Renovable), nuevo sistema diseñado para mejorar el desarrollo de energías renovables para usos térmicos; y balance neto de electricidad, nuevo sistema para el fomento de la generación distribuida y la compensación de saldos entre consumidor y compañía.

Dentro de las propuestas económicas se pueden diferenciar: las relativas a la ayuda pública a la inversión en proyectos y actuaciones; y las relativas a la financiación. Dentro del primer tipo hay 7 líneas de ayuda bien diferenciables como por ejemplo ayuda a la investigación y el desarrollo, a la inversión para la generación de biogás agroindustrial, etc. Hay 6 tipos de líneas diferentes en las propuestas económicas relativas a la financiación entre las que se pueden distinguir: programas de financiación a la investigación y el desarrollo de nuevos prototipos, proyectos de demostración de desarrollos tecnológicos innovadores con energías renovables, etc. Tras los marcos de apoyo y las propuestas de tipo económico, el tercer gran grupo de iniciativas es el de propuestas normativas, entre ellas: modificación del código técnico de edificación, elaboración de un Programa Nacional de Desarrollo Agroenergético, etc. Además, el Plan recomienda una serie de actuaciones con el objetivo de favorecer la integración de las energías renovables dentro de las infraestructuras energéticas. Por sectores, estas serían: Actuaciones dentro del ámbito de infraestructuras eléctricas (para una mayor y mejor integración de las energías renovables en el sistema eléctrico), actuaciones relativas a la introducción del biogás en redes de transporte de gas natural (para potenciar el uso del mismo) y actuaciones relativas a la presencia de biocarburantes en la logística de

hidrocarburos. Por último, el grupo de planificación, promoción, información, formación y otras, recoge alrededor de treinta propuestas de diversos tipos entre las que destacan las enfocadas en el análisis de instrumentos para introducción de cultivos energéticos. (PER 2011-2020, 2011)

Un elemento que puede ayudar a España a alcanzar los objetivos energéticos del Plan es el uso de los mecanismos de cooperación a los que se refieren los artículos del 6 al 11 de la Directiva 2009/28/CE, que aportan flexibilidad para alcanzar los objetivos nacionales mediante la cooperación con otros Estados miembros o con terceros países.

Un balance socioeconómico del Plan requiere la consideración de toda una serie de variables, algunas de las cuales de difícil ponderación. Por ello, lo más inmediato y obligado es llevar a cabo la evaluación económica más directa correspondiente a las nuevas instalaciones a poner en marcha en el periodo de validez de este Plan, es decir, la inversión asociada a esas instalaciones y los apoyos previstos para estimular tales inversiones.

El PER prevé promover una inversión durante la próxima década que supera los 62000 millones de euros, de los cuales más de 55000 se corresponden con instalaciones de generación de electricidad con fuentes renovables y más de 6000 millones con instalaciones para usos térmicos. En cuanto a los apoyos necesarios, el PER contempla un coste para la Administración de aproximadamente 1260 millones de euros y un coste para el sector privado inferior a los 23500 millones de euros.

El coste para la Administración está integrado por tres tipos diferentes de propuestas: las ayudas públicas, con más de 1000 millones de euros, el coste imputado a la financiación que se ha estimado en 155 millones de euros; y a medidas de información, formación, planificación... etc. a las que se les estima un coste de 67 millones de euros.

En lo que respecta al sector privado hay dos propuestas claramente diferenciadas: las cantidades a abonar en concepto de primas equivalentes a la generación de electricidad con energías renovables, lo que supone un coste de aproximadamente 23250 millones de euros; y los incentivos al calor renovable a través del sistema ICAREN, que está previsto que entre en vigor en este año 2012 y que representan un apoyo acumulado a lo largo de todo el periodo de aplicación del Plan inferior a 200 millones de euros.

	Inversión				Coste para la administración				Coste para el sector privado			Total de costes
	Áreas eléctricas	Áreas térmicas	Biocarburantes	Inversión total	Ayudas públicas a la inversión	Financiación	Otras medidas (información, formación..)	Subtotal Administración	Primas electricidad renovable	Incentivos al calor renovable	Subtotal sector privado	
Total 2011-2020 (millones de euros)	55743	6279	775	62797	1037	155	67	1259	23235	191	23426	24686

Figura 11: Inversión y apoyo previsto para el periodo 2011-2020. Fuente: Elaboración propia.

Un Plan de las características además de los beneficios económicos que pueda reportar, también presenta ventajas entre las que cabe destacar las sociales y las ambientales, que es preciso considerar para hacer un balance de los efectos del Plan.

Es lógico pensar que el Plan presenta una serie de ventajas económicas que podrían denominarse directas y que son cuantificables aunque, al hablar de perspectivas de futuro siempre hay que comprender que éste está sujeto a posibles cambios por la evolución de la situación en la que se desarrolla. Estas ventajas son la reducción de importaciones de energía, de especial importancia las de gas natural y las de gasóleo; y los ahorros derivados por la reducción de emisiones de CO₂. Como se puede observar en el siguiente cuadro los beneficios superan a los costes.

Beneficios (millones de euros)		Costes (millones de euros)		
Menor importación de gas natural		17412	1037	Ayudas públicas a la inversión
Menor importación de gasóleo		7125	155	Costes de financiación
Ahorros por reducción de consumo de gasolina		981	67	Otros gastos
Ahorros por reducción de emisiones de CO ₂		3567	23235	Prima equivalente a régimen especial
		191	Sistema de incentivos al calor renovable	
		99	Menor recaudación en Impuesto de Hidrocarburos (*)	
TOTAL		29085	24784	TOTAL

(*) Menor recaudación en Impuesto de Hidrocarburos correspondiente a biocarburantes. Partida que proviene del PER anterior y finaliza en 2013.

Figura 12: Balance económico de efectos directos PER 2011-2020. Fuente: Elaboración propia.

Otros beneficios a considerar, aunque su cuantificación sea más complicada son los sociales y ambientales. Por ejemplo se estima que en el periodo de vigencia del PER se creen 302865 empleos vinculados a las energías renovables, y se eviten alrededor de 170 Mt de CO₂.

Actualmente, las energías renovables son muy caras por lo que no resultan una alternativa competitiva frente a las energías convencionales en el mercado eléctrico. Se espera que el precio de las energías renovables baje para que comiencen a ser rentables, aunque esto depende de la evolución y precio de dichas tecnologías así como de la evolución del mercado, por lo que no se puede determinar la fecha en la que comenzarán a ser una alternativa viable. Algunas energías renovables más consolidadas como la eólica, ya resultan competitivas a día de hoy. Sin embargo, otras menos desarrolladas como la geotérmica o biomasa de aprovechamiento de residuos de industrias forestales se espera que lo consigan a partir de 2020.

Sin embargo, para alcanzar los objetivos que pretende este plan se necesita intensificar los esfuerzos en el ámbito de I+D+i energética. En este sentido, el Plan recoge los ámbitos prioritarios de actuación divididos sectorialmente. Más adelante se detallan los objetivos concretos para cada una de las áreas.

Los objetivos que plantea la Directiva 2009/28/CE, y que se pretenden conseguir con la implantación de este PER 2011-2020, deben ser vigilados por la Administración y por tanto, el Plan contiene un sistema de seguimiento y control que garantice que se está llevando a cabo lo necesario para conseguir los objetivos marcados.

Para ello el PER propone analizar cada área para determinar los objetivos logrados, los medios utilizados para el desarrollo de dicha área y las desviaciones producidas; de éste modo se conocen las posibilidades de mejora que se plantean para cada área renovable y por tanto, si es posible realizar dicha mejora, conseguir una mayor eficiencia en cada área.

El PER 2011-2020 dispone de una Oficina del Plan, constituida por el IDAE, que se encarga del seguimiento del Plan. Su presidente es el Secretario de Estado de Energía del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Este Ministerio establece el programa de seguimiento del Plan que consiste en:

- 1) Una memoria anual en la que se recoge el cumplimiento de los objetivos y el análisis de evolución por área renovable.
- 2) Un informe de sostenibilidad ambiental que establece unos indicadores para poder identificar efectos ambientales derivados del Plan y recogerlos en la Memoria.

Esta memoria será elaborada el primer semestre de cada año por la Oficina del Plan y contendrá, al menos: La evolución del plan del ejercicio anterior y una revisión y propuesta de todas las actuaciones necesarias y soluciones técnicas aplicables para el cumplimiento de sus objetivos. Una vez redactada la memoria se remite a la Secretaría de Estado de Energía, ésta la aprueba y se publica.

Para realizar un adecuado seguimiento de este Plan y ejercer la elaboración de la Memoria anteriormente mencionada, se prevé la convocatoria de dos reuniones anuales (el primer y último trimestre de cada año) de seguimiento en la que participarán el grupo de trabajo de energías renovables de la Administración General del Estado/IDEA y las comunidades autónomas.

La Comisión Europea recibirá cada año la memoria y cada dos años un informe de progresos. Cuando las medias bianuales de las memorias entre 2012-2018 reflejen una trayectoria menor de la esperada se llevará a cabo una revisión del Plan y por tanto, se llevarán a cabo nuevas propuestas para la consecución de los objetivos.

Además, según la Ley de economía sostenible (Ley 2/2011) cada 4 años hay que revisar todos los instrumentos de planificación recogidos en la misma: Plan de Energías Renovables, Planes nacionales de Ahorro y Eficiencia Energética...

1.2.3.1. Área de biomasa.

Para alcanzar los objetivos fijados para el área de biomasa en el PER 2011-2020, se definen una serie de propuestas destinadas a cada una de las fases de aprovechamiento de la misma. Las propuestas para el desarrollo de un mercado maduro de suministro de biomasa se centran principalmente en la movilización del recurso. El apoyo al desarrollo de aplicaciones térmicas, especialmente en edificios, se realizará mediante campañas de difusión, desarrollo normativo y nuevos sistemas de apoyo financiero. El crecimiento de la producción eléctrica con biomasa se conseguirá mediante la generación distribuida a través de pequeñas cogeneraciones y centrales eléctricas en el entorno de los 15 MW, para los que se establecen

mejores programas de financiación y mejoras en el sistema de retribución. Se recogen tres cadenas de valor por su interés, todas ellas basadas en procesos termoquímicos de conversión de materia prima:

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

A nivel nacional el BIOPLAT (Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa) identifica los retos tecnológicos encuadrados en dos cadenas de valor: utilización de biocombustibles sólidos mediante combustión directa y la producción y utilización de biocombustibles sólidos para gasificación.

Tras el periodo de vigencia del PER la energía eólica será la fuente renovable con la participación más importante y el conjunto de tecnologías que permiten el aprovechamiento de la energía solar continuará extendiendo su aportación. Energías como la biomasa o el biogás confirmarán su despegue con aportaciones significativas en la estructura de abastecimiento eléctrico. Respecto a la biomasa térmica, el consumo en 2020 se repartirá de forma bastante equitativa entre el sector industrial y el sector doméstico y edificios. El sector solar térmico se verá afectado debido a la crisis inmobiliaria y en el sector del transporte, para el año 2020, se espera que el coche eléctrico sea una alternativa competente a los transportes tradicionales, el consumo y producción de biodiesel seguirá ascendiendo y el bioetanol se espera que duplique su consumo debido en parte a la probable desaparición de la gasolina de protección.

1.2.3.2. Área de eólica.

Para la consecución de los objetivos fijados en el Plan, aparte de propuestas de carácter general, se incluyen diversas propuestas para eliminar las barreras identificadas en cada subsector eólico, especialmente en la Eólica Marina y Eólica de Pequeña Potencia, que como se ha dicho anteriormente están claramente menos desarrolladas que la Eólica Terrestre de mayor potencia, en España. En particular destacan, las propuestas relacionadas con la simplificación de las tramitaciones administrativas para las repotenciaciones de parques eólicos, para las nuevas instalaciones de I+D+i, y el tratamiento regulatorio específico para las máquinas de pequeña potencia.

Los ejes prioritarios de actuación en I+D+i son:

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

1.3. PLANIFICACIÓN Y POLÍTICA ENERGÉTICA: CONTEXTO AUTONÓMICO

La planificación energética, desde el nivel regional, supone una importante actividad para la consecución de los objetivos energéticos y para obtener un adecuado y equilibrado desarrollo del territorio. La cercanía aporta un mayor conocimiento de la realidad energética y, además, el nivel competencial de la Administración Autonómica permite un elevado margen de actuación en la promoción de diferentes tecnologías y áreas energéticas.

La Comunidad Autónoma de Aragón tiene una superficie total de 47,7 miles de km², que representa el 9,4% sobre el total del territorio español. Se sitúa en el centro geométrico de las principales zonas de actividad económica del país: Cataluña, País Vasco, Comunidad Valenciana y la Comunidad de Madrid. Esta privilegiada ubicación contribuye a que sea recorrida por importantes infraestructuras de carácter nacional, incluidas las energéticas. Junto a los excelentes recursos energéticos que tiene, unos explotados desde hace muchos años y otros más recientes con una muy prometedora evolución, hacen de la energía un factor clave en el desarrollo de Aragón, tanto tecnológicamente como social y económico. (PEA 2005-2012, 2005).

La Comunidad Autónoma de Aragón se caracteriza por la abundancia de recursos energéticos, tradicionalmente el agua y el viento, y en los últimos años el elevado potencial eólico. Estos recursos han sido aprovechados mediante sistemas de transformación que, incorporando las sucesivas innovaciones y desarrollos tecnológicos, han convertido a Aragón en una de las regiones que más apuesta por este tipo de energía tanto dentro de España, como fuera de ella, siendo aproximadamente un 14% del consumo total de energía primaria en Aragón proveniente de fuentes de energía renovables (en España y la Unión Europea este

valor se encuentra en torno al 6%). Hay que nombrar también que de los aproximadamente 24000 GWh que se producen en Aragón, prácticamente el 60% son exportados a otras regiones (Breto, 2009)

La generación eléctrica en esta Comunidad Autónoma, en la actualidad, tiene fuentes muy diversas: un centenar de centrales hidroeléctricas; centrales convencionales de carbón, también de ciclo combinado y de cogeneración; aproximadamente setenta parques eólicos e instalaciones solares fotovoltaicas; estas fuentes son las más representativas en Aragón aunque hay otras muchas.

Principalmente, la estructura de producción de energía primaria en Aragón se asienta en dos fuentes: la producción de las energías renovables y el consumo del carbón procedente de las Cuencas Mineras. En 2004 alcanzó los 1849 ktep, siendo el 43,5% de origen renovable y el 56,5% procedente del carbón autóctono. En el año 1998 la producción registrada de energías renovables era de 490695 tep, con un peso del 29,8% sobre el total de la producción de energía primaria en Aragón. Estos datos revelan el fuerte crecimiento de este tipo de energía en el periodo comprendido entre 1998 y 2004, y además, supone que este crecimiento ha supuesto mayor participación de las energías renovables en la producción de energía. Por provincias, en el año 2005, Zaragoza producía el 57% de la energía renovable de la Comunidad Autónoma, menor que su consumo; Huesca el 35,7% y Teruel el 7,3%, ambas con una producción superior a su consumo. (Soto, 2005)

En la Comunidad Autónoma de Aragón hace bastantes años que se trabaja en tareas de planificación. Concretamente, en el año 1994, el entonces Departamento de Economía, Hacienda y Fomento elaboró el Plan Energético de Aragón, con el objetivo de fortalecer un desarrollo económico y social geográficamente equilibrado en la Comunidad, además de disminuir la dependencia energética del exterior mediante la diversificación energética y promocionando el uso de energías renovables. Para ello, se estudió la evolución y la situación energética del momento, planteando escenarios energéticos con un horizonte de planificación de 10 y 20 años para el periodo 1994-2013.

Cuatro años más tarde, en 1998, el mismo Departamento publicó el Plan de Acción de las Energías Renovables de Aragón (PAERA), en colaboración con el IDAE. Este Plan constituía el marco de referencia donde se recogía las actuaciones y medidas a tomar hasta el año 2005 en materia de energías renovables. En objetivo del Plan era dar a conocer las posibilidades en relación con la explotación de las energías renovables que ofrece la Comunidad Autónoma de Aragón y sentar las bases a para realizar dicha explotación. (PEA 2005-2010, 2005)

El desarrollo de las diferentes planificaciones energéticas regionales, se ha adecuado a las directrices y requerimientos de la planificación y legislación tanto de ámbito nacional como comunitario de aplicación a esta Comunidad Autónoma. No obstante, haber rebasado en Aragón algunos de los objetivos concretos establecidos para el conjunto nacional, indican que el camino que se está siguiendo en esta Comunidad es el correcto, y que por tanto es en el que se debe de seguir trabajando, teniendo en cuenta que esto contribuye a la consecución de los objetivos marcados para España. Tal es el caso del objetivo general del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España (2000-2010) que establecía una aportación de las fuentes de energía renovables del 12% sobre el consumo de energía primaria que en Aragón, antes del año 2004, ya estaba sobrepasado. Sin embargo, se siguen concentrando esfuerzos para mejorar la situación y colaborar en el desarrollo de energías renovables dentro del panorama nacional. (PEA 2005-2012, 2005)

1.3.1. Plan Energético de Aragón (PEA) 2005-2012.

El Plan Energético de Aragón 2005-2012 elaborado por el Departamento de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de Aragón recoge la necesidad de conjugar la atención de las necesidades energéticas con la liberalización del sector, la garantía de suministro y el respeto al medio ambiente.

El Plan se estructura en cuatro estrategias prioritarias:

- Promoción de las energías renovables: Se apuesta por el desarrollo de las energías renovables, tanto para aplicaciones térmicas como eléctricas. Una vez estudiada la situación de las Energías Renovables en Aragón, se evalúa el potencial de las mismas en 2012 y detectan las posibles barreras que se podrían encontrar.
- Generación de energía eléctrica: El PEA plantea como una de sus prioridades continuar consolidando el carácter exportador de energía eléctrica por el cual Aragón es protagonista.
- Ahorro y eficiencia energética: El Plan Energético de Aragón apuesta por una estrategia en la que se fomente el ahorro y la eficiencia energética, primordial en la sociedad actual. La importancia estratégica de la eficiencia energética para la competitividad de la economía por un lado, y por otro, el impacto ambiental que supone el uso de la energía, hace imprescindible tomar medidas en este campo.

- Desarrollo de las infraestructuras: El ampliar y optimizar el suministro de energía pasa indiscutiblemente por la existencia de unas infraestructuras adecuadas. Esto implica una correcta planificación de redes de transporte y distribución que atienda a la futura presión de consumo y a la futura generación. (PEA 2005-2012, 2005)

Estas estrategias, dentro de la formulación de la política energética de Aragón, incluyen los siguientes objetivos generales: la vertebración y reequilibrio territorial; la optimización y desarrollo de las infraestructuras energéticas; la promoción y desarrollo de las energías renovables; el ahorro, diversificación y usos eficiente de la energía; la mejora de la calidad de suministro; la minimización del impacto ambiental; investigación, desarrollo e innovación de las tecnologías energéticas.

El fomento del ahorro, la diversificación y el uso eficiente de la energía es un propósito esencial en la elaboración del Plan Energético. Para ello, es preciso llevar a cabo acciones que persigan la contención de la demanda, lo que implica el fomento de hábitos, comportamientos cotidianos domésticos y laborales que supongan una disminución del consumo energético, sin que ello deba suponer una recesión en el crecimiento económico ni en la calidad de vida.

En este sentido es evidente la necesidad de fomentar pautas de producción, abastecimiento y consumo compatibles con un desarrollo sostenible, que empiezan por promover modificaciones en la tendencia de la oferta y la demanda de energía, fomentando el uso de las energías renovables. El uso de este tipo de energía, además reporta una serie de beneficios de carácter socioeconómico como son la generación de empleo o la formación de un tejido industrial especializado. (Soto, 2005)

En este plan energético, como en todos los demás, se plantea la necesidad de conjugar la atención de las necesidades energéticas con la liberalización del sector, la garantía de suministro y el respeto al medio ambiente. Además, dada la situación actual de los mercados, se hace necesario adoptar medidas para reducir la dependencia energética del exterior, como es por ejemplo, la diversificación de las fuentes de energía.

En este sentido es evidente la exigencia de fomentar pautas de producción, abastecimiento y consumo compatibles con un desarrollo sostenible, que empiezan por promover modificaciones en la tendencia de la oferta y la demanda energética, fomentando el uso de energías de origen renovable.

Dado que las energías renovables son muy variadas y que cada una sigue una evolución, al igual que en los anteriores planes tratados en este trabajo, se va a centrar la atención en la biomasa y la energía eólica, en este caso concreto, en la Comunidad Autónoma de Aragón.

1.3.1.1. Área de biomasa.

La biomasa es la fuente con mayor potencial de crecimiento, en usos térmicos, en generación eléctrica y en aplicaciones actualmente en desarrollo como son los biocarburantes y el biogás. El carácter renovable y no contaminante que tiene la biomasa, y el papel que puede jugar en la generación de empleo y aceleración o activación de la economía de las zonas rurales, hacen que sea considerada una alternativa de futuro, que puede contribuir al reequilibrio territorial y a hacer más sostenible el modelo socioeconómico de Aragón. (PEA 2005-2012, 2005)

- Biomasa térmica:

El consumo de biomasa en el sector industrial en 2004 representaba el 40% del consumo final de biomasa en Aragón, predominando el uso de biomasa de origen forestal generados en los propios procesos industriales. Por su parte, en el mismo año, el consumo en el sector Residencial, Comercial y de Servicios representa aproximadamente el 60% del consumo final de biomasa en Aragón. En 2004, se consumían en Aragón más de 130 ktep de biomasa final, y se esperaba alcanzar en 2012 un valor de casi 200 ktep. (PEA 2005-2012, 2005)

Sin embargo, aunque no se tienen datos exactos del consumo de biomasa térmica en 2012, este valor de 200 ktep está lejos de alcanzarse ya que, según el Instituto Aragonés de Estadística (IAEST), en el año 2010, el consumo de biomasa, solar térmica y biocarburantes, son de 160 ktep, por tanto, y haciendo un cálculo lógico, es poco probable que en 2012 sólo la biomasa alcance los 200 ktep.

- Biomasa eléctrica:

En el PEA 2005-2012 se contemplan distintas vías para el aprovechamiento energético de la biomasa para producción de energía eléctrica. En 2004, había 21 MW de potencia instalada de centrales de cogeneración con biomasa y se pretendían instalar en los años de vigencia de este plan 50 MW más. Además, en este periodo se pretendían instalar 60 MW de

nuevas plantas de biomasa; y la producción de electricidad mediante plantas de gasificación de biomasa, instalando 6 MW hasta 2012. (PEA 2005-2012, 2005)

Sin embargo, y dado que el año 2013 acaba de entrar, no se conocen los datos del año 2012 y por tanto, al igual que en el caso anterior, no se puede aseverar si estas previsiones se han alcanzado o no. El único dato que se puede aportar, extraído del IAEST, por dar una idea de la situación de la producción de energía eléctrica mediante biomasa en Aragón, es una instalación de potencia eléctrica de 4,4 MW en plantas de aprovechamiento de biomasa y residuos urbanos, en el año 2010. Este dato puede ser comparado con los 60 MW que se pretendían alcanzar en 2012 en nuevas plantas de biomasa.

1.3.1.2. Área de eólica.

La energía eólica ha crecido de forma significativa en los últimos años en Aragón, y representa una de las opciones de mayor penetración a medio plazo de las energías renovables. A finales de 2004, la potencia instalada en el conjunto de parques eólicos en Aragón era de 1168 MW, lo que representaba el 25,7% de la potencia total instalada en Aragón y el 15,1% de la producción de energía eléctrica en este mismo año. (PEA 2005-2012, 2005)

La Comunidad Autónoma de Aragón tiene unos excelentes recursos cuyo aprovechamiento exige la compatibilización con el medio ambiente, el desarrollo de ciertas infraestructuras eléctricas, fundamentalmente de transporte, y la mejora de la gestión del sistema eléctrico en general y de los nudos eléctricos, en particular. Además de un desarrollo tecnológico de los aerogeneradores.

En el año de creación del Plan Energético de Aragón se estimaba, debido al potencial energético de la región y por la cantidad de proyectos que se estaban poniendo en marcha, como factible una potencia instalada total de 4000 MW en parques eólicos. (PEA 2005-2012, 2005)

Debido a la crisis actual, la cantidad de proyectos que se preveían construir hasta 2012 son mucho menores, y por tanto la potencia instalada total en parques eólicos es considerablemente menor, siendo de 1811 MW a fecha de 31 de diciembre de 2011. (SICRE et al, 2012)

Fuentes de energía renovable.

2. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE.

2.1. BIOMASA.

2.1.1. Definición y tipos.

Dentro del sector biomasa se engloba toda la materia orgánica susceptible de aprovechamiento energético, en concreto la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), utiliza la definición de la Especificación Técnica Europea CEN/TS 14588 para catalogar la “biomasa” como “todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización”.

Aunque se pueden hacer distintas clasificaciones de los tipos de biomasa, una de las más utilizadas es la que se basa en su procedencia:

- Biomasa natural: es la que se produce en la naturaleza sin ningún tipo de intervención humana (una hoja que cae de un árbol).
- Biomasa residual:
 - Biomasa residual húmeda (alto contenido en humedad): Es la que se genera principalmente en la actividad ganadera (purines, estiércol...).
 - Biomasa residual seca (bajo contenido en humedad): Es la que se genera en actividades de agricultura, forestales, industria maderera y agroalimentaria.
- Cultivos energéticos: Son cultivos que se generan con la única finalidad de producir biomasa transformable en energía.
- Residuos sólidos urbanos: Son los producidos en las ciudades y a partir de los cuales también puede obtenerse energía.

Ya que el trabajo se centra en una planta de biomasa que va a ser alimentada, en un principio con biomasa residual seca y/o cultivos energéticos, a continuación se van a explicar más detalladamente las diferentes clases y diferencias que hay entre estos tipos de biomasa:

a) Residuos forestales:

Son los residuos procedentes de los tratamientos de las masas vegetales para la protección y la mejora de las mismas, obtenidos tras las operaciones de corta, saca y transporte a pista. (PER 2005-2010, 2005).

Estos residuos pueden modificarse para mejorar la eficiencia del transporte, mediante procesos de astillado, obteniendo un producto más manejable y homogéneo; o bien mediante prensado del material en monte a fin de incrementar su densidad y facilitar su transporte. El uso de maquinaria para las operaciones de limpieza, astillado (o compactación) y transporte, encarece el producto haciendo que en muchas ocasiones no sea viable económicamente, aunque estas operaciones se justifican desde el punto de vista ambiental.

La problemática relacionada con este recurso es que, no se puede asegurar una producción estable de los mismos ya que su producción está condicionada a las condiciones de la masa forestal. Además, los residuos forestales tienen unos aprovechamientos tradicionales o industriales (como la leña para uso doméstico o el uso de residuos para astillado) que hacen que haya un uso alternativo mucho más viable económicamente para este tipo de residuos.



Figura 13: Residuos forestales. Fuente: www.energias-renovables.com

b) Residuos agrícolas leñosos:

Son los procedentes de las podas de olivos, frutales y viñedos. Tienen un carácter estacional derivado del cultivo del que proceden. Igual que en el caso de los residuos forestales es necesario un tratamiento para homogeneizar el residuo y disminuir los costes derivados de su transporte.

La problemática sujeta a este tipo de residuos es la necesidad de centros de acopio de biomasa, ya que, su carácter ocasional obliga a disponer de reservar para abastecer a los clientes en las temporadas en las que no se dispone del residuo. Además, las explotaciones de las que proceden suelen ser explotaciones a pequeña escala por lo que para utilizar este tipo de biomasa a escala industrial se debe establecer contacto con un gran número de productores. Así mismo, y al igual que en el caso anterior, la necesidad de realizar un tratamiento como el astillado o la compactación encarece el recurso energético.



Figura 14: Plantación de olivos. Las podas de los olivos son residuos agrícolas leñosos. Fuente: gnf.unizar.es

c) Residuos agrícolas herbáceos:

Son pajas de cereal y cañote de maíz.

En relación con este tipo de residuo la problemática principal es que la generación de estos residuos es, como en el caso anterior, estacional, y la disponibilidad de este tipo de residuos está sujeta a los periodos de cosecha. Además, la producción de este tipo de productos agrícolas varía año a año por lo que es difícil conseguir una estabilidad en el suministro a las plantas de generación de energía.



Figura 15: Campo de cereal cuya paja es ejemplo de residuos agrícola herbáceo. Fuente: www.infoagro.com

d) Residuos de industrias forestales y agrícolas:

Los residuos de industrias forestales se producen en las industrias tanto de primera como de segunda transformación de la madera, forman un conjunto de materiales heterogéneos (astillas, cortezas, serrín, cilindros...). Los residuos de industrias agrícolas tienen un origen muy variado provienen de la actividad de industrias como la de los frutos secos o conservera aunque destacan los procedentes del sector del aceite de oliva.

La problemática asociada a este tipo de residuo es que está condicionada a la industria que los genera, y por tanto tiene cierta estacionalidad. Además las fluctuaciones en la producción derivan en la imposibilidad de estimación de la producción a largo plazo.



Figura 16: A la izquierda residuo de industria forestal (serrín) y a la derecha residuo de industria agroalimentaria (cáscara de almendra). Fuente: www.mourlan.com y www.combustiblesaragon.com

e) Cultivos energéticos:

Son cultivos destinados la producción de materiales combustibles. En España son la colza, el cardo y el sorgo como ejemplos de cultivos herbáceos; también pueden usarse especies leñosas como el chopo en zonas de regadío y el eucalipto en zonas de secano.

Las principales características de este tipo de cultivos son su alta productividad, la necesidad de utilizar máquinas de uso agrícola común para su cultivo, que no contribuyen a la degradación del suelo y que presentan un balance energético positivo.

La problemática que se encuentra en el uso de este tipo de cultivos es la falta de ayudas y de marco legislativo que empuje a cambiar la actividad tradicional de muchos campos por la producción de cultivos energéticos. Además la falta de experiencias y proyectos en explotación conlleva dudas a la hora de realizar grandes inversiones.



Figura 17: Cultivos energéticos. Fuente: www.renewables-energia.com

2.1.2. Métodos de aprovechamiento.

Los métodos de aprovechamiento de la biomasa son tan diversos como los tipos de biomasa existentes. Los procesos de transformación de la biomasa difieren según su grado de humedad y pueden ser bioquímicos o termoquímicos.

En primer lugar la biomasa con alto grado de humedad puede transformarse mediante procesos bioquímicos como la digestión anaerobia, hidrólisis ácida, digestión enzimática...

Generando una buena variedad de subproductos (metano, alcoholes, humus...) con aplicaciones muy diversas.

En segundo lugar, los procesos termoquímicos se basan en someter a la biomasa a la acción de altas temperaturas y pueden dividirse en tres amplias categorías, dependiendo de que el calentamiento se lleve a cabo con exceso de aire (combustión), en presencia de cantidades limitadas de aire (gasificación) o en ausencia total del mismo (pirolisis).

La combustión directa consiste en una reacción química de oxidación no controlada en la que un elemento arde (combustible, en este caso, biomasa) y otro elemento produce la combustión (comburente, generalmente oxígeno). Los productos de la combustión son dióxido de carbono y agua, si ésta es completa, y también monóxido de carbono si no lo es. Además, dependiendo de la naturaleza del combustible pueden aparecer productos como dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno.

La gasificación es un proceso en el cual la energía contenida inicialmente en un sólido combustible se transfiere a los productos primarios del proceso (gases, líquidos y hollín (sólidos)), logrando una máxima conversión a gases combustibles. Es una oxidación incompleta o parcial que tiene lugar entre un elemento combustible (biomasa) y un agente gasificante (aire) a elevadas temperaturas (superiores a 700°C). Durante el proceso se producen gran cantidad de reacciones en serie y en paralelo tanto sólido-gas como en fase gas, de extensión variable puesto que depende del tiempo de contacto y de las condiciones de operación. Los productos principales de la gasificación son H₂, CO, dióxido de carbono, H₂S, amoníaco, metano, y productos no deseados: alquitranes, hollín, etc. (Nogués, 2005)

La pirolisis es la descomposición química de la materia orgánica causada por el calentamiento en ausencia de oxígeno. Esta descomposición se produce a través de una serie de reacciones químicas y de procesos de transferencia de materia y calor. Se considera que la pirolisis comienza en torno a los 250°C y se completa prácticamente a los 500°C. Los productos de la pirolisis son muy diversos dependiendo del material que se esté sometiendo al proceso. La quema de biomasa produce carbón vegetal y productos de desecho como CO, H₂ o CH₄. Por tanto, la pirólisis es una forma de aprovechamiento indirecto de la energía de la biomasa ya que, la energía no se extrae directamente de la biomasa sino que se extrae del carbón vegetal que produce la misma.

También, cabe resaltar la diferencia entre aplicaciones térmicas de la biomasa, o lo que es lo mismo, utilización de la biomasa para producir calor; y aplicaciones eléctricas, o

producción eléctrica mediante biomasa. Una vez realizada esta diferenciación se estudiarán cada uno de los tipos de transformaciones que puede sufrir la biomasa. Las aplicaciones térmicas con producción de calor y agua caliente sanitaria son las más comunes y, en un nivel menor de desarrollo se sitúa la producción de electricidad.

La producción térmica sigue una escala que comienza en las calderas o estufas que calientan una sola estancia, hasta calderas diseñadas para calentar todo un bloque de viviendas sustituyendo a la caldera de gasóleo C o gas natural, que provee a las viviendas de calefacción y agua caliente. En algunos lugares del centro y norte de Europa se está utilizando algo mucho más sofisticado conocido como district heating. Estas instalaciones de aprovechamiento térmico de la biomasa suponen que el agua caliente no solo llegue a edificios y urbanizaciones, sino también a centros deportivos, comerciales... etc. En general, los equipos que existen en el mercado para el aprovechamiento de la energía de la biomasa pueden alcanzar el 85% si cuentan con sistemas de recuperación de calor.

Las materias más utilizadas para las aplicaciones térmicas son los residuos de industrias agrícolas y forestales y los residuos de actividades selvícolas y de cultivos leñosos.

La producción de electricidad precisa de un sistema más complejo dado el bajo poder calorífico de la biomasa, su alto porcentaje de humedad y su gran contenido en volátiles. La producción de electricidad se puede realizar de dos maneras, la más común es generar vapor mediante la combustión de biomasa, produciendo energía mecánica a través de unas turbinas que finalmente se transforma en energía eléctrica en los alternadores. Las tecnologías relacionadas con la gasificación consisten en que el gas producido tras la quema de biomasa puede ser utilizado en turbinas de gas o motores de combustión interna, limpiado previamente, lo que proporciona un mayor rendimiento que con la combustión directa de la biomasa. El rendimiento medio de la producción de electricidad mediante combustión directa de biomasa es del 21,6% y para el proceso de gasificación

Entre los combustibles más utilizados en aplicaciones eléctricas se encuentran los residuos de la industria del aceite de oliva, como el orujo y el alperujo.

Otro método de aprovechamiento de la biomasa que hay que tener en cuenta es la co-combustión, proceso en el que se produce una combustión conjunta de biomasa y otro combustible fósil en centrales ya existentes. En el caso de España, el combustible fósil que se recomienda es el carbón, debido a que hay numerosas centrales térmicas para el aprovechamiento del mismo ya instaladas. Sin embargo, esta alternativa no se desarrolla en el

presente trabajo debido a que se necesitan usar combustibles fósiles y por tanto no se considera una energía estrictamente renovable. (IDAE, 2007)

2.1.3. Aspectos tecnológicos.

Entre los problemas ligados a la gestión del recurso de la biomasa destacan la recogida del recurso, la adecuación a la aplicación energética y la logística de suministro.

La recogida del recurso supone un problema porque la mecanización es especialmente complicada debido a las características especiales de las masas forestales españolas. Esto hace que se necesite mucha mano de obra lo que supone un encarecimiento del precio final del residuo. Por su parte en los cultivos energéticos la problemática radica en la insuficiencia de las máquinas agrícolas tradicionales para el cultivo de estos y por tanto, la necesidad de maquinaria especializada.

La adecuación a la aplicación energética es la disponibilidad del recurso con unas características (humedad, granulometría, densidad...) óptimas para la aplicación energética. Supone un aspecto fundamental para asegurar un desarrollo fiable de los proyectos de valorización energética, sin embargo, está ausente en la mayoría de los proyectos por motivos económicos. Dependiendo del tipo de recurso, esta adecuación varía: por ejemplo para residuos agrícolas leñosos y cultivos energéticos leñosos la adecuación es básicamente astillado y compactación.

En relación con la logística del suministro el reto es crear canales de comercialización de biomasa que garanticen a los consumidores un suministro regular y de calidad a un precio aceptable.

Es este último punto, la logística de suministro, el primer problema al que se debe enfrentar un proyecto de aprovechamiento energético de la biomasa, para que el empleo de biomasa para usos térmicos sea una alternativa competente a los combustibles tradicionales y en especial para el gas natural. En relación con la aplicación de la biomasa para usos eléctricos el problema son los bajos rendimientos para la producción eléctrica basada en un esquema caldera-turbina con ciclo de vapor que, además, requiere altos niveles de inversión para pequeños rangos de potencia.

2.1.4. Aspectos normativos.

En España son dos las regulaciones que afectan al posible uso de la biomasa: La Ley 43/2003, que recoge en su Disposición Adicional Cuarta “el Gobierno elaborará, en colaboración con las comunidades autónomas, una estrategia para el desarrollo del uso energético de la biomasa forestal residual, de acuerdo con los objetivos indicados en el Plan de Fomento de las Energías Renovables en España”; por otro lado, todas las disposiciones que corresponden a la organización de la Política Agrícola Común, de extraordinaria importancia en lo referente al posible uso energético de la biomasa proceden de residuos agrícolas o cultivos energéticos. Respecto a este último punto es importante señalar lo recogido en el Reglamento (CE) nº 1782/2003 del Consejo, donde incluye por primera vez una línea de ayudas encaminada al desarrollo de los cultivos energéticos, ayuda que es desarrollada más ampliamente en dos reglamentos, el Reglamento (CE) nº 2273/2003, y el Reglamento (CE) nº 1973/2004. (PER 2005-2010, 2005)

El Reglamento (CE) nº 1782/2003, queda derogado por el Reglamento (CE) nº 73/2009 que recogen en su consideración número 42 que la ayuda específica a los cultivos energéticos con objeto de favorecer el desarrollo del sector ya no es necesaria debido a la evolución del sector de la bioenergía, aunque si se mantendrán las primas hasta 2009.

Los Reglamentos 2273/2003 y 1973/2004 también quedan derogados por el Reglamento (CE) nº 1121/2009, de la Comisión, en el que se establecen unas disposiciones transitorias para ayudar a los agricultores tras la supresión de las ayudas.

Siguiendo en la línea de la normativa referida al recurso en sí mismo, y en lo que afecta a los cultivos energéticos forestales, hay que nombrar el Reglamento (CE) nº 1257/1999 del Consejo, transpuesta a la legislación española por el Real Decreto 6/2001, sobre fomento de la forestación en tierras agrícolas, en el que se recoge la ayuda del Fondo Europeo de Orientación y Garantía para la Agricultura (FEOGA) para la implantación de cultivos forestales. (PER 2005-2010, 2005)

En lo relacionado con el uso energético de la biomasa lo primero es diferenciar entre el uso térmico y el eléctrico. En el primero de los casos el avance normativo más reseñable es la reforma del RITE para incluir en su ámbito instalaciones de calefacción con biomasa. Para el uso eléctrico, como se ha señalado anteriormente, hay que nombrar la Ley 54/1997, del Sector Eléctrico, y el 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. (PER 2005-2010, 2005)

El Real Decreto 661/2007, sustituye al 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 y da una nueva regulación a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, manteniendo la estructura básica de su regulación.

2.1.5. Aspectos medioambientales

El uso energético de la biomasa dentro de un esquema sostenible de producción supone una alternativa beneficiosa para el medio ambiente. Dentro de la fase de producción del recurso combustible, tal vez los efectos más positivos para el medio sean la reducción de plagas e incendios forestales asociados a la gestión del residuo forestal, y la disminución de vertidos y riesgos ambientales derivados de la gestión de los residuos de industrias agrícolas y forestales. En lo que respecta a la producción de cultivos energéticos, debe destacarse la minimización de riesgos de contaminación por la escasez de laboreo asociado a esta actividad agraria.

En cuanto a la fase de aplicación, y en lo que respecta a las emisiones a la atmósfera de instalaciones de aprovechamiento energético de la biomasa, hay que tener en cuenta la baja peligrosidad debido a la composición de la biomasa en la que apenas se encuentran productos como el cloro o el azufre. Además, en un esquema sostenible de producción de biomasa, el balance de CO₂ será neutro (o incluso negativo) ya que se emite a la atmósfera una cantidad de carbono equivalente o inferior a la fijada por la biomasa durante su formación (PER 2005-2010, 2005).

Si tenemos en cuenta este último principio, un balance general de una central eléctrica de 5MW de potencia eléctrica alimentada con biomasa ofrece los siguientes datos: Una producción de 37500 MWh/año, lo que equivale al consumo de unas 11400 familias españolas. Por otro lado, con esa misma producción, se evita la emisión de unas 14000 toneladas anuales de CO₂. (Este cálculo se ha realizado por comparación con la emisión de una central de ciclo combinado de gas natural para obtener la misma producción).

2.1.6. Datos del sector.

En la actualidad la mayor parte de los 3655 ktep de consumo térmico final de biomasa en España proviene del sector forestal, utilizándose en el sector doméstico mediante sistemas poco eficientes, como la quema de leña en estufas, y en industrias forestales para consumo térmico o cogeneración.

En los últimos años se está iniciando el desarrollo de los cultivos energéticos y de la mecanización específica para la recogida, extracción y tratamiento de la biomasa. Este desarrollo, unido a la implantación de tecnologías modernas para la biomasa térmica en edificios y los desarrollos tecnológicos en gasificación, que proporcionan una mayor eficiencia, hacen prever una importante expansión de la biomasa, tanto por la mejora en la eficiencia del cultivo y recogida, como por la mejora de las tecnologías para su aprovechamiento.

El potencial de la biomasa en España se sitúa en torno a 88 millones de toneladas de biomasa primaria en verde, incluyendo masas forestales existentes, restos agrícolas, masas existentes sin explotar... A estas 88 toneladas hay que sumar más de 12 millones de toneladas de biomasa secundaria seca obtenida de residuos de industrias agroforestales. Estos datos suponen un volumen de biomasa considerable y por tanto, a tener en cuenta a la hora de realizar proyectos de obtención de energía a partir de fuentes renovables. (PER 2011-2020, 2011).

2.2. *ENERGÍA EÓLICA.*

2.2.1. Definición y tipos

La energía eólica es la energía obtenida del viento. La existencia del viento en el planeta es consecuencia de la acción del Sol, pues es la radiación de esta estrella, en combinación con otros factores como la inclinación y desplazamiento de la Tierra en el Espacio o la distribución de los continentes y los océanos, lo que activa la circulación de las masas de aire en el globo al calentar de forma desigual las distintas zonas de la superficie y de la atmósfera terrestres. El procedimiento es muy simple: el aire que más se calienta se vuelve

más ligero y se desplaza hacia arriba, siendo ocupado su lugar por una masa de aire más frío. (IDAE, 2005).

Los tipos de energía eólica son los siguientes:

- Eólica terrestre: Actualmente es el tipo más desarrollado, y por ello, normalmente cuando se habla de energía eólica terrestre se denomina tan solo energía eólica. La potencia eólica instalada en España durante el año 2010 rondó los 1750 MW, todos ellos emplazados en tierra.
- Eólica marina: Las instalaciones eólicas marinas presentan características diferenciadas frente a las instalaciones en tierra, principalmente:
 - El recurso eólico existente en el mar es superior que en las costas más próximas.
 - El impacto visual y acústico es menor que el de los parques eólicos en tierra, lo que permite un mayor aprovechamiento del recurso eólico existente, con máquinas más grandes y mayores velocidades de rotación.
 - Supone una mayor creación de empleo en las fases de construcción, montaje y mantenimiento, debido a la mayor complejidad durante la instalación y explotación.
 - Posibilidad de integración en complejos marinos mixtos.

A finales de 2010 se encontraban en operación 45 instalaciones eólicas marinas, totalizando unos 2950 MW, todos ellos en el Norte de Europa. Comparándolo con el desarrollo de la eólica terrestre, los parques eólicos marinos representan un 1.5% de la potencia eólica mundial. (PER 2011-2020, 2011)

- Eólica de pequeña potencia: Los parques eólicos de gran potencia son fundamentales para aumentar la contribución de la energía de origen renovable en el sistema eléctrico nacional. Sin embargo, todavía no se ha aprovechado en España la capacidad de la tecnología eólica para aportar energía renovable de forma distribuida, mediante su integración en entornos urbanos, semi-urbanos, industriales y agrícolas, especialmente asociada a puntos de consumo de la red de distribución. (PER 2011-2020, 2011)

Las características propias de las instalaciones eólicas de pequeña potencia las dotan de ventajas específicas que se suman a las de los parques eólicos de gran potencia:

- Generación de energía próxima a los puntos de consumo.

- Versatilidad de aplicaciones y ubicaciones, ligado al autoconsumo, con posibilidad de integración en sistemas híbridos.
- Accesibilidad tecnológica al usuario final, facilidad de transporte de equipamientos y montaje.
- Funcionamiento con vientos moderados, sin requerir complejos estudios de viabilidad.
- Aprovechamiento de pequeños emplazamientos o de terrenos con orografías complejas.
- Suministro de electricidad en lugares aislados y alejados de la red eléctrica.
- Optimización del aprovechamiento de las infraestructuras eléctricas de distribución existentes.
- Bajo coste de operación y mantenimiento y elevada fiabilidad.
- Reducido impacto ambiental, por menor tamaño e impacto visual, y por su integración en entornos humanizados.

2.2.2. *Métodos de aprovechamiento.*

Hay dos formas bien diferenciadas de aprovechamiento de la energía eólica:

- Aerobombas: utilizan la energía del viento para extraer agua de los pozos.
- Aerogeneradores: son los aparatos empleados para transformar la fuerza cinética del viento en electricidad. Dado que este tipo de aprovechamiento de la energía es el más común y la que se trata en este proyecto, se va a centrar la información en este tipo de aprovechamiento.

Los aerogeneradores funcionan de la siguiente manera: Al incidir el viento sobre las palas de una aeroturbina se produce un trabajo mecánico de rotación que mueve a su vez un generador para producir electricidad. La cantidad de energía que contiene el viento antes de pasar por un rotor en movimiento depende de tres parámetros: la velocidad del viento incidente, la densidad del aire y el área barrida por el rotor. El primero de estos parámetros resulta determinante puesto que, la energía cinética del viento aumenta proporcionalmente al cubo de la velocidad a la que se mueve; el segundo de ellos es importante ya que, la energía contenida en el viento aumenta de forma proporcional a su densidad; el tercero de los

parámetros se explica debido a que cuánto más aire en movimiento sea capaz de capturar un aerogenerador, más energía cinética encontrará. (IDAE, 2006).

A continuación se muestra una imagen de las partes de un aerogenerador:

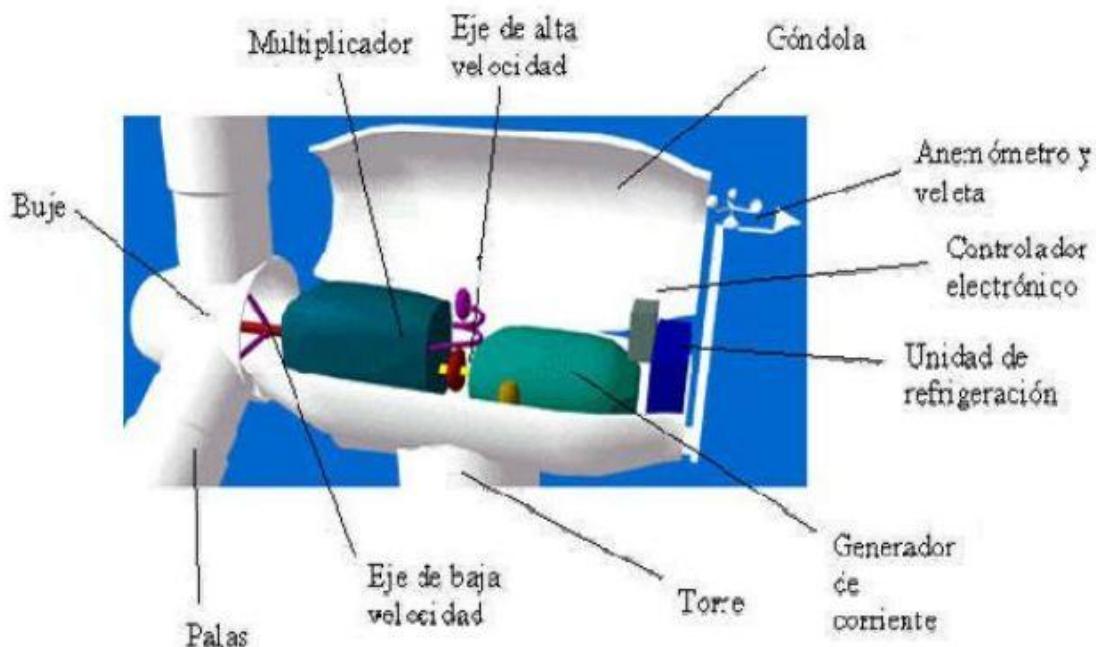


Figura 18: Partes de un aerogenerador. Fuente: www.renewables-energia.com

Además, cabe destacar que los aerogeneradores pueden producir energía eléctrica de dos formas distintas:

- Las aplicaciones aisladas: por medio de aparatos de pequeña o mediana potencia (potencia de salida en torno a los 1,5 MW) se utilizan para usos domésticos o agrícolas. También se utilizan los de gran potencia en usos específicos como pueden ser la desalinización de agua marina, producción de hidrógeno, etc.
- La conexión directa a la red viene representada por la utilización de aerogeneradores de gran potencia (Los más poderosos poseen una potencia nominal de salida de más de 4 MW). Se denominan parques eólicos cuando varios aerogeneradores de gran potencia se sitúan agrupados para aprovechar de un modo mayor el potencial eléctrico de una zona, reducir los costes y evacuar la energía desde un solo punto y así reducir el impacto ambiental. (Devesa, 2009)

Cuando se piensa en un aerogenerador, siempre imaginamos un tipo en concreto, por ser el más común en los parques eólicos: de eje horizontal con rotor tripala a barlovento. Sin embargo, hay más tipos y la clasificación de los mismos se realiza en función del eje de trabajo, según el número de palas y según la posición del rotor (se denomina rotor al conjunto formado por el buje y las palas).

- Aerogeneradores según el eje de trabajo:
 - Eje vertical: el eje de trabajo es perpendicular al suelo y las hélices giran en torno a ese eje. Su diseño no les permite girar a altas velocidades y por ello tienen un rendimiento muy bajo para la generación de electricidad. Los más comunes son: el tipo Savonius y el tipo Darrieus.

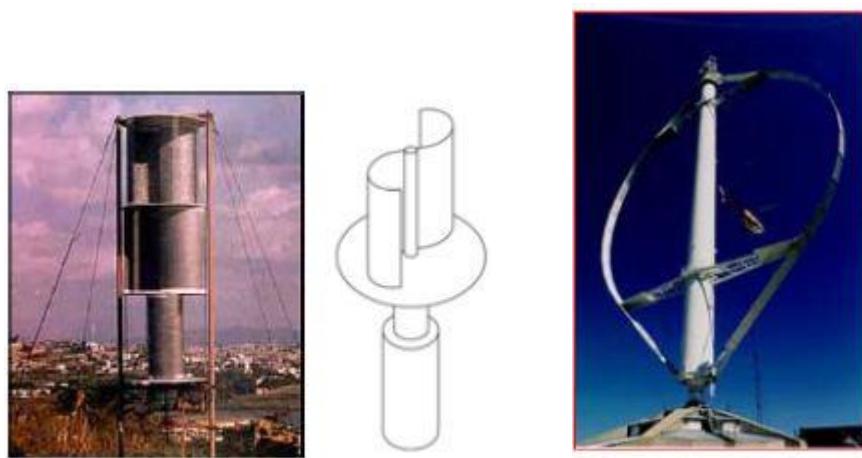


Figura 19: Aerogeneradores de eje vertical. A la izquierda tipo Savonius. A la derecha tipo Darrieus. Fuente: www.cerpch.unifei.edu.br y www.opex-energy.com

- Eje horizontal: el eje de trabajo es paralelo al suelo. Son los más usados porque permiten una mayor captación de la energía del viento. Se pueden clasificar en eólicas lentas o multipala y eólicas rápidas.
- Aerogeneradores según el número de palas:
 - Aerogeneradores multipala o eólicas lentas: Se utilizan en la extracción de agua. Las palas suelen ser de acero galvanizado y cubren la totalidad de la rueda. Funcionan con velocidades de viento muy bajas y tienen un tamaño limitado debido al peso de las palas.



Figura 20: Aerogenerador multipala. Fuente: www.energias-renovables.com

- Eólicas rápidas: Son las más usadas para la producción de energía eléctrica. Puede ser de 1, 2 o 3 palas.



Figura 21: Eólicas rápidas. De izquierda a derecha de 1 pala, de 2 palas y de 3 palas. Fuente: www.energias-renovables.com y www.opex-energy.com

- Aerogeneradores según la posición del rotor:
 - Aerogenerador de barlovento: El aire llega al rotor por su parte anterior, aguas arriba de la torre, incide directamente en las palas por lo que la energía del viento se aprovecha más. Prácticamente la totalidad de los aerogeneradores de media y gran potencia utilizan esta posición del rotor.
 - Aerogenerador de sotavento: El viento incide sobre las hélices sobre la parte posterior de la góndola. La mayoría de los aerogeneradores de pequeña potencia usan este tipo de posición del rotor para que la carcasa de la góndola

haga de veleta y oriente el aerogenerador en dirección del viento, sin necesidad de otros dispositivos.

2.2.3. Aspectos tecnológicos.

La industria del sector eólico experimentó una fuerte expansión ya que, se benefició del marco legislativo y del apoyo de las instituciones estatales y regionales a la energía eólica. Por ejemplo, durante el año 2004, toda la potencia instalada en España (1920 MW), fue suministrada por fabricantes establecidos en territorio nacional. Atendiendo al origen de la tecnología se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Fabricantes que cuentan con tecnología nacional: GAMESA EÓLICA, ECOTÈCNIA, INGETUR-EHN, M. TORRES. En su conjunto aportaron el 70% de la potencia instalada en España durante el año citado. Destaca fundamentalmente el predominio de GAMESA, con casi un 64% de cuota de mercado.
- Fabricantes nacionales que cuentan con acuerdos tecnológicos con otros fabricantes europeos: NAVANTIA-SIEMENS.
- Tecnólogos extranjeros que subcontratan un porcentaje elevado de la fabricación de los aerogeneradores a empresas nacionales: VESTAS, GENERAL ELECTRIC Wind Energy. Aportaron el 30% de la potencia eólica en 2004.

Durante los años de aplicación del Plan de Fomento se produjo un fuerte desarrollo de la tecnología eólica. Los generadores aislados pasaron de una potencia unitaria de 580 kW en 1999, a unos 1100 kW en el año 2004, con diámetros de rotor entre 52 y 80 metros y altura de buje entre 55 y 80 metros. También el tamaño medio de los parques aumentó, hasta unos 25 MW en 2004. En general, las máquinas eólicas evolucionaron en todo tipo de aspectos (materiales, peso, disponibilidad, etc.), durante el periodo de vigencia del PER se estaban desarrollando aerogeneradores de elevada potencia (superior a 2 MW).

Los aerogeneradores en España presentan básicamente tres tipos de tecnologías de generación de energía eléctrica:

- Generador asíncrono con rotor de jaula de ardilla (máquina de inducción, velocidad fija). En 2004 representaba aproximadamente una tercera parte de la potencia instalada.

- Generador asíncrono con doble devanado (máquina de inducción doblemente alimentada, velocidad semi-variable). Este es el tipo de tecnología claramente mayoritario en la conexión al sistema eléctrico español, representado en 2004, en torno al 60% de toda la potencia eólica existente.
- Generador síncrono (velocidad variable). Este es el tipo de tecnología que mejor se adapta a los requerimientos de la red pues su funcionamiento depende en gran medida de componentes electrónicos con alta capacidad de respuesta. Sin embargo, su presencia en 2004, no superaba el 5% de la potencia instalada, debido a que exigen la utilización de equipamientos que suponen mayores costes de inversión.

2.2.4. Aspectos normativos.

El apoyo más significativo a la Energía Eólica ha sido la existencia de un marco normativo estable para los productores de electricidad con fuentes de energía renovables.

La Ley 54/1997 del Sector Eléctrico establece un Régimen Especial para aquellas instalaciones que utilizan fuentes de Energía Renovables con una potencia instalada inferior a los 50MW, de manera que éstas no están obligadas a realizar ofertas al sistema, y al mismo tiempo, tienen garantizado el acceso a la red. Además, la Ley reconoce los beneficios medioambientales de estas fuentes mediante la percepción de una prima, permitiendo a las renovables entrar en competencia con las tecnologías convencionales, sobre las que los costes externos (sociales y medioambientales) generados no están repercutidos. La Ley de Sector precisa que el precio de la electricidad vendida por las instalaciones eólicas (entre otras áreas renovables) debe estar comprendido entre el 80% y el 90% del precio medio de la electricidad, calculado éste como la división entre los ingresos derivados de la facturación por suministro de electricidad y la energía suministrada.

El Real Decreto 661/2007 establece un régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial que sustituye al Real Decreto 436/2004. En este Real Decreto se determina una prima que complementa el régimen retributivo de aquellas instalaciones con potencia superior a 50 MW, aplicable a las instalaciones incluidas en el artículo 30.5 de la Ley 54/1997, y a las cogeneraciones, impulsando así, un avance en la implantación eólica.

Para dar cumplimiento a la Directiva 85/337/CE y a la Directiva 97/11/CE, en las que se subraya la importancia de la prevención en España estaba vigente la Ley 6/2001, de “Evaluación de Impacto Ambiental”. Sin embargo, debido a los cambios en materia de Evaluación de Impacto Ambiental que se han producido desde la entrada en vigor de ambas Directivas, se aprobó el texto refundido de la Ley de evaluación de Impacto ambiental de proyectos mediante el Real Decreto Legislativo 1/2008, con el objetivo de unificar todos esos cambios en una única disposición. Posteriormente, la Ley 6/2010, modifica al nombrado Real Decreto, con el objetivo de reducir los plazos de tramitación y aumentar la eficacia de los procedimientos, así como corresponsabilizar a todos los actores implicados en el procedimiento. Actualmente las Directivas 85/337/CE y Directiva 97/11/CE, han sido derogadas por la Directiva 2011/92/UE, aunque actualmente no tiene una Ley de transposición al sistema jurídico español.

La instalación de parques eólicos, como otros muchos proyectos relacionados con la energía, deben ser sometidos a EIA según establece el Real Decreto 1/2008 en sus anexos I y II.

Según la Constitución Española, las Comunidades Autónomas tienen competencia plena respecto a cuestiones medioambientales en su ámbito territorial, y en general, están aplicando normativas muy exigentes y procedimientos específicos para los proyectos eólicos. En general, los Gobiernos autonómicos han adoptado siempre actitudes muy positivas que han jugado un papel activo determinante en el impulso de la energía eólica. Las distintas Administraciones regionales han tenido en cuenta una serie de criterios con el objetivo de racionalizar y priorizar la puesta en marcha de parques eólicos dentro de sus territorios, como son, entre otros, las propias planificaciones energéticas regionales, los impactos medioambientales y socio-económicos, y la aportación tecnológica e industrial (PER 2005-2010, 2005).

Es reseñable que algunas Comunidades Autónomas dan un tratamiento particular a aquellas instalaciones con baja potencia, de autoconsumo o destinadas a la Investigación y el Desarrollo, agilizando y reduciendo la complejidad de los trámites administrativos. Algunas Comunidades Autónomas, como Aragón, Cantabria, La Rioja, Navarra o Asturias, establecieron suspensiones temporales en la tramitación de solicitudes de instalación de nuevos parques eólicos. (Como se verá posteriormente, esta es la situación en la que se encontraba Aragón cuando se realizó la propuesta del proyecto para la Comunidad de Regantes de Lasesa).

2.2.5. Aspectos medioambientales.

Existe un amplio consenso en nuestra sociedad sobre el alto grado de compatibilidad entre las instalaciones eólicas y el respeto por el medio ambiente, si bien también existen impactos derivados del aprovechamiento de la energía eólica que no deben obviarse en un esfuerzo por reducir el impacto medioambiental de la generación eléctrica.

Los parques eólicos están localizados de modo preferente en las áreas de montaña, en las posiciones próximas a las líneas de cumbre, en donde suele encontrarse un alto potencial del recurso. En estas áreas, el grado de conservación de la naturaleza suele ser bueno, a veces incluso tiene un alto valor paisajístico, por lo que la ocupación del terreno para la implantación de un parque eólico puede acarrear una afección a los recursos naturales, paisajísticos o culturales de la zona. Generalmente, puede considerarse que esta incidencia es de baja importancia, puesto que, pese a la gran extensión que ocupan estos parques eólicos, la zona sigue estando disponible para los distintos usos que habitualmente se daban antes de construirlo. Las acciones del proyecto que generan más impactos son las relacionadas con la obra civil asociada: vías (como carreteras o caminos), edificio de control y subestación. Todas estas obras causan un daño en la cubierta vegetal y una alteración del suelo, y en ocasiones, modificaciones geomorfológicas. (PER 2005-2010, 2005)

Posiblemente, el factor ambiental más afectado debido a la instalación de un parque eólico es el factor paisajístico, también denominado impacto visual, especialmente en las zonas por encima de los 1500 metros sobre el nivel del mar ya que, la intervención humana a esa altitud suele ser escasa sino nula.

Otros aspectos a considerar como impactos pueden ser: el ruido producido por la rotación de las aspas y los impactos sobre la fauna. El primero de estos aspectos puede ser disminuido con la selección de materiales apropiados que amortigüen este ruido; en el segundo de los casos, los mayores impactos se producen durante la fase de obra, ya que propician desplazamientos masivos de la fauna, aunque, una vez finalizadas las obras, suelen volver a ocupar el lugar del parque. Los animales que más afectados se ven por la creación de un parque eólico son las aves debido al riesgo de colisión que hay contra las palas, torres o tendidos eléctricos.

Sin embargo, también hay que destacar los efectos positivos, entre ellos, uno de los más importantes es la ausencia total de emisiones contaminantes a la atmósfera. Como

ejemplo, cabe decir que, un parque eólico de 25 MW produce la energía suficiente para abastecer el consumo doméstico anual de 18000 familias españolas. Con dicha producción, se evita la emisión a la atmósfera de 21850 toneladas de CO₂ al año.

La Ley 9/2006 sobre la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente, que deroga a la Ley 6/2001, asienta las bases medioambientales para la realización de los proyectos eólicos, teniendo en cuenta que las Comunidades Autónomas son las que tienen competencia plena respecto a cuestiones ambientales en su ámbito territorial.

En general, los Estudios de Impacto Ambiental requieren una evaluación precisa de los efectos sobre el entorno, así como medidas correctoras para aminorar los posibles impactos que pudieran producirse sobre el medio ambiente local debido a la instalación del parque. Estos estudios deben precisar de un Programa de Vigilancia Ambiental durante la vida útil de la planta, cuya función básica es garantizar la afectación mínima del parque durante la fase de explotación. (PER 2005-2010, 2005)

2.2.6. *Datos del sector.*

La energía eólica es la fuente renovable que experimentó un mayor crecimiento en España durante la anterior década. La producción eléctrica del sector eólico en 2010 fue superior a los 43700 GWh, contribuyendo en un 16% a la cobertura total de la demanda eléctrica nacional, y superando, en algunas ocasiones, una cobertura del 50% de la demanda horaria.

En cuanto a las tendencias tecnológicas principales en el horizonte 2020, no son previsibles grandes cambios en la tecnología eólica, más allá de desarrollar aerogeneradores de mayor tamaño, aplicando nuevos materiales más resistentes, con menores costes asociados y con sistemas avanzados de control de la calidad de la energía cedida a la red.

Desde 2004, la tecnología eólica ha seguido evolucionando: Los aerogeneradores han pasado de una potencia unitaria de 1100 kW a unos 2000 kW de media. El diámetro de rotor ha aumentado hasta los 70-90 metros, quedando a penas sin variar la altura del buje. La potencia máxima que alcanzan los aerogeneradores ha aumentado sustancialmente de 2 MW en 2004 a más de 4 MW en 2011.

El potencial eólico es altamente sensible a la evolución del nivel tecnológico, por lo que no se trata de un valor estable en el tiempo, estimándose en España superior a los 330 GW en tierra y próximo a los 8 GW en mar en aguas no profundas (la tecnología eólica marina está mucho menos desarrollada que la terrestre, y por tanto, el potencial eólico es significativamente menor). (PER 2011-2020, 2011).

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

Estudio de impacto ambiental.

3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

3.1. INTRODUCCIÓN.

Desde un punto de vista medioambiental, cualquier proyecto debe conseguir, bajo los condicionantes que impone el entorno y con los recursos disponibles en el mismo, satisfacer las necesidades existentes con el menor consumo posible de dichos recursos, minimizando (sino evitando) los impactos negativos sobre el sistema socio-ecológico.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA, en adelante) introduce las primeras formas de control de las intervenciones humanas sobre el medioambiente, mediante instrumentos y procedimientos dirigidos a prever y evaluar las consecuencias de dichas intervenciones. Todo ello con la intención de reducir, mitigar, corregir y compensar los impactos (Conesa, 2010). Provee un procedimiento analítico orientado a formar un juicio objetivo sobre los impactos derivados que sirva como base a la decisión.

Sin embargo, la EIA no se configura únicamente como un procedimiento, sino como un marco jurídico-administrativo para la aprobación, modificación o rechazo de un proyecto por parte de la Administración. Este marco jurídico-administrativo tiene un ensamblaje competencial complejo, participando diferentes administraciones, desde la comunitaria hasta la autonómica.

3.1.1. Justificación.

El presente estudio de impacto ambiental se realiza a petición del promotor del proyecto, la Comunidad de Regantes LASESA, que quiere conocer el impacto que la realización de este proyecto tiene para tenerlo en cuenta en su futura construcción.

Según estipula la Ley 7/2006, de 22 de junio, de protección ambiental de Aragón, y el Decreto 74/2011, de 22 de marzo, por el que se modifican los anexos de la Ley nombrada anteriormente, este proyecto requiere de una EIA, ya que así se recoge en el artículo 24, apartado 1, de la Ley 7/2006:

“1. Deberán someterse a una evaluación de impacto ambiental, en la forma prevista en la presente Ley y demás normativa que resulte de aplicación, los proyectos, públicos o privados, consistentes en la realización de las obras, instalaciones o de cualquier otra actividad comprendida en el Anexo II de esta Ley, que se pretendan llevar a cabo en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Aragón.”

En el Anexo II, del Decreto que modifica los Anexos nombrado anteriormente, este proyecto se recoge de la siguiente manera (Grupo 3, proyectos de industria energética):

“3.3. Instalaciones de combustión:

- a. Instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen ordinario o en régimen especial, en las que se produzca la combustión de combustibles fósiles, residuos o biomasa, con una potencia térmica de combustión superior a 50 MW.

3.12. Instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía (parques eólicos) que tengan 15 o más aerogeneradores cuya potencia unitaria sea superior a 100 KW, o que se encuentren a menos de 2 kilómetros de otro parque eólico.”

Para el cumplimiento con lo establecido en el artículo 27 de la Ley 7/2006, el estudio de impacto ambiental de los proyectos que deben ser sometidos a evaluación de impacto ambiental, debe tener como mínimo los siguientes puntos:

- a. La descripción general del proyecto y exigencias previsibles en el tiempo en relación con la utilización del suelo y de otros recursos naturales. Estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y emisiones de materia o energía resultantes.
- b. La exposición de las diferentes alternativas estudiadas y la justificación de la elección de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.
- c. La evaluación de los efectos previsibles directos e indirectos del proyecto sobre la población, la flora, la fauna, el suelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el paisaje y los bienes materiales, incluido el patrimonio histórico-artístico y el arqueológico. Asimismo, se atenderá a la interacción entre todos estos factores.
- d. Las determinaciones del planeamiento urbanístico vigente en el ámbito de influencia del proyecto, detallando, en especial, las referentes a usos permitidos y prohibidos, condiciones de uso y cualesquiera otras que pudieran tener relación con la actuación.

- e. Las medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos.
- f. El programa de vigilancia ambiental.
- g. Un documento de síntesis del estudio redactado en términos comprensibles. Informe, en su caso, de las dificultades informativas o técnicas encontradas en la elaboración del mismo.

3.1.2. *Objeto.*

El objeto del documento es, analizar los impactos ambientales derivados y proponer las medidas correctoras y compensatorias, para paliar en la medida de lo posible las afecciones ocasionadas por la instalación del proyecto.

3.1.3. *Antecedentes.*

La Comunidad de Regantes de LASESA situada en la zona sur del Somontano de Barbastro y lugar donde se localiza el proyecto de la planta de gasificación de biomasa y de los tres parques eólicos, es una comunidad de base incorporada a la Comunidad General de Riegos del Alto Aragón que toma las aguas de riego de la acequia Pertusa, acequia derivada del canal del Cinca.

Como tal comunidad de regantes, es una corporación de derecho público, no tiene constituido capital social y no tiene accionistas, así como tampoco tiene ninguna empresa filial.

Esta comunidad de regantes abarca un total de 10853 hectáreas, de las cuales 9756 son regables. La superficie dominada por dicha comunidad de regantes se encuentra ubicada en los términos municipales de Lastanosa (término municipal de Sariñena), Sariñena, Sena, Villanueva de Sigüenza y Castejón de Monegros. Esta superficie se encuentra dividida en 1253 parcelas pertenecientes a 624 propietarios e, hidráulicamente hablando, se encuentra dividida en cinco sectores independientes, cada uno de los cuales dispone de toma independiente de la acequia Pertusa y de su propia red de tuberías; estando al cargo de la comunidad una red hidráulica de aproximadamente 700 kilómetros de tuberías de presión, 1654 hidrantes de parcela compuestos de válvula de compuerta o de mariposa, regulador de presión y limitador

de caudal; y cinco estaciones de bombeo de diferentes potencias y caudales incluyendo la correspondiente instalación eléctrica en cada una de ellas. (Nogués, 2005).

La Comunidad de Regantes de Lasesa, una de las zonas más dinámicas de todo el sistema de Riegos del Alto Aragón, inicia su funcionamiento como tal en el año 1982, y desde entonces, la preocupación por las diferentes juntas de gobierno ha sido la misma, dar el mejor servicio posible a los diferentes regantes, por lo que, ha sido imprescindible dotarse de las infraestructuras necesarias dada la cantidad de terreno dominado.

Desde el primer momento el esfuerzo inversor fue inmenso debido a que la transformación de la comunidad fue muy rápida en sus inicios, detectándose deficiencias de funcionamiento en la red hidráulica muy pronto. Así mismo, al llevarse a cabo una diversificación de cultivos demasiado rápida, las premisas con las que las redes de tuberías habían sido calculadas no sirvieron, y la red de tuberías tuvo que soportar unas condiciones muy distintas, forzando al personal de la comunidad a llevar un control que permitiera atender las demandas de los regantes. Así mismo, esto ha obligado a la comunidad a estudiar en profundidad su propia red de tuberías para poder definir y acometer las diferentes modificaciones en las mismas que permitan garantizar la misma dotación de agua a toda la superficie dominada. (Nogués, 2005.)

Las características agroclimáticas de esta zona del Somontano, el desarrollo de sus instalaciones de riego y el ingenio de sus regantes ha traído consigo el cultivo de producciones hortícolas de alto valor añadido. Dichos cultivos se caracterizan por un elevado aprovechamiento de recurso hidráulico que, debido a su tipología, demanda agua en momentos concretos y estrictos en el desarrollo de las plantaciones.

Dadas las características de un sistema de riegos amplio como es el Sistema de Riegos del Alto Aragón: longitud de sus canales, elevado número de sus obras de fábrica y las características variables de los terrenos que atraviesa; las labores de conservación y mantenimiento a realizar son importantes. Estas labores se realizan fuera de la campaña de riegos, en el periodo comprendido desde mitad de octubre hasta primeros de marzo. En este periodo de corte, los canales se abrían durante pequeños periodos de tiempo para atender las demandas de abastecimiento de los núcleos urbanos que se abastecen de ellos, así como las necesidades de los cultivos hortícolas con demanda de agua en dicho periodo.

El agua que se abastecía en el periodo de corte era insuficiente para cubrir todas las necesidades, teniendo en cuenta las demandas de los cultivos hortofrutícolas y las pérdidas en

el sistema de riego, por ello se estableció la necesidad de la creación de un embalse que solventara la demanda establecida.

Dicho embalse, con un volumen de 9,85 hm³ está situado en las cercanías del núcleo de Lastanosa, en el paraje denominado “barranco de Valdeprimicia”. El barranco se encuentra en el término municipal de Sariñena (Huesca), y la acequia de Pertusa lo atraviesa a la altura del P.K. 22 de su recorrido.

La junta de la Comunidad de Regantes de Lasesa optó por ponerse en contacto con el Área de Proyectos de la Ingeniería del Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación de la Escuela Politécnica Superior de Huesca para que solucionara la financiación tanto de las obras del embalse como de la renovación y modernización de la red de riegos de la Comunidad de Regantes.

El primer problema que se planteó fue que las obras del embalse, con un coste en torno a los 25 millones de euros, suponían que durante 50 años, cada regante perteneciente a dicha comunidad tenía que aportar 126 euros por año y hectárea. Dado que la cifra era muy elevada se planteó la utilización de energías renovables para financiar las obras del embalse ya que, en ese año las primas a la utilización de este tipo de energías todavía estaban vigentes.

En principio, teniendo en cuenta la situación en la que se desarrolla el proyecto, la primera opción fue la utilización de la fuerza del agua (energía hidroeléctrica) como productor de energía, pero esta opción fue rápidamente descartada puesto que la acequia Pertusa no dispone de ningún salto.

Posteriormente se comenzó a barajar la posibilidad de utilizar la biomasa como fuente de energía eléctrica, dado que la actividad de la comunidad está directamente relacionada con la agricultura y por tanto, con la producción de biomasa. Los residuos agrícolas de utilización energética están constituidos por los restos de cosechas de cultivos herbáceos, principalmente la paja de los cereales. A pesar de los inconvenientes de la utilización de biomasa (falta de seguridad en el abastecimiento, producción dispersa y estacional) no impidieron llevar a cabo el proyecto ya que la biomasa está abastecida por los miembros de la comunidad de regantes y, si el aporte de éstos no fuera suficiente, se podría adquirir de las zonas colindantes.

Como se puede ver el uso de la biomasa como fuente de energía renovable encabezada a la generación eléctrica es una buena oportunidad. El sistema de aprovechamiento eléctrico de la misma fue elegido en función de las características del recurso, la cuantía y del tipo de demanda energética requerida. Tras estudiar todas las

posibilidades se optó por la implantación de una planta de gasificación de biomasa debido a que, este tipo de aprovechamiento, presenta un mayor rendimiento cuando se trabaja con potencias reducidas o muy elevadas. Sin embargo, la construcción de una planta de gasificación de biomasa requiere una elevada inversión inicial y una inercia hasta que empieza a funcionar a pleno rendimiento (de 3 a 4 años de maduración), dado que la Comunidad de Regantes pretendía generar ingresos adicionales se tuvo que pensar en otro tipo de energía que aportase una rentabilidad inmediata. Por esto se apostó por el aprovechamiento de energía eólica dado que los datos de viento y el potencial de la zona de emplazamiento de los aerogeneradores eran óptimos para ello. (Nogués, 2005)

Dado que en el año de creación del proyecto la construcción de parques eólicos se encontraba bloqueada debido al agotamiento de la potencia concedida por REESA (Red Eléctrica Española S.A.) se optó por la creación de un pequeño “parque eólico”, ya que según el Decreto 93/1996 del Gobierno de Aragón, se autorizan las Instalaciones Singulares cuyo objetivo sea la investigación y el desarrollo de aerogeneradores. Según dicho decreto el número de aerogeneradores que se permiten instalar debe ser igual o inferior a tres y la potencia unitaria de los aerogeneradores que compongan la instalación no puede ser mayor de 5 MW.

El proyecto propuesto por el Área de Proyectos de la Ingeniería del Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación de la Escuela Politécnica Superior de Huesca (parque eólico y planta de gasificación de biomasa) iba acompañado además por la construcción de una planta solar fotovoltaica. Dicha planta solar si se llegó a construir porque se consiguieron diferentes fuentes de financiación para la misma; sin embargo, el proyecto compuesto por el parque eólico y la planta de gasificación de biomasa no comenzó su construcción por la supresión de las primas a la utilización de energías renovables.

Sin embargo, se espera que cuando la dotación de dichas primas se retome, este proyecto se lleve a cabo. Con esto, se conseguiría disminuir la cantidad de dinero a aportar por cada regante ya que, la instalación del parque eólico proporciona ingresos directos a la Comunidad de Regantes, y porque la biomasa aportada por los regantes (de forma voluntaria) sería retribuida disminuyendo la deuda del regante en cuestión.

3.2. MARCO LEGAL.

A continuación se detallan algunas de las principales disposiciones que pueden ser aplicables tanto en el ámbito europeo, como nacional o autonómico.

3.2.1. Legislación Comunitaria.

- Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes.
- Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2008, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (también conocida como Directiva IPCC)
- Directiva Hábitat (Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, modificada por la Directiva 97/62/CE, de 27 de octubre, que adapta al progreso científico y técnico la anterior Directiva)
- Directiva de Aves 79/409/CE, de 2 de abril, relativa a la conservación de las aves silvestres (ampliada por la Directiva 91/294/CE).

3.2.2. Legislación estatal.

- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

- Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007 de Responsabilidad Medioambiental.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Real Decreto 439/1990, de 30 de Marzo, por el que se regula el Catálogo Nacional de especies amenazadas (actualizado por la Orden de 10 de marzo de 2000; Orden MAM/2734/2002; Orden MAM/2784/2004, de 28 de mayo y Orden MAM/2231/2005, de 27 de junio).
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes precedentes de grandes instalaciones de combustión, y se fijan ciertas condiciones para el control de las emisiones a la atmósfera de las refinerías de petróleo.
- REAL DECRETO 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos Tóxicos y Peligrosos, modificado por el REAL DECRETO 952/1997, de 20 de junio.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

3.2.3. Legislación autonómica.

- Decreto 74/2011, del Gobierno de Aragón, por el que se modifican los anexos de la Ley 7/2006, de protección ambiental de Aragón.
- Ley Autonómica 7/2006, de 22/06/2006, de Protección Ambiental de Aragón (BOA nº 81, de 17/07/2006). Corrección de errores publicada en el BOA nº 106, de 13/09/2006.
- Orden 4 de abril de 2006, por el que se establecen los criterios generales, de carácter técnico, sobre el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental relativo a las instalaciones de proyectos eólicos.

- Orden 4 de marzo de 2004, del Departamento de Medio Ambiente, por la que se incluyen en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón determinadas especies, subespecies y poblaciones de flora y fauna y cambian de categoría y se excluyen otras especies ya incluidas en el mismo.
- Decreto 49/1995, de 28 de marzo, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas, modificado por el Decreto 181/2005, de 6 de septiembre.
- Ley 3/1999, de 10 de marzo, del Patrimonio Cultural Aragonés.

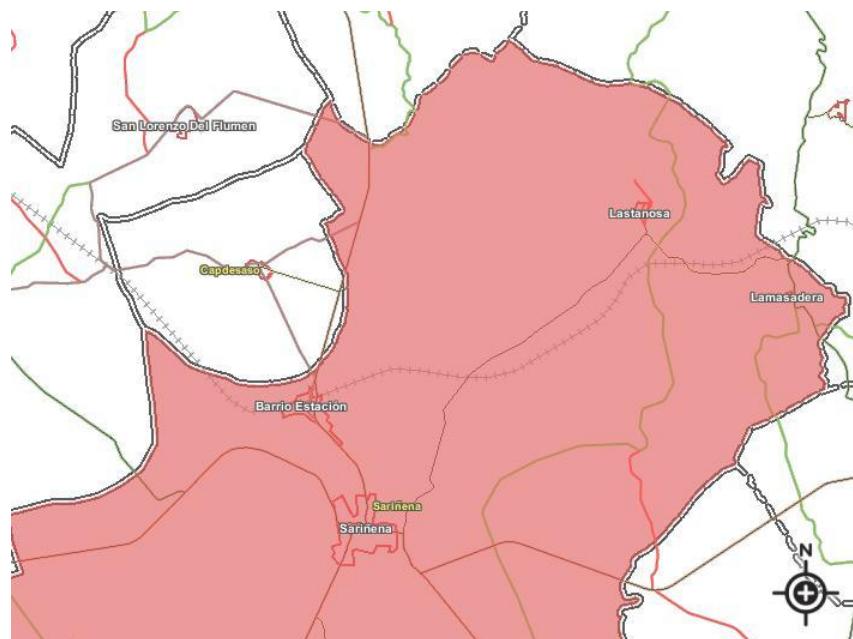
3.3. LOCALIZACIÓN.

3.3.1. Situación.

La zona en la que se va a realizar el proyecto es la Comunidad de Regantes LASESA, como se ha dicho anteriormente, se encuentra en la zona sur del Somontano de Barbastro y pertenece a la Comunidad General de Riegos del Alto Aragón que toma las aguas de riego de la acequia Pertusa, acequia derivada del canal del Cinca.

La superficie dominada por dicha comunidad de regantes se encuentra ubicada en los términos municipales de Lastanosa (término municipal de Sariñena), Sariñena, Sena, Villanueva de Sigena y Castejón de Monegros.

El proyecto en concreto se va a realizar en las inmediaciones del embalse, que está situado en las cercanías del núcleo de Lastanosa, en el paraje denominado “barranco de Valdeprimicia”.



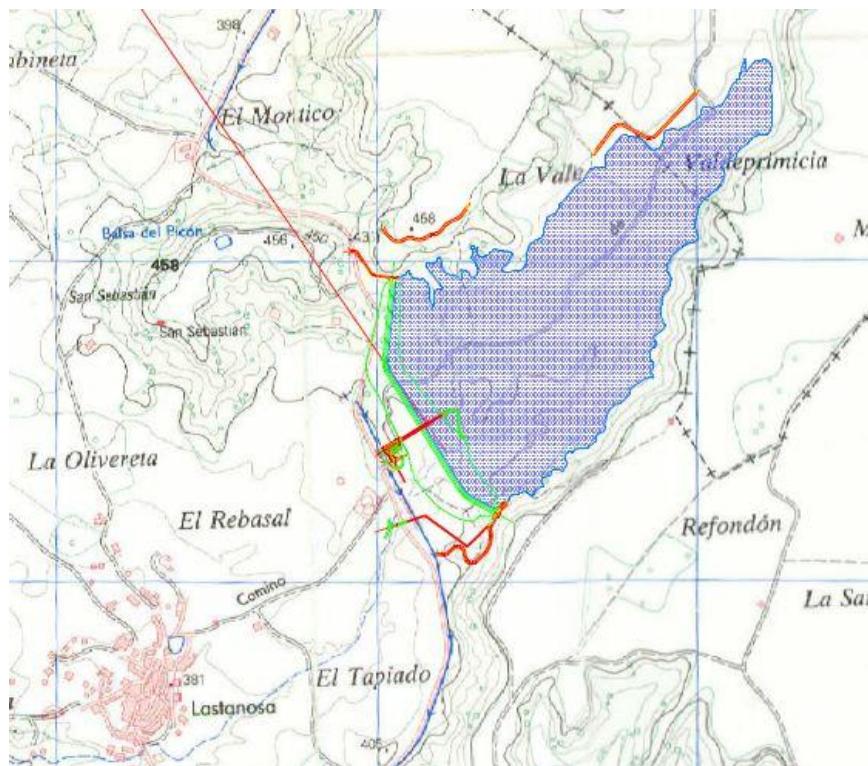


Figura 22: Mapa de la ubicación del término municipal de Sariñena (arriba), mapa de la ubicación del municipio de Lastanosa con respecto a Sariñena (centro) y plano del embalse. Fuente: Visor SITAR y memoria del proyecto de construcción del embalse.

3.4. ALTERNATIVAS PROPUESTAS.

Para la financiación de las obras del embalse se pensó, tal y como se recoge en los antecedentes del presente proyecto, en la utilización de energías renovables, tales como:

- Alternativa 0: Consiste en la utilización de energía hidroeléctrica, por la proximidad a la acequia Pertusa. Esta alternativa fue rechazada porque dicha acequia no presenta ningún salto.
- Alternativa 1: Consiste en la utilización de otras energías presentes en la zona, como la energía solar, energía eólica y energía de la biomasa. Esta alternativa fue la aceptada para financiar las obras del embalse.

La localización de los parques eólicos y de la planta de biomasa (localización que se especificará en el siguiente punto de este documento) también presentó una serie de dudas. Sin embargo, se eligieron dichos emplazamientos por estar cerca de un punto de evacuación

de la energía eléctrica, en concreto de una Subestación Eléctrica de Transformación (SET), por estar en terreno agrícola de secano (ya que el terreno de regadío es más caro y por tanto, acarrearía un importe superior a las obras) y por la cercanía a vías o caminos, con el consiguiente ahorro económico y mejora para el medio ambiente, por tener que construir los mínimos posibles.

3.5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

3.5.1. Descripción del proceso de gasificación y de la planta de gasificación.

La gasificación de residuos es una tecnología de proceso diseñada para obtener un gas de síntesis, un producto que puede ser empleado para producir combustibles, productos químicos o energía, como en el caso del proyecto en cuestión.

La gasificación de la biomasa es un proceso termoquímico complejo que convierte materiales lignocelulósicos en gases valiosos, desde el punto de vista energético, mediante su oxidación parcial a alta temperatura (cerca de los 1200 °C). Consta de dos etapas: primero se produce la descomposición térmica de la materia orgánica formando un residuo carbonoso que posteriormente reacciona con el gas o agente gasificante introducido en el reactor.

El agente gasificante puede tener diversas composiciones. Su elección se toma teniendo en cuenta diversos factores como por ejemplo el uso que se le va a dar al gas combustible obtenido. Si el agente gasificante contiene oxígeno, éste tendrá que estar en una cantidad que oscile entre un quinto y un tercio de la cantidad requerida teóricamente para la combustión completa de la biomasa.

El gas generado está compuesto principalmente por monóxido de carbono, hidrógeno, dióxido de carbono, metano, vapor de agua y, en menores proporciones, hidrocarburos pesados. La utilización de este combustible presenta una serie de ventajas: fácil manipulación, mayor eficiencia debido a una menor cantidad de aire en exceso, menor deposición de partículas en las superficies de intercambio de calor y diversidad en sus aplicaciones.

En este proyecto en cuestión, una vez producida la gasificación de la biomasa agrícola, el gas procedente del digestor será utilizado en un motor de combustión interna para la producción de electricidad.

El consumo correspondiente a un equipo de gasificación de biomasa ronda los 800 kg/h. Las necesidades anuales son de 4000 a 5500 toneladas de biomasa. Teniendo en cuenta que el proyecto de la planta de gasificación de biomasa planteado consta de 14 equipos de gasificación, la necesidad anual de los mismos será de 77000 toneladas, lo que supone una potencia anual de 10738 kW.

Los residuos que sirven como combustibles provienen principalmente de las cosechas de trigo blando, trigo duro, maíz, cebada y sorgo. La disponibilidad de dichos residuos en la zona de implantación es suficiente para abastecer a la planta de gasificación. Sin embargo, el abastecimiento se extiende también a toda la Comarca de los Monegros en el caso que los residuos de esta zona no fueran suficientes.

Descripción de la planta de gasificación:

Según plantea el proyecto, la paja procedente del campo será almacenada en dos naves de 25 metros de ancho por 100 metros de largo, capaces de recopilar la biomasa necesaria para el funcionamiento de la planta durante un mes, factor que favorece el secado de la biomasa por sí sola en el caso de que la humedad no sea adecuada para ingresar al gasificador (20% - 30%). Estas plantas están dotadas con un puente grúa que dispone de un sistema para la medida de la humedad de la paja. Al principio de cada nave se dispone de una tolva de hormigón construida bajo tierra en forma de cono invertido que permite almacenar en cada una de ellas la biomasa que la planta consume en un día para que sea abastecida a las tolvas de los gasificadores en 8 horas. (Nogués, 2005)

Los residuos del sorgo y del maíz tienen unas dimensiones mayores que las buscadas para el proceso de gasificación (de 50 a 100 mm) por lo que, antes de ingresar en los digestores, deben pasar un procedimiento de molienda. Por otro lado, la paja procedente de la cebada y del trigo es demasiado pequeña por lo que debe ser compactada. Por ello, en cada nave se almacenarán los residuos en función del tratamiento que tengan que llevar antes del proceso de gasificación.

La biomasa es transportada desde las tolvas de las naves de almacenamiento mediante elevadores de cangilones y cintas transportadoras hasta la briquetadora (compactadora) o el molino. Cuando la biomasa tiene el tamaño óptimo se transporta mediante una cinta a una

tolva denominada “tolva pulmón”, que es la encargada de alimentar a 7 tolvas que a su vez, cada una de ellas alimenta a dos gasificadores.

La tecnología de gasificación prevista para la instalación son 14 gasificadores de lecho móvil tipo DOWN-DRAFT con aire (con déficit de oxígeno) como agente gasificador y con una capacidad nominal de tratamiento de 600-800 kg/h de biomasa. La velocidad de flujo de la salida de los gases será tan elevada que no permitirá la deposición de partículas en el conducto de salida.

El gas pasará una primera etapa de limpieza mediante ciclones para la eliminación de la mayor cantidad posible de partículas sólidas, que son retiradas por la parte inferior. Tras los ciclones, los gases pasan a través de una etapa de enfriamiento, mediante un intercambiador de carcasa y tubos adecuando la temperatura del gas. Posteriormente el gas de síntesis entrará en el sistema de lavado de gases donde primero a través de un eyecto venturi y, posteriormente, a través de una torre de relleno con un eliminador de nieblas, se retienen las partículas que pudiesen quedar en el gas. Ya que de éste sistema de lavado los gases salen saturados en agua, se procede a un condensado de gran parte del agua que lleva (mediante un secador de gas) para evitar que un enfriamiento posterior condense dicha agua en la alimentación del motor. Tras estos procesos el gas está preparado para alimentar al motor de combustión interna. (Nogués, 2005)

Como equipos adicionales se encuentran un soplante que suministra la cantidad de aire necesaria para realizar la gasificación de forma automática y previamente calentado para mejorar el rendimiento del sistema.

3.5.2. Descripción de los parques eólicos.

Los proyectos de I+D+i de energía eólica que se pretenden implantar en la Comunidad de Regantes Lasesa son tres:

Un parque eólico destinado al estudio de la viabilidad de la instalación de aerogeneradores de 3 MW en la Comunidad Autónoma de Aragón. Hasta esa fecha, al no haber ningún aerogenerador de esa potencia en Aragón, el proyecto prevé la instalación de otro aerogenerador de 2 MW en ese mismo parque eólico para trazar las curvas de potencia de ambos y compararlas entre sí. Este parque eólico se conoce como Parque Eólico Multipolar.

El siguiente parque eólico tiene el objetivo de cubrir las necesidades de consumo de energía eléctrica de la Comunidad de Regantes producidos por las estaciones de bombeo que tienen para elevar y embalsar agua y así poner en regadío las casi 10000 hectáreas que poseen. Para ello se precisa implantar un nuevo sistema de regulación entre los aerogeneradores y las estaciones de bombeo para adecuar las demandas a la producción de energía eléctrica. El nombre que se le da en el proyecto de instalación del parque eólico es “Parque Eólico La Ventosa”.

El último parque, denominado “Parque Eólico el Montico”, tiene como objetivo principal desarrollar un nuevo sistema de regulación de suministro de energía eléctrica que permita una integración de la energía eólica producida por los aerogeneradores, y la energía producida por la planta de gasificación de biomasa diseñada en este mismo proyecto, garantizando el suministro entre ambas. Para conseguir esto, se proyecta un sistema de regulación entre los tres aerogeneradores que forman parte de este último parque eólico y los catorce equipos que forman la planta de gasificación. (Nogués, 2005)

Todos los aerogeneradores son de la marca VESTAS, fabricados por la empresa danesa VESTAS EÓLICA, modelo NM82, de 1600 kW de potencia, excepto los que forman parte del Parque Eólico Multipolar que serán de 3 y 2 MW de potencia respectivamente. A grandes rasgos los aerogeneradores se pueden describir como: formados por un rotor tripala de eje horizontal con posición a barlovento. El diámetro del rotor es de 82 metros y este rotor está elevado del suelo 78 metros. (Nogués, 2005)

La curva del aerogenerador es la que representa la siguiente figura:

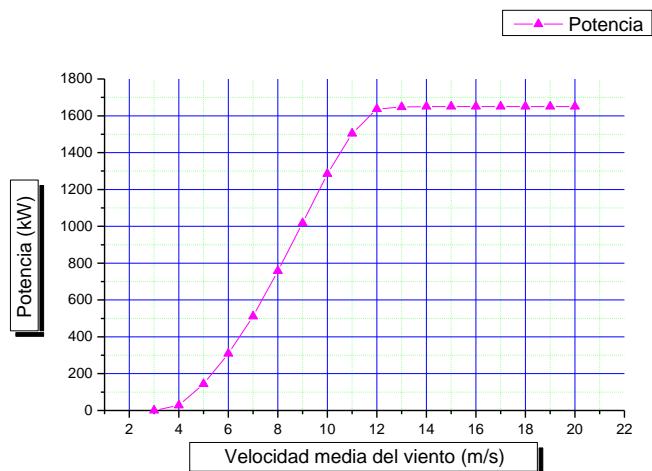


Figura 23: Curva del aerogenerador. Fuente: Proyecto de Marta Nogués.

Estos aerogeneradores presentan una velocidad de arranque (V_c) de 3 m/s, una velocidad nominal (V_r) de 10,2 m/s y una velocidad de recogida (V_f) de 25 m/s.

Tras la toma de medidas de la velocidad del viento en la estación meteorológica de Sariñena a 10 metros y la posterior extrapolación para obtener la velocidad del viento a 30 metros (altura media) y 78 metros (altura del buje) se concluyó que la velocidad media del viento en 2004 era de 3,91 m/s a la altura de 10 metros, 4,74 m/s a 30 metros de altura y 5,49 m/s a 78 metros. Los vientos predominantes en la zona son el Cierzo (W-NW) y el Bochorno (E-SE), con predominancia del primero, lo que se tendrá en cuenta para la disposición de los aerogeneradores. Por último, se recogieron datos de la frecuencia con la que soplaba el viento a las distintas velocidades. La gráfica obtenida con los datos anteriores, se ajustó a la distribución de Weibull, y resolviendo una serie de funciones matemáticas se obtuvo que la producción neta anual será de 31,436 GWh/año, lo que corresponde a 2381,49 horas equivalentes por aerogenerador.

La localización aproximada de la construcción de los diferentes parques eólicos y de la planta de gasificación de biomasa se muestra a continuación:

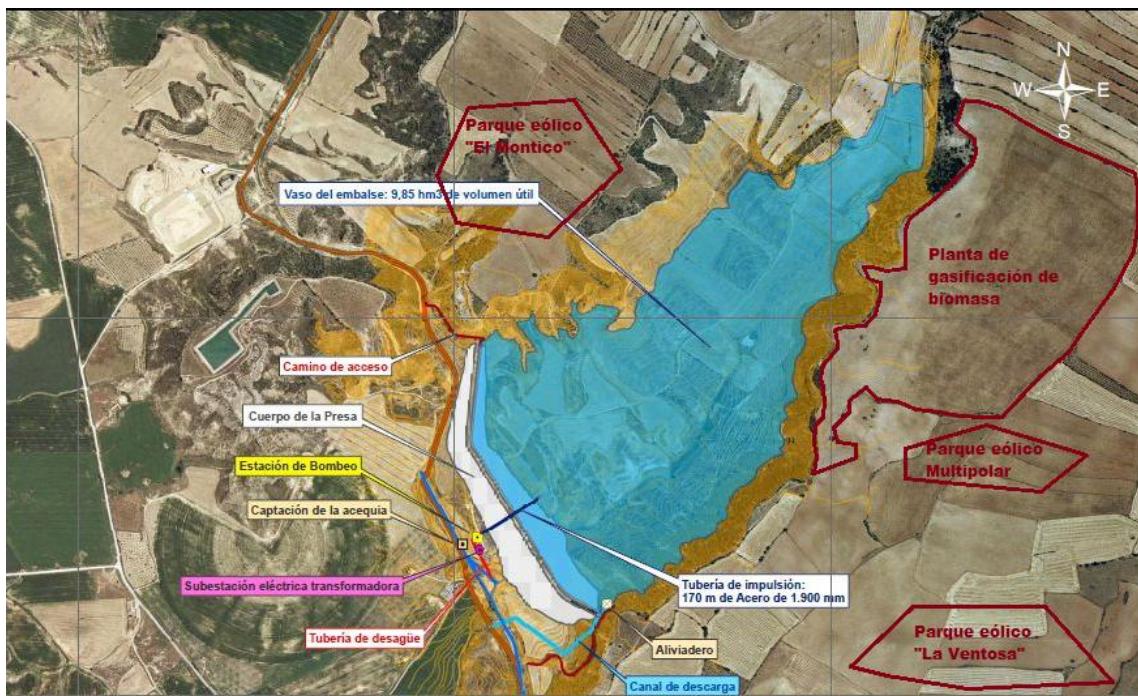


Figura 24: Mapa de localización aproximada de los distintos componentes del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

3.6. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO.

A continuación se presentan las características del emplazamiento y del entorno próximo donde se quiere llevar a cabo el proyecto de instalación de tres parques eólicos y una planta de biomasa para la obtención de energía eléctrica.

La zona de actuación se encuentra situada en las inmediaciones del barranco de Valdeprimicia, relativamente próximo al municipio de Sariñena. Este terreno está al norte de la Sierra de Alcubierre, enclavado en una zona de transición entre la parte central del valle del Ebro y las últimas estribaciones del somontano oscense.

3.6.1. Medio abiótico.

3.6.1.1. Geología.

El proyecto está situado administrativamente en la provincia de Huesca, concretamente en el término municipal de Sariñena. El proyecto, se ubica en la hoja nº 357, correspondiente a Sariñena, del Mapa Geológico de España, IGME.

El territorio donde se proyectan las infraestructuras para la obtención de energía eléctrica presenta una topografía ligeramente ondulada y cuya altitud está comprendida entre los 200 y 300 metros sobre el nivel del mar salvo en los “sasos” donde se alcanzan cotas próximas a los 450 metros sobre el nivel del mar.

La hoja se encuentra dominada por el Cuaternario y el Mioceno. El Cuaternario se extiende por los diversos niveles de terraza y “sasos” que encontramos a lo largo de los ríos que surcan la Hoja y en los fondos coluviales procedentes de la erosión del mioceno circundante. El resto de la Hoja se encuentra ocupado por terrenos miocénicos. En cuanto a la litología, predominan la alternancia de areniscas y margas, con predominancia de estas últimas, excepto en la zona de los ríos que obedecen a una litología de gravas, conglomerados y arcillas y los “sasos” donde predominan las brechas y conglomerados. (Mapa de cultivos y aprovechamientos, hoja 357, 1978)

3.6.1.2. Clima.

La zona está caracterizada con un clima intermedio entre el Mediterráneo templado y el Mediterráneo continental hecho que queda reflejado en los valores medios de sus variables climáticas.

En cuanto al régimen de humedad, dada la duración y la intensidad del periodo seco, y su localización en el transcurso del año, se le puede definir como Mediterráneo seco, con ciertas características “esteparias” al noreste dada la distribución estacional de la pluviometría. (Documento de proyecto de construcción del embalse, 2003)

Variable climática	Valor medio
Temperatura media anual	14-15 °C
Temperatura media mes más frío	3-5 °C
Temperatura media mes más cálido	23-26 °C
Duración media del periodo de heladas (*)	7 meses
ETP media anual	850-950 mm
Precipitación media anual	350-500 mm
Déficit medio anual	450-500 mm
Duración media del periodo seco	4-5 meses
Precipitación de invierno	21%
Precipitación de primavera	25%
Precipitación de otoño	31%

Figura 25: Variables climáticas de la zona de implantación del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

3.6.1.3. Hidroología.

Los ríos que predominan en la Hoja son, el río Alcanadre, que recibe, especialmente por su margen derecha una serie de barrancos de régimen torrencial y que constituye la red de drenaje de esta zona; y el río Cinca, que presenta un régimen pluvio-nival actualmente regulados por los embalses situados en su curso superior.

Debido al régimen de lluvias, a la compacidad y escasa permeabilidad del sedimento margoso, se originan en el centro y norte de la Hoja pequeñas cuencas de avenamiento cerradas en donde son frecuentes los fenómenos endorréicos. (Mapa de cultivos y aprovechamientos, hoja 357, 1978)

3.6.2. Medio biótico.

3.6.2.1. Vegetación.

Vegetación potencial:

Se define la vegetación potencial, como aquella que se asentaría en unas condiciones ambientales específicas, si se dejase evolucionar una tesela del territorio de forma natural, sin intervención del hombre. Hasta alcanzar ese óptimo se sucederían una serie de etapas representadas por diferentes asociaciones vegetales crecientes en complejidad con el tiempo.

En estas hipotéticas condiciones, se desarrollaría un encinar con un cierto número de arbustos esclerófilos en el sotobosque (*Quercus coccifera*, *Rhamnus alaternus* var. *Parvifolia*, *Rhamnus lycioides* subsp. *lycioides*, etc.) que, tras la total o parcial desaparición o destrucción de la encina, aumentan su biomasa y restan como etapa de garriga. Según Salvador Rivas-Martínez, estos carrascales que constituirían la formación arbórea más característica, pertenecen a la serie mesomediterránea castellano-aragonesa de la encina (*Quercus rotundifolia* o *Quercus ilex* subsp.*ballota*).
(Documento de proyecto de construcción del embalse, 2003)

La siguiente tabla recoge las características de las diversas etapas de regresión de esta serie vegetal:

Serie mesomediterránea aragonesa de la encina	
Árbol dominante:	<i>Quercus rotundifolia</i> o <i>Q. ilex</i> ssp <i>ballota</i> (Encina)
Bosque	<i>Quercus rotundifolia</i> o <i>Q. ilex</i> ssp <i>ballota</i> (Encina) <i>Bupleurum rigidum</i> (Oreja de liebre) <i>Teucrium pinnatifidum</i> <i>Thalictrum tuberosum</i>
Matorral denso	<i>Quercus coccifera</i> (Coscoja) <i>Rhamnus lycioides</i> (Espino negro) <i>Jasminum fruticans</i> (Jazmín silvestre) <i>Retama sphaerocarpa</i> (Retama común, retama de bolas)
Matorral degradado	<i>Genista scorpius</i> (Aliaga) <i>Teucrium capitatum</i> (Paleo de monte) <i>Lavandula latifolia</i> (Lavanda, espliego) <i>Helianthemum rubellum</i>
Pastizales	<i>Stipa tenacissima</i> (Esparto) <i>Brachypodium ramosum</i> <i>Brachypodium distachyon</i>

Figura 26: Características de las diversas etapas de regresión de esta serie vegetal. Fuente: Elaboración propia.

Vegetación actual:

El área afectada por el proyecto se caracteriza por sus condiciones de extrema aridez, factor que limita y determina la abundancia, calidad y capacidad regenerativa de los recursos naturales bióticos.

Se trata de una zona fuertemente antropizada, en la que debido a la mala calidad de los suelos y a la falta de agua, se ha producido una progresiva degradación y abandono.

Por estos motivos, de la vegetación clímax o vegetación potencial, sólo queda en las zonas circundantes al embalse una banda en los terrenos más elevados de la

margen izquierda, como consecuencia de las transformaciones generadas por el hombre (cultivos principalmente). En esta zona se desarrollan las siguientes especies: *Quercus ilex* Subsp. *ballota* (encina), *Juniperus communis* (enebro), *Juniperus thurifera* (sabina), *Pinus nigra* (Pino negral), *Rhamnus lycioides* (Espino negro), *Retama sphaerocarpa* (Retama de bolas), *Quercus coccifera* (Coscoja), *Genista scorpius* (Aliaga), *Lavandula latifolia* (Lavanda) y *Thymus sp.* (Tomillo). (Documento de proyecto de construcción del embalse, 2003)

En la margen derecha del embalse, pese a que hay algunas zonas de matorral bajo y pastizal, la mayor parte del terreno son cultivos.

Según el atlas de flora de Aragón, en la cuadrícula UTM de 10x10 km. correspondiente a la zona de implantación del proyecto (UTM 30TYM34) no existe ninguna especie catalogada.

3.6.2.2. Fauna.

El área de estudio está constituida fundamentalmente por cultivos, algunos de ellos arbóreos (olivos), existiendo también zonas más naturales cubiertas por pastizal y matorral ralo, así como una zona de vegetación natural (carrascal) en la margen izquierda del embalse.

En cuanto a la presencia de mamíferos, se pueden citar en la zona los siguientes: musaraña común (*Crocidura russula*), comadreja (*Mustela nivalis*), turón común (*Mustela putorius*), tejón (*Meles meles*), zorro (*Vulpes vulpes*), rata negra (*Rattus rattus*), ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*), topillo común (*Pytymys duodecimcostatus*), ratón moruno (*Mus spretus*), rata común (*Rattus norvegicus*), rata de agua (*Arbicola sapidus*), erizo europeo occidental (*Erinaceus europaeus*), lirón careto (*Elyomys quercinus*), liebre común (*Lepus capensis*) y conejo común (*Oryctolagus cuniculus*).

Entre los anfibios cabe citar el sapo común (*Bufo bufo*), sapo corredor (*Bufo calamita*) y la rana común (*Rana perezi*).

Entre los reptiles cabe destacar la existencia de la lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*), lagartija cenicienta (*Psammodromus hispanicus*), lagartija colirroja (*Acanthodactylus erythrurus*), lagartija colilarga (*Psammodromus algirus*), lagarto

ocelado (*Lacerta lepida*), culebra viperina (*Natrix maura*), culebra bastarda (*Malpolon monspesulanus*) y salamanquesa común (*Tarentola mauritanica*). (Documento de proyecto de construcción del embalse, 2003)

Respecto a la fauna ornitológica (especies de aves nidificantes) se encuentran, en el área de estudio las siguientes especies:

Abejaruco	Abubilla	Aguilucho cenizo	Aguilucho lagunero
Alcaraván	Alcaudón común	Alcaudón real	Alcotán
Alimoche	Autillo	Avión común	Avión roquero
Bisbita campestre	Búho real	Buitrón	Calandria
Carbonero común	Carricero común	Carricero tordal	Cernícalo vulgar
Chorlitejo chico	Chova piquiroja	Cigüeña blanca	Codorniz
Cogujada común	Cogujada montesina	Collalba gris	Collalba negra
Collalba rubia	Corneja negra	Cuco	Cuervo
Curruca cabecinegra	Curruca carrasqueña	Curruca mirlona	Curruca rabilarga
Escribano soteño	Estornino negro	Golondrina común	Gorrión chillón
Gorrión común	Gorrión molinero	Grajilla	Jilguero
Lavandera blanca	Lechuza común	Mirlo común	Mochuelo
Mosquitero Papialbo	Paloma doméstica	Paloma torcaz	Paloma zurita
Pardillo común	Perdiz común	Pito real	Polla de agua
Sisón	Ratonero común	Ruisenor bastardo	Ruisenor común
Triguero	Tarabilla común	Terrera común	Tórtola común
Zarcero común	Urraca	Vencejo común	Vencejo real

Figura 27: Fauna ornitológica (aves nidificantes) presentes en la zona del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

En la lista que se detalla a continuación se incluyen únicamente aquellas especies contenidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón. Este catálogo es un registro público abierto, creado por Decreto 49/1995, de 28 de marzo, de la Diputación General de Aragón; y modificado parcialmente por el Decreto 181/2005, de 6 de septiembre del Gobierno de Aragón, por el que se modifican todos los Anexos del anterior Decreto y se añade un quinto Anexo para las especies extintas.

El Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón está integrado por las especies, subespecies o poblaciones cuya protección exige medidas específicas. La inclusión en el Catálogo de una especie, subespecie o población de fauna o flora, conlleva su

clasificación dentro de una Categoría de Amenaza, así como unas normas de protección y la redacción de un Plan para su gestión en particular.

Las categorías de amenaza hacen referencia a:

- En Peligro de Extinción: reservada para aquellas especies, subespecies o poblaciones de fauna o flora cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando.
- Sensibles a la alteración de su hábitat: referidas a aquéllas cuyo hábitat característico está particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado.
- Vulnerables: destinadas a aquellas que corren el riesgo de pasar a las categorías anteriores en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ellas no son corregidos.
- De interés Especial: en la que se podrán incluir las que, sin estar contempladas en ninguna de las categorías precedentes, sean merecedoras de una atención particular en función de su valor científico, ecológico, cultural o por su singularidad.
- Extinguidas: destinada a aquel taxón del que, no habiendo sido localizado con certeza en estado silvestre en los últimos 50 años, se tiene constancia de que está extinguido.

Así se tiene que, de las especies inventariadas en la zona, catorce de ellas están incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas:

Especie	Categoría de Amenaza
Musaraña común (<i>Crocidura russula</i>)	De interés Especial
Turón común (<i>Mustela putorius</i>)	De interés Especial
Tejón (<i>Meles meles</i>)	De interés Especial
Erizo europeo occidental (<i>Erinaceus europaeus</i>)	De interés Especial
Sapo común (<i>Bufo bufo</i>)	De interés Especial
Alimoche (<i>Neophron percnopterus</i>)	Vulnerable
Aguilucho cenizo (<i>Circus pygargus</i>)	Vulnerable
Chova piquiroja (<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>)	Vulnerable
Sisón (<i>Tetrao tetrix</i>)	Vulnerable
Cigüeña blanca (<i>Ciconia ciconia</i>)	De interés Especial
Triguero (<i>Miliaria calandra</i>)	De interés Especial
Jilguero (<i>Carduelis carduelis</i>)	De interés Especial
Pardillo común (<i>Carduelis cannabina</i>)	De interés Especial
Cuervo (<i>Corvus corax</i>)	De interés Especial

Figura 28: Especies catalogadas en la zona de actuación del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

3.6.3. Figuras de protección.

La zona objeto de estudio no está incluida en ningún espacio natural protegido en ninguna de sus variantes o catalogaciones. (Documento de proyecto de construcción del embalse, 2003)

Las zonas más próximas, con alguna catalogación son las siguientes:

Nombre	Catalogación	Sup. (ha)	D (*) (Km)
Laguna de Sariñena y Balsa de la Estación	Refugio de Fauna Silvestre Z. E. P. A.	655	11
Serreta de Tramaced	Z. E. P. A.	3463	15
Sierra de Alcubierre y Sigena	Z. E. P. A. L. I. C.	47450	
Sierra y Cañones de Guara	Parque Natural Z. E. P. A. L. I. C.	47450	

Figura 29: Zonas próximas a la zona de actuación con catalogación. Fuente: Elaboración propia.

D (*): Distancia aproximada, en kilómetros, a la zona de actuación del proyecto.

En la siguiente figura se muestran los espacios protegidos más cercanos al proyecto, para conocer su distribución espacial.

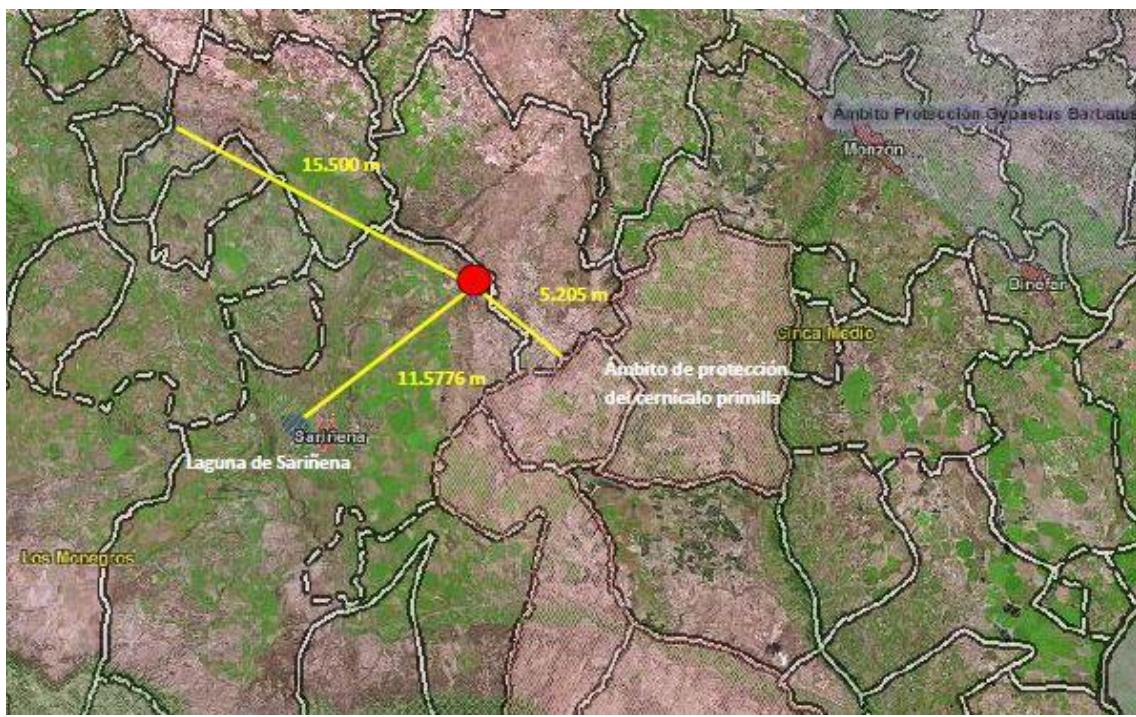


Figura 30: Distancia de la zona de actuación a las zonas protegidas más cercanas. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura, el ámbito de protección del Cernícalo primilla está muy próximo a la zona de actuación. A pesar de que no sea una especie nidificante en la zona del proyecto, habrá que tener en cuenta la proximidad a dicho ámbito de protección, ya

que, esta especie está catalogada como vulnerable, en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.

3.6.4. Paisaje.

El paisaje de gran parte de la superficie del municipio de Sariñena es fundamentalmente agrícola, dado el medio de vida que ha tenido la población durante siglos. Eso ha cambiado en gran medida el paisaje, siendo difícil encontrar en todo el término municipal formaciones vegetales naturales.

De hecho la extensión de la superficie agrícola abarca el 70% del término municipal, mientras que la forestal no llega al 5%. El hecho de que el término se sitúe en su mayor parte en una extensa llanura, y que en la zona sur del término se levanten las primeras estribaciones de la sierra de Alcubierre, ocasiona que desde las zonas elevadas de la misma se pueda observar la práctica totalidad del término municipal. (Mapa de cultivos y aprovechamientos, hoja 357, 1978)

3.6.5. Medio socio-económico.

3.6.5.1. Población.

Según los datos recogidos en el INE (Instituto Nacional de Estadística) el término municipal de Sariñena cuenta con 4403 habitantes (según los datos del último censo realizado. En este término municipal, incluye los núcleos de Cartuja de Monegros, Lamasadera, San Juan del Flumen, Pallaruelo de Monegros y Lastanosa (48 habitantes), localidad más cercana al embalse homónimo, y por tanto, más cercana al proyecto.

La pirámide de población correspondiente al término municipal de Sariñena es la siguiente:

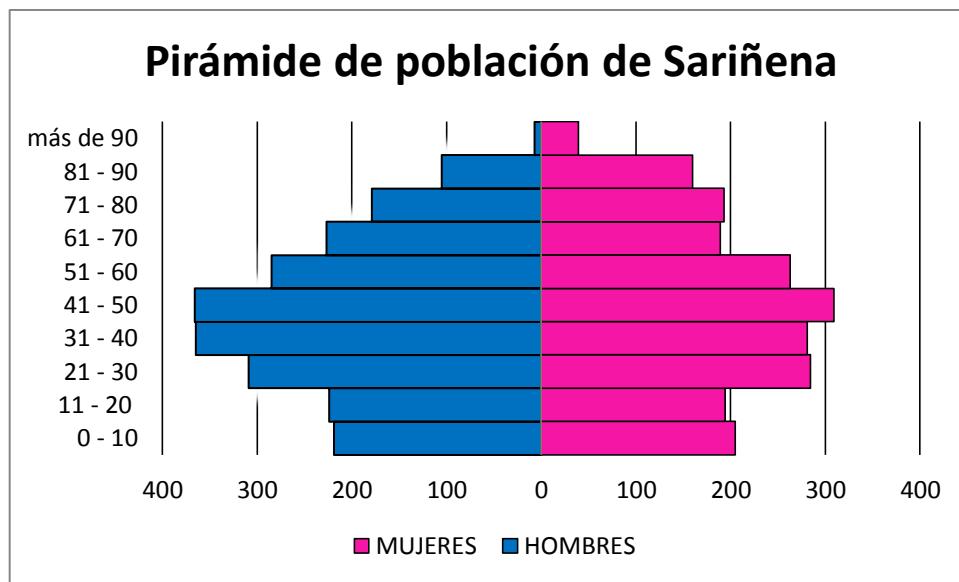


Figura 31: Pirámide de población de Sariñena. Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la figura anterior, la mayor cantidad de población se sitúa entre la población en edad de trabajar (entre los 16 y los 64 años) siendo estos datos de 1556 para los hombres y de 1329 para las mujeres. El modelo de pirámide es, como en la mayoría de los países desarrollados, una pirámide de tipo regresivo, es decir, mucha población adulta y anciana en comparación con la población joven.

3.6.5.2. Usos del suelo.

El uso del suelo más extendido en el término municipal de Sariñena es el de tierras de cultivo, que ocupa el 69,5% de la superficie total. La extensión de los cultivos se divide en 4328 ha. para el secano y 14324 para regadío, lo que supone un 23,2% y un 76,8% respectivamente. Como se puede comprobar, se trata de un elevado porcentaje muy elevado para cultivos de regadío. Sin diferenciar entre secano y regadío, la superficie más importante corresponde a cultivos herbáceos, con un 77,6%, seguido de las tierras en barbecho o no ocupadas, que corresponden al 20,9%, siendo el restante de cultivos leñosos. (Agenda 21 Sariñena, 2009)

El siguiente uso en extensión, es el dedicado a “otras superficies” entre las que se engloban aquellos usos no calificados como cultivos, prados y pastizales o terreno

forestal, que abarca una superficie de 7112 ha. El 76,15% de esta superficie corresponde a eriales pastos.

El tercer uso en importancia es del terreno forestal, con 1090 hectáreas, un 4,06% del total, 871 ha. son de monte maderable y 219 de monte leñoso.

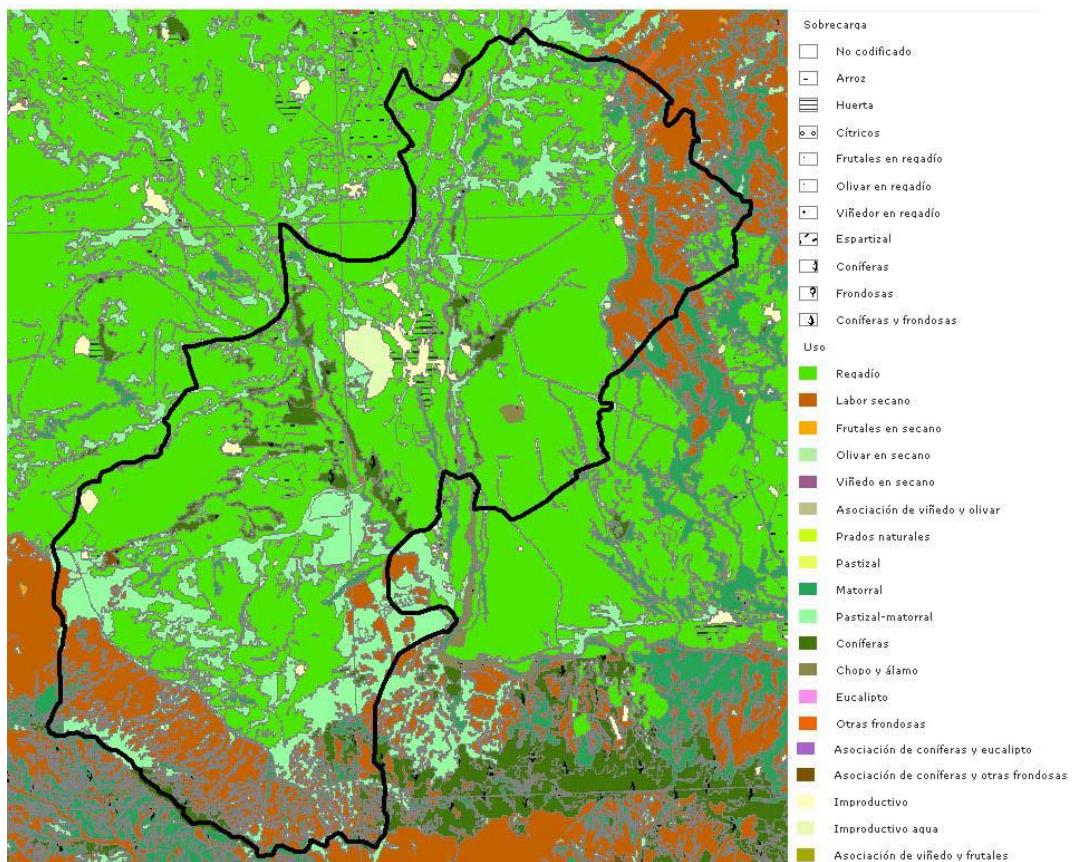


Figura 32: Mapa de cultivos y aprovechamientos. Fuente: Agenda 21 de Sariñena.

3.6.5.3. Actividades económicas.

Tradicionalmente la agricultura se ha basado en los cereales de trigo y cebada en tierras tanto de secano como de regadío. Sin embargo, con la llegada del Canal de Riegos del Alto Aragón, y con ello las tierras de regadío, se produjo una transformación en los cultivos.

En cuanto a la ganadería, el territorio tiene una larga tradición histórica, sobre todo la lanar; aunque la cabaña no es excesivamente grande, tiene mucha importancia social ya que supone una actividad complementaria para los agricultores que de esta manera, ven incrementados los recursos obtenidos en las explotaciones agrícolas. En el año 2001 se repartía de la siguiente manera: 78% porcino, 7% vacuno, 10% ovino y

caprino y 5% aves. A pesar de que el ovino fue la modalidad ganadera más extendida, ésta ha dejado paso al porcino.

El sector primario supone el 40,7% del Valor Añadido Bruto Comarcal.

Hasta la implantación en las últimas décadas de algunas empresas, el sector industrial tuvo un escaso desarrollo en Los Monegros. Un desarrollo que ha sido paralelo a la mecanización agrícola. De esta manera, la mayoría de las empresas están dedicadas a cubrir las necesidades de las tareas del campo como la instalación de modernos regadíos y aplicación de fitosanitarios, las industrias de construcción de maquinaria pesada y fabricación de productos metálicos. De esta manera, este segmento de la economía supone el solamente el 3,1% del Valor Añadido Bruto Comarcal.

Dentro del sector secundario también se encuentra la construcción uno de los sectores con mayor número de licencias, por detrás de los servicios. Esta actividad supone una de las fuentes principales de empleo sobre todo enfocado a los hombres jóvenes y de mediana edad y supone el 18% del Valor Añadido Bruto Comarcal.

El sector servicios está enfocado sobre todo a cubrir las necesidades básicas comerciales y administrativas de la región que se suelen concentrar en los núcleos más poblados donde abundan los comercios tradicionales de alimentación. Sin embargo, en los últimos años se ha incrementado notablemente la infraestructura turística monegrina, un segmento que crea un gran número de trabajo sobre todo entre los jóvenes y las mujeres. En el año 2005 se habían registrado en el territorio 13 hostales, hoteles o similares que ofertan 265 plazas, 10 viviendas de turismo rural y un alojamiento al aire libre con 153 plazas.

En la siguiente tabla se muestra el número de afiliados en la seguridad social según sectores de actividad en el año 2008 en la comarca de Los Monegros:

ACTIVIDAD	NÚMERO DE AFILIADOS	%
Agricultura y ganadería	2.136	33,4
Industria y energía	1.417	22,1
Construcción	703	11
Servicios	2.144	33,5
Total	6.399	100

Figura 33: Número de afiliados en la seguridad social en la comarca de Los Monegros. Fuente: INE

3.7. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.

En los siguientes puntos se identifican aquellas interacciones que pudieran generar impactos significativos y los factores del medio que se verían afectados por ellos. Al ser un proyecto constituido por dos tipos de energía (planta de gasificación de biomasa y parques eólicos) se va a realizar el análisis por separado de cada uno de los tipos de energía, sus acciones impactantes en el medio y los factores de medio que se ven afectados por ellos.

3.7.1. Identificación de las acciones del proyecto sobre el medio.

En este punto se van a identificar los elementos de la obra, las acciones necesarias para su instalación y que son potenciales generadores de impactos y la fase en la que se estudia su impacto: fase de construcción y fase de explotación.

3.7.1.1. Identificación de las acciones de los parques eólicos sobre el medio.

Elementos de la obra	Fase	Acciones
Aerogeneradores y elementos auxiliares	Construcción	Movimiento de tierras: Desbroce y excavación
		Producción de ruido
		Emisión de polvo
		Actividad de la obra: presencia de máquinas y personal
		Ocupación del espacio por elementos construidos
		Producción de residuos de construcción y demolición
	Explotación	Excedentes de excavación: áridos.
		Ruidos de los aerogeneradores
		Presencia de los nuevos elementos
Creación de accesos a aerogeneradores	Construcción	Efecto barrera sobre la fauna voladora
		Movimiento de tierras: Desbroce y excavación
		Producción de ruido
		Emisión de polvo
	Explotación	Actividad de la obra: presencia de máquinas y personal
		Excedentes de excavación: áridos.
Préstamos	Construcción	Presencia de los nuevos accesos
		Aumento de accesibilidad a la zona
		Movimiento de tierras
		Producción de ruido
	Explotación	Emisión de polvo
Línea de evacuación de energía	Construcción	Actividad de la obra: presencia de máquinas y personal
		Presencia del préstamo de áridos. Ocupación del suelo
		Movimiento de tierras
		Producción de ruido
		Emisión de polvo
		Actividad de la obra: presencia de máquinas y personal
		Efecto barrera sobre la fauna voladora

Figura 34: Acciones de los parques eólicos impactantes en el medio. Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.2. Identificación de las acciones de la planta de gasificación de biomasa sobre el medio.

Elementos de la obra	Fase	Acciones
Planta de gasificación de biomasa	Construcción	Movimiento de tierras: Desbroce y excavación
		Producción de ruido
		Emisión de polvo
		Actividad de la obra: presencia de máquinas y personal
		Ocupación del espacio por elementos construidos
		Producción de residuos de construcción y demolición
		Excedentes de excavación: áridos.
	Explotación	Producción de ruido
		Producción de emisiones a la atmósfera y residuos
		Presencia de los nuevos elementos
Creación de accesos a la planta	Construcción	Transporte de biomasa desde el lugar de producción a la planta
		Movimiento de tierras: Desbroce y excavación
		Producción de ruido
		Emisión de polvo
		Actividad de la obra: presencia de máquinas y personal
	Explotación	Excedentes de excavación: áridos.
		Presencia de los nuevos accesos
Préstamos	Construcción	Aumento de accesibilidad a la zona
		Movimiento de tierras
		Producción de ruido
		Emisión de polvo
	Explotación	Actividad de la obra: presencia de máquinas y personal
		Presencia del préstamo de áridos. Ocupación del suelo
Línea de evacuación de energía	Construcción	Movimiento de tierras
		Producción de ruido
		Emisión de polvo
		Actividad de la obra: presencia de máquinas y personal
		Efecto barrera sobre la fauna voladora

Figura 35: Acciones de la planta de biomasa impactantes en el medio. Fuente: Elaboración propia.

3.7.2. Metodología de valoración de impactos.

Una vez definidos las acciones del medio potencialmente impactantes, se va a proceder a definir cómo se valorarán los impactos que estas acciones tienen en el medio. Para ello, primero se divide el medio en tres grandes bloques:

- Medio inerte o abiótico: Comprende el clima, el suelo, y el régimen hídrico superficial.
- Medio biótico: Comprende la vegetación, la fauna, la calidad ecológica del entorno y el paisaje.
- Medio Humano o Socio-económico: Comprende la calidad de vida de la población y el patrimonio histórico social.

Con objeto de establecer el valor de los impactos ambientales significativos del proyecto, en primer lugar se expone el sistema de criterios de valoración adoptado:

- Incorporar a la magnitud del impacto, en cuanto a su extensión, la recuperabilidad del mismo.
- Determinar las acciones que favorecen el impacto, puesto que se considera importante conocer la raíz del problema.
- Determinar las medidas preventivas y correctoras necesarias para que no se produzca o se minimice el impacto desde la raíz del problema.

A continuación, se va a determinar la metodología a seguir, para determinar cuáles son los impactos ambientales significativos y que escala, o grado, se establece a los mismos:

En primer lugar, y como se verá en el siguiente apartado, se van a realizar dos matrices preliminares (una para los parques de energía eólica y otra para la planta de gasificación de biomasa) en las que se identificarán, qué acciones del proyecto tienen influencia en los diferentes factores ambientales y cuáles de ellas son significativas de estudio. Para ello se creará una matriz de doble entrada con las acciones del proyecto en la vertical y los factores ambientales en la horizontal. En dicha matriz se marcará con rojo o verde cada interacción (casilla) entre acción y factor que sea considerada negativa o positiva, respectivamente. Si se considera el impacto significativo, la casilla se marcará con un asterisco.

Posteriormente, para los impactos negativos, se indicará su equivalencia con la escala establecida por la normativa nacional (Real Decreto Legislativo 1302/86 de Evaluación de Impacto Ambiental y su aprobación mediante el Real Decreto 1131/88):

- Impacto compatible: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- Impacto moderado: Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- Impacto severo: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras y en el que aún con esas medidas, la recuperación precisa un periodo de tiempo dilatado.
- Impacto crítico: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él, se produce una pérdida permanente de las condiciones, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

3.7.3. Factores del medio que pueden verse afectados.

Tanto para la planta de gasificación de biomasa, como para los parques eólicos, se considera que los factores del medio que pueden verse afectados son los siguientes:

Medio Abiótico	Ruido
	Aire
	Suelo
	Agua
Medio Biótico	Vegetación
	Fauna
	Espacios Protegidos
	Paisaje
Medio Socio-cultural	Patrimonio
	Usos del suelo
	Población
	Economía

Figura 36: Factores del medio que pueden verse impactados. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran las matrices preliminares para identificar los impactos de cada acción en cada factor ambiental, y se determinan los que se consideran significativos. La primera matriz corresponde a los parques eólicos y la segunda a la planta de gasificación de biomasa.

			MEDIO ABIÓTICO				MEDIO BIÓTICO				MEDIO SOCIO-CULTURAL			
			Ruido	Aire	Suelo	Agua	Vegetación	Fauna	Esp. Protegidos	Paisaje	Patrimonio	Usos suelo	Población	Economía
FASE	ACCIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Construcción	Movimiento de tierras	1	-*	-*	-*	-*	-	-				-*		-*
	Desbroce	2	-*	-	-		-*	-*				-*		-*
	Trasiego de maquinaria	3	-*	-*	-*	-		-*				-		-
	Cimentaciones	4	-	-	-*	-	-*	-				-		-
	Construcción infraestructuras	5	-*		-		-	-	-*					-
	Generación de residuos	6			-*	-	-*	-*						
	Personal de obra	7										+*		+*
Explotación	Funcionamiento de eólicos	8	-*					-*		-*				
	Operaciones de mantenimiento	9	-					-				+*		+*
	Generación de electricidad	10		+*								+*		+*
	Vías de acceso	11			*	-	*	-		*	*	+*		
			Simbología:			Impacto positivo:		+	Impacto positivo significativo:			+*		
			Impacto negativo:			-		Impacto negativo significativo:			-			

Figura 37: Matriz preliminar de valoración de impactos para los parques eólicos. Fuente: Elaboración propia.

		MEDIO ABIÓTICO				MEDIO BIÓTICO				MEDIO SOCIO-CULTURAL				
FASE	ACCIONES	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Construcción	Movimiento de tierras	1	-*	-*	-*	-*	-	-	-	-	-*	-	-*	
	Desbroce	2	-*	-	-	-	-*	-*	-	-	-*	-	-*	
	Trasiego de maquinaria	3	-*	-*	-*	-	-	-*	-*	-	-	-	-	
	Cimentaciones	4	-	-	-*	-	-*	-	-	-	-	-	-	
	Construcción infraestructuras	5	-*	-	-	-	-	-*	-*	-	-	-	-	
	Generación de residuos	6	-	-	-*	-	-*	-*	-*	-	-	-	-	
	Personal de obra	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	++	
Explotación	Transporte de material	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	
	Almacenamiento de material	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Alimentación de digestores	10	-*	-	-	-	-*	-*	-*	-	-	-	-	
	Quemado de gas de síntesis	11	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Operaciones de mantenimiento	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	
	Generación de electricidad	13	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	++	
	Generación de residuos	14	-	-	-*	-*	-*	-*	-*	-	-	-	++	
	Vías de acceso	15	-	-	-*	-	-*	-*	-	-	-*	-	++	
		Simbología:				Impacto positivo:		+	Impacto positivo significativo:			++		
						Impacto negativo:		-	Impacto negativo significativo:			-*		

Figura 38: Matriz preliminar de valoración de impactos para la planta de gasificación de biomasa. Fuente: Elaboración propia

A modo de resumen, se recogen todos los impactos significativos en el siguiente cuadro. Dado que los impactos en las fases de construcción para los dos proyectos de obtención de energía son los mismos, se van a agrupar en la misma tabla, y se evaluarán posteriormente en conjunto. Sin embargo, para la fase de explotación, se van a realizar dos tablas y los impactos significativos se evaluarán por separado, ya que no son los mismos.

Además, cabe destacar, que los impactos en la fase de explotación de la planta de gasificación de biomasa se han estudiado teniendo en cuenta el proceso descrito en el proyecto de construcción de la misma, y por tanto, contando con todas las medidas de minimización de residuos que se incluyen en él (ciclones, lavado de gases, etc.).

Impactos significativos en la fase de construcción			
Acción	Factor del medio	Tipo de impacto	Código
Movimiento de tierras	Ruido	Negativo	A1
	Aire	Negativo	B1
	Suelo	Negativo	C1
	Agua	Negativo	D1
	Usos del suelo	Negativo	J1
	Economía	Negativo	L1
Desbroce	Ruido	Negativo	A2
	Vegetación	Negativo	E2
	Fauna	Negativo	F2
	Usos del suelo	Negativo	J2
	Economía	Negativo	L2
Trasiego de maquinaria	Ruido	Negativo	A3
	Aire	Negativo	B3
	Suelo	Negativo	C3
	Fauna	Negativo	F3
Cimentación	Suelo	Negativo	C4
	Vegetación	Negativo	E4
Construcción de infraestructuras	Ruido	Negativo	A5
	Fauna	Negativo	F5
Generación de residuos	Suelo	Negativo	C6
	Vegetación	Negativo	E6
	Fauna	Negativo	F6
Personal de obra	Población	Positivo	K7
	Economía	Positivo	L7

Figura 39: Impactos significativos en la fase de construcción. Fuente: Elaboración propia.

Impactos significativos en la fase de explotación del parque eólico			
Acción	Factor del medio	Tipo de impacto	Código
Funcionamiento de eólicos	Ruido	Negativo	A8
	Fauna	Negativo	F8
	Paisaje	Negativo	H8
Operaciones de mantenimiento	Población	Positivo	K9
	Economía	Positivo	L9
Generación de electricidad	Aire	Positivo	B10
	Población	Positivo	K10
	Economía	Positivo	L10
Vías de acceso	Suelo	Negativo	C11
	Vegetación	Negativo	E11
	Paisaje	Negativo	H11
	Usos del suelo	Negativo	J11
	Población	Positivo	K11

Figura 40: Impactos significativos en la fase de explotación del parque eólico. Fuente: Elaboración propia.

Impactos significativos en la fase de explotación de la planta de gasificación de biomasa			
Acción	Factor del medio	Tipo de impacto	Código
Transporte de material	Población	Positivo	K8
	Economía	Positivo	L8
Almacenamiento de material	Paisaje	Negativo	H9
	Ruido	Negativo	A10
Alimentación de digestores	Fauna	Negativo	F10
	Paisaje	Negativo	H10
	Paisaje	Negativo	H11
Quemado de gas de síntesis	Población	Positivo	K12
	Economía	Positivo	L12
Operaciones de mantenimiento	Aire	Positivo	B13
	Población	Positivo	K13
	Economía	Positivo	L13
Generación de electricidad	Suelo	Positivo/Negativo	C14
	Agua	Negativo	D14
	Vegetación	Positivo/Negativo	E14
	Fauna	Positivo/Negativo	F14
	Población	Positivo	K14
Generación de residuos	Economía	Positivo	L14
	Suelo	Negativo	C15
	Vegetación	Negativo	E15
	Paisaje	Negativo	H15
	Usos del suelo	Negativo	J15
Vías de acceso	Población	Positivo	K15

Figura 41: Impactos significativos en la fase de explotación de la planta de gasificación de biomasa. Fuente:
Elaboración propia.

3.7.4. Valoración de impactos.

3.7.4.1. Impactos en la fase de construcción.

Impacto nº1. Ruidos por el uso de maquinaria.

Este impacto se puede definir como las molestias causadas por los ruidos que origina la maquinaria durante las labores de excavación, los movimientos de tierras, el desbroce o por el propio proceso de construcción.

Dado que el núcleo urbano más cercano, Lastanosa, se encuentra a una distancia aproximada de un kilómetro y medio de la zona de actuación más cercana (el parque eólico “La Ventosa”) y que entre ellos no hay ninguna barrera arquitectónica que mitigue el impacto del sonido, éste puede resultar molesto para los habitantes de la zona.

Para la fauna, también podría resultar molesto este ruido, incluso podría afectar a sus hábitos tanto de alimentación como reproductivos. Esto es de especial interés para las especies catalogadas como vulnerables en el Catálogo de Especies Amenazas de Aragón, y que sabemos que están presentes en la zona.

Sin embargo, éste ruido cesará al acabar la fase de construcción, por lo que su carácter además de estar localizado en las zonas de actuación, es un impacto temporal corto. Por lo que se valora este impacto como: **COMPATIBLE**.

Impacto nº2. Disminución de la calidad del aire.

Este impacto se puede definir como la disminución de la calidad del aire debido a la suspensión de partículas debido al movimiento de tierras y al trasiego de maquinaria, tanto por el polvo que levanta, como por la emisión de partículas contaminantes.

La cantidad de polvo y de emisión de partículas emitidas, dependerán del número de maquinaria que circule en la zona y de las condiciones atmosféricas reinantes.

No obstante, dado que no todo el proyecto está concentrado en el mismo punto, y que por tanto la maquinaria estará bastante repartida, y que las obras, sobre todo las de los parques eólicos, no llevarán mucho tiempo, ni necesitan una cantidad de maquinaria importante. Por todo esto se considera este impacto como: **COMPATIBLE**.

Impacto nº3. Alteración de los procesos geomorfológicos.

Este impacto afecta sobre todo a la calidad del suelo, produciéndose un incremento de los procesos erosivos en las zonas de movimiento de tierras y trasiego de maquinaria; además de una afección negativa directa al suelo en los procesos de cimentación y generación de residuos.

La calidad del suelo se ve afectada, porque si la erosión es muy grande en un punto, o la compactación del suelo es demasiado importante, no podrá crecer de nuevo nada de forma natural, y por tanto habrá que llevar a cabo labores de revegetación del suelo.

Sin embargo, el movimiento de tierras no es muy importante, por lo que no hay riesgo de erosión importante. A partir del momento de finalización de las obras, las superficies afectadas podrán estabilizarse de forma natural. La afección del suelo, por compactación por el trasiego de maquinaria o por cimentación, se da principalmente en los caminos y en las zonas de realización del proyecto, por lo que tiene un carácter local. Por ello se considera este impacto como: **COMPATIBLE**.

Impacto nº4. Alteración de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

El desarrollo de las obras, excavación, movimientos de tierras y el movimiento de la maquinaria, originan la disgregación de materiales que pueden ser movilizados mediante arrastre y suspensión por las aguas superficiales.

La contaminación de aguas superficiales por movilización de materiales excavados se relaciona directamente con el impacto de erosión, como éste se ha estimado bajo, se considera el impacto sobre las aguas como: **COMPATIBLE**.

Impacto nº 5. Alteración del uso habitual de los suelos.

Este impacto se refiere a la afección que el proyecto tiene en el uso de los suelos que se daba a las zonas de instalación del proyecto, y por tanto, la afección a la economía que tiene la construcción de este proyecto.

Como se ha dicho anteriormente, la zona de actuación del proyecto eran campos de secano, y por tanto, al iniciarse la construcción de proyecto, esta actividad cesará. Esto afecta de forma negativa a la economía en lo que a producción agrícola se refiere. Sin embargo, la necesidad de personal de obra, si éste se contrata de empresas cercanas a la zona de actuación afectará a la población de una forma **POSITIVA**. Por tanto, el impacto en el uso habitual de los suelos se considera: **COMPATIBLE**.

Impacto nº6. Afección directa sobre la vegetación.

El impacto directo sobre la vegetación se produce con las actividades de desbroce, cimentación, generación de residuos, y todas las actividades que impliquen una ocupación de la superficie que antes estaba ocupada por cubierta vegetal.

La pérdida de vegetación, supone la alteración de las comunidades vegetales y el incremento de procesos erosivos que pueden impedir el proceso de recolonización espontánea de las superficies alteradas. Supone también la pérdida de hábitat para la fauna, aspecto que será valorado en el apartado correspondiente.

La pérdida de vegetación será permanente en las superficies ocupadas por las infraestructuras, como pueden ser los eólicos, la planta de gasificación o los caminos de acceso. Sin embargo, será temporal en todas aquellas zonas en las que la ocupación no sea definitiva, y pueda volver a su estado original al finalizar la fase de construcción. Entre estas zonas se encuentran, las zonas de descanso de maquinaria, de acopio de materiales... etc.

Dado que, como se ha explicado anteriormente, la zona no cuenta con ninguna especie catalogada, y que en ella no se hallan comunidades vegetales de ningún tipo de interés especial, se determinarán una serie de medidas correctoras para minimizar el impacto. Se considera este impacto como: **MODERADO**.

Impacto nº7. Afección directa sobre la fauna.

Todas las modificaciones en los distintos componentes del medio físico (desbroce, trasiego de maquinaria, construcción de infraestructuras...), pueden afectar en mayor o menor medida a los distintos grupos faunísticos.

Todas las actuaciones se realizarán en entornos medianamente humanizados, puesto que la zona se encuentra rodeando un embalse, cercano a un parque solar y a un núcleo urbano, por lo que la fauna, en general, está habituada a flujo de personas y maquinaria.

Sin embargo no hay que olvidar que la pérdida de vegetación, la producción de ruidos, etc. es en sí misma una molestia para los animales, aunque estén en una zona humanizada. Dado que en la zona, hay especies catalogadas por el Catálogo de Especies Amenazas de Aragón, este impacto se considera como: **MODERADO**.

Impacto nº8. Afección sobre el medio socio-económico.

Como ya se ha explicado en el apartado de alteración del uso habitual de los suelos, dado que es una zona cuya mayor actividad económica es la agricultura, el cambio en el uso del suelo, y por tanto para una parte de la economía, es un impacto negativo, impacto que se considera como **COMPATIBLE**.

Sin embargo, dado que la ejecución de las obras comprende una serie de actividades en las que se requerirán recursos humanos, que pueden ser cubiertos por la población de la zona o sus alrededores, se considera que en este sentido, el impacto para la economía y para la población supone un impacto **POSITIVO**.

3.7.4.2. Impactos en la fase de explotación del parque eólico.

Impacto nº9. Emisión de ruido por la actividad de los aerogeneradores.

Con el parque eólico en funcionamiento, en las proximidades de las máquinas trabajando se pueden registrar niveles de ruidos que pueden quedar por encima de los niveles admitidos.

Ningún paisaje está nunca en silencio absoluto. Por ejemplo, las aves y las actividades humanas emiten sonidos y, a velocidades del viento de entre 4 y 7 m/s y

superiores, se pueden alcanzar los 55 dB (A) con el ruido del viento en las hojas, arbustos, árboles, mástiles, etc. que ahoga gradualmente el potencial sonoro de los aerogeneradores.

Se puede generalizar, aunque no se cumple siempre puesto que depende del entorno y el tipo de aerogenerador, que la isófona (línea que une los puntos de igual valor sonoro rodeando los aerogeneradores) de 60 dB (A) se sitúa entre los 50 y los 70 metros de los aerogeneradores.

Puesto que el municipio más cercano a un parque eólico se encuentra, como se ha dicho anteriormente, a un kilómetro y medio, se determina que el ruido provocado por los parques eólicos no afectará a los habitantes del mismo, y por ello este impacto se define como **COMPATIBLE**.

Impacto nº10. Riesgo de colisión de las aves con aerogeneradores en funcionamiento.

Los aerogeneradores en funcionamiento producen bajas por colisión en aves y quirópteros.

En el caso de los quirópteros se ha observado que en un plazo corto (entre uno y dos años) a partir de la entrada en funcionamiento se reducen considerablemente las tasas de colisión, mientras que las tasas poblacionales se mantienen en los tamaños iniciales. Parece que se produce un proceso de aprendizaje en estas especies que permite evitar las situaciones de riesgo y recomponer las poblaciones iniciales.

Para reducir el riesgo de colisión en las aves se utilizan algunas medidas como las de evitar localizaciones en zonas con densidad importante de aves amenazadas, fijando distancias de seguridad a zonas sensibles, dejando separación suficiente entre máquinas que permita el paso de las aves con seguridad o creando amplios corredores exentos de máquinas.

Dado que en la fase de diseño se han mantenido las distancias mínimas entre aerogeneradores y que también se ha tenido en cuenta el mantenimiento de distancias adecuadas entre aerogeneradores y zonas de interés para la fauna se considera este impacto como **MODERADO**.

Impacto nº11. Impactos sobre el paisaje.

Del mismo modo que la valoración y apreciación del paisaje está muy condicionada por la disposición del observador, la respuesta ante una modificación del paisaje es igualmente subjetiva, influyendo notablemente la relación anímica con la zona, la relación económica con la actuación, el tipo de aprovechamiento o uso que se hace de la zona (tener la vivienda, uso lúdico, uso agrícola, etc.), e incluso valoraciones sociales sobre la propia actividad.

Para disminuir en la medida de lo posible el componente subjetivo, es necesario distinguir entre la importancia del impacto, entendida como accesibilidad visual (desde dónde se ve y se aprecia la modificación provocada) y la capacidad de asimilación de la actuación por el entorno (fragilidad), y su significado que será positivo, negativo o indiferente en función de quien lo observe.

Dado que los parques eólicos que se proponen no constan de un número mayor que tres eólicos por parque, y que la zona no corresponde a ningún paisaje protegido o singular, se considera este impacto como **MODERADO**.

Impacto nº12. Impactos producidos por la generación de electricidad.

La puesta en marcha de un parque eólico supone la producción de una cantidad de energía limpia, que no consume combustibles fósiles ni desprende gases contaminantes u otro tipo de residuos tóxicos o peligrosos.

La producción de energía limpia supone el ahorro de una buena cantidad de combustibles fósiles y, por tanto, de la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes. El impacto, por tanto, es **POSITIVO**.

Impacto nº13. Impacto sobre el empleo y la economía.

La explotación del parque eólico supone la contratación de personal para el control de la producción y para las labores de mantenimiento de la maquinaria.

El impacto sobre el empleo es bajo, pero supone la contratación de personal. Además, en este caso en concreto, la Comunidad de Regantes sufraga la obra del embalse con este proyecto, por lo que es impacto se considera **POSITIVO**.

3.7.4.3. Impactos en la fase de explotación de la planta de gasificación de biomasa.

Impacto nº14. Impacto derivado del transporte del material.

Una vez recogidos los residuos de las cosechas tienen que ser transportados hasta la planta de gasificación en camiones u otros medios de transporte.

A pesar de que este transporte supone una emisión de gases a la atmósfera y el paso por caminos haciendo que los suelos se compacten, dado que los residuos de las cosechas provienen de los mismos agricultores de la Comunidad de Regantes, o de zonas muy cercanas, el transporte es de corto recorrido y por tanto no se consideran impactos significativos.

El transporte de material, supone la contratación de personal, y aunque no suponga la contratación de un número elevado de personas, se considera, para la economía y la población, como **POSITIVO**.

Impacto nº15. Impacto sobre el paisaje.

Al igual que en el caso de los aerogeneradores, el impacto o la modificación del paisaje es un hecho subjetivo.

Sin duda alguna, la construcción de la planta de gasificación (naves de almacenamiento, digestores, etc.) supone un impacto visual importante debido a las dimensiones del complejo. Sin embargo, y al igual que con la construcción de eólicos, el enclave en el que se sitúa no supone ninguna alteración estética de un paisaje protegido o con algún interés especial.

Así mismo también supone un impacto negativo en el paisaje la construcción de vías de acceso a la planta de gasificación de biomasa, así como de vías entre las distintas zonas de la planta.

Además, cabe destacar, que el quemado de gas de síntesis produce humo (vapor de agua y dióxido de carbono) que aunque se considere “inocuo” para el medio ambiente, no supone una característica visual agradable. Sin embargo, este humo es mucho menos nocivo que cualquier otro humo procedente de industrias productoras

de electricidad (como una central térmica). Por todo este se considera este impacto como **MODERADO**.

Impacto nº16. Ruido provocado por la alimentación de gasificadores.

La alimentación de los gasificadores se produce mediante tolvas y cintas transportadoras que pueden producir ruidos y vibraciones. Además, la compactadora o el molino también pueden provocar ruidos mientras realizan su función.

Estos ruidos pueden provocar molestias, sobre todo a la fauna, ya que no hay núcleos de población cercanos a la planta de biomasa.

Las molestias a la fauna pueden provocar problemas en épocas reproductivas y de anidación, e incluso, provocar desplazamientos poblacionales. Por ello este impacto se considera **MODERADO**.

Impacto nº17. Impacto sobre la población y la economía.

Al igual que en el caso de los parques eólicos, la construcción de la planta de gasificación de biomasa implica la generación de empleo, tanto como se ha dicho anteriormente, para el transporte de material, como para las labores de mantenimiento.

La generación de electricidad con energías renovables y la producción de residuos generados por las mismas, son mucho más limpios que lo que podría generar otra energía. Además, esta generación de electricidad, sufragará las obras del embalse, lo que supone un desembolso de dinero mucho menor para los regantes de la Comunidad.

La población, así mismo, se beneficiará de las vías de acceso construidas o mejoradas para acceder a la planta de gasificación de biomasa.

Por todas estas razones, se considera que el impacto sobre la población y la economía de la construcción de la planta de biomasa es **POSITIVO**.

Impacto nº18. Impacto sobre la atmósfera.

La construcción de una planta de gasificación de biomasa supone la producción de una cantidad de energía, aunque en su producción libere gases como el dióxido de

carbono, no consume combustibles fósiles y por tanto, se considera que no contribuye a la generación de efecto invernadero.

La producción de energía limpia supone el ahorro de una buena cantidad de combustibles fósiles y, por tanto, de la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes. El impacto, por tanto, es **POSITIVO**.

Impacto nº 19. Impactos derivados de la generación de residuos.

Durante el funcionamiento de la planta de gasificación de biomasa se producen una serie de residuos como son cenizas y alquitrances, además del vapor de agua y el dióxido de carbono que se producen durante el quemado de gas de síntesis.

Como se ha podido observar en la matriz preliminar de valoración de impactos, se ha marcado el impacto de la generación de residuos sobre el suelo, fauna y flora como positivo significativo y negativo significativo.

Esto se debe a que, uno de los residuos producidos, las cenizas, son muy útiles como abono. Dada la estrecha relación entre la flora y la fauna con el suelo, se entiende que, si el suelo está abonado, las especies vegetales crecerán a una mayor velocidad y, además, podrán servir de alimento y cobijo a las especies de fauna que se encuentren en la zona. Por tanto el efecto de las cenizas en el suelo, y por extensión sobre fauna y flora, se considera **POSITIVO**.

Sin embargo, el otro residuo, los alquitrances, son muy contaminantes para el suelo, porque contienen ácidos y otras sustancias utilizadas en el proceso de lavado de gases; y por tanto, perjudiciales para la flora y la fauna. Por ello el efecto de los alquitrances sobre el suelo, flora y fauna se considera **MODERADO**.

Impacto nº20. Alteración de las aguas.

La generación de residuos, tanto de cenizas como alquitrances, puede alterar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

La administración de cenizas en el suelo, puede provocar la contaminación de las aguas, por una cantidad de partículas en suspensión, tanto por percolación en el caso de las aguas subterráneas como de las aguas superficiales por escorrentía.

No obstante, la generación de los alquitrances es más contaminante, por la cantidad de productos químicos que contienen. Estos alquitrances pueden contaminar

las aguas superficiales y las subterráneas por los mismos mecanismos explicados en el caso de las cenizas.

Por lo explicado anteriormente, se considera el impacto como **MODERADO**.

Impacto nº21. Afección al suelo y a los usos del mismo.

La explotación de las vías de acceso construidas puede acarrear problemas en el suelo y en el uso del mismo.

El paso de los vehículos por las vías produce la compactación del suelo (en el caso de que no sean caminos asfaltados) y, en el lugar donde se encuentren las vías no se podrá usar el suelo de la forma que anteriormente se usaba (como se ha dicho anteriormente, principalmente uso agrícola).

Sin embargo, este impacto no se considera demasiado importante, puesto que las vías de acceso no son muchas, por ello se considera este impacto como **COMPATIBLE**.

3.7.5. Valoración de afecciones.

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, la construcción del proyecto, y posterior puesta en marcha del proyecto, se puede valorar como IMPACTO COMPATIBLE. Por ello, y para minimizar en la medida de lo posible este impacto, habrá que realizar una serie de medidas preventivas, correctoras y compensatorias (que se recogen en el siguiente apartado).

Fase del proyecto	Impacto	Valoración
Construcción	Ruidos por el uso de maquinaria	COMPATIBLE
	Disminución de la calidad del aire	COMPATIBLE
	Alteración de procesos geomorfológicos	COMPATIBLE
	Alteración de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas	COMPATIBLE
	Alteración del uso habitual de los suelos	COMPATIBLE

Explotación del parque eólico	Afección directa sobre la vegetación	MODERADO
	Afección directa sobre la fauna	MODERADO
	Afección medio socioeconómico	COMPATIBLE (pérdida de suelo para agricultura)/POSITIVO (contratación personal)
	Emisión de ruido por la actividad de los aerogeneradores	COMPATIBLE
	Riesgo de colisión de aves con aerogeneradores en funcionamiento	MODERADO
	Impacto sobre el paisaje	MODERADO
	Impacto producido por la generación de electricidad	POSITIVO
	Impacto sobre el empleo y la economía	POSITIVO
	Impacto derivado del transporte de material	POSITIVO
Explotación de la planta de gasificación de biomasa	Impacto sobre el paisaje	MODERADO
	Ruido provocado por la alimentación de gasificadores	MODERADO
	Impacto sobre la población y la economía	POSITIVO
	Impacto sobre la atmósfera	POSITIVO
	Impactos derivados de la generación de residuos	POSITIVO (en el caso de las cenizas)/MODERADO (en el caso de los alquitranes)
	Alteración de las aguas	MODERADO
	Afección al suelo y a los usos del mismo	COMPATIBLE

Figura 42: Tabla resumen de la valoración de los impactos. Fuente: Elaboración propia.

3.8. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS.

3.8.1. Introducción.

El proceso de Evaluación de Impacto Ambiental tiene, como una de sus últimas etapas, la consideración de las oportunas medidas preventivas, correctoras y compensatorias que atenúen o eliminen el valor final de los impactos esperados.

La elección de las medidas se basa en el análisis del medio y la definición de los impactos, pretendiendo actuar en las primeras fases de la generación del impacto para, además de conseguir disminuir las consecuencias negativas, se minimicen los costes de la operación de restauración.

Antes de comenzar con la redacción de las distintas medidas aplicadas en este proyecto, es importante conocer las diferencias entre una medida preventiva, correctora y compensatoria:

- Medidas preventivas: Son las entendidas como aquéllas encaminadas a evitar o minimizar las afecciones generadas en la construcción o explotación de un proyecto.
- Medidas correctoras: Aquéllas cuyo objetivo es la recuperación, total o parcial, de las condiciones existentes antes de la realización del proyecto, mediante actuaciones concretas no contempladas inicialmente en el mismo.
- Medidas compensatorias: Son las dirigidas a compensar los efectos irreversibles, en relación a los cuales, no es posible la aplicación de medidas correctoras.

3.8.2. *Medidas preventivas y correctoras.*

3.8.2.1. Medidas preventivas.

Las primeras medidas preventivas aplicadas serán para minimizar el impacto nº2, disminución de la calidad del aire:

- Se deberán mojar los caminos de acceso y zonas de obra para reducir el impacto de la dispersión del polvo. La frecuencia e intensidad de los riesgos se realizará en función de las condiciones atmosféricas y el tráfico de vehículos.
- Se evitarán los trabajos de movimiento de tierras los días de fuerte viento.

La siguiente medida preventiva se aplicará en relación con el impacto nº4, alteración de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas:

- Los acopios provisionales se situarán en zonas de baja pendiente, evitando depositarlos en puntos de circulación de aguas de arroyada.

A continuación se presenta la medida preventiva en relación con el impacto nº7, afección directa sobre la fauna:

- Se limitarán las obras que ocasionen mayor ruido a aquel periodo que no interfiera con la época de reproducción y cría de las especies faunísticas protegidas, intentando occasionar las mínimas molestias.

Otra medida preventiva que hay que tener en cuenta es en relación con el impacto nº10, riesgo de colisión de aves con aerogeneradores en funcionamiento:

- Los eólicos se situarán separados entre sí y separados de otros parques eólicos de forma que creen un corredor seguro para evitar el choque de aves contra los aparatos.

La siguiente medida preventiva se realizará para minimizar el impacto nº15, impacto sobre el paisaje:

- La planta de gasificación de biomasa, se construirá en una zona poco elevada, dentro de la situación delimitada en el proyecto, para evitar que se observe desde muchos puntos.

La última medida preventiva específica para uno de los impactos, es la correspondiente al impacto nº16, ruido provocado por la alimentación de los gasificadores:

- El ruido provocado por la planta de gasificación de biomasa no va a poder evitarse, sin embargo, dado que el mayor ruido se produce en la zona de la compactadora y el molino, se propone insonorizar esa zona para evitar gran parte de los ruidos que se producirán con el funcionamiento de la planta.

Para terminar, se van a enumerar una serie de medidas preventivas, más generales, para evitar daños tanto en aguas, como en flora, fauna y paisaje:

- No podrán abandonarse escombros, ni arrojarlos por las laderas. Los excedentes de excavación, residuos y otros materiales deberán ser tratados correctamente (serán llevados a un vertedero autorizado o lugares que el ayuntamiento tenga dispuestos al efecto).
- Quedará prohibido el tránsito y estacionamiento de vehículos y maquinaria fuera de las zonas afectadas por la obra. Se habilitarán zonas especiales para el estacionamiento de maquinaria.

3.8.2.2. Medidas correctoras.

Medida correctora para el impacto nº10, riesgo de colisión de aves con aerogeneradores en funcionamiento:

- Para impedir la concentración de aves carroñeras en la zona de influencia directa de los parques eólicos, quedará prohibido, al menos en un radio de 1 km alrededor de los parques, el abandono de cadáveres de ganado o de animales domésticos.
- A fin de reducir el riesgo de atropellos, los vehículos que circulen por los viales circundantes a los parques eólicos, para realizar labores de mantenimiento, servicio o control, no deberán rebasar la velocidad máxima de 40 km/h.

Medida correctora para el impacto nº11, impacto sobre el paisaje (parques eólicos):

- Los aerogeneradores y demás infraestructuras se construirán con materiales de colores poco visibles que se confundan, en la medida de lo posible, con el entorno, intentando que los materiales sean mates para evitar los brillos y destellos.

Medida correctora para el impacto nº15, impacto sobre el paisaje (planta de gasificación de biomasa):

- La planta de gasificación de biomasa, y cualquier construcción circundante necesaria, se pintará de un color que se mimetice con el ambiente.

Medida correctora para el impacto nº16, ruido provocado por la alimentación de los gasificadores:

- Se engrasarán periódicamente las cintas y las tolvas, así como cualquier otro engranaje que pueda ocasionar ruidos durante el funcionamiento de la planta.

Medida correctora para los impactos nº19, impactos derivados de la generación de residuos, y nº20, alteración de las aguas:

- Ambos impactos se dan por la producción de alquitranes y el riesgo de que los mismos contaminen el suelo y las aguas (y por consiguiente afecten a fauna y flora), por ello, la medida que propone es que los alquitranes se gestionarán mediante un gestor autorizado.
- Los alquitranes se almacenarán hasta su recogida tal y como determina la ley en este tipo de residuos.

3.8.3. *Medidas compensatorias.*

Únicamente un impacto requiere de medidas compensatorias. Este impacto es el nº6, afeción directa sobre la vegetación durante la construcción de ambos proyectos.

Como medida compensatoria para este impacto, se propone, la restauración de la cubierta vegetal destruida durante las labores de construcción una vez acabadas las mismas. La restauración se llevará a cabo con especies de la zona y se realizará en zonas donde el funcionamiento, tanto de los parques eólicos como de la planta de biomasa, no afecte a su crecimiento.

3.9. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

3.9.1. Introducción.

El Plan de Vigilancia Ambiental se realiza para obtener los siguientes objetivos:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas en el apartado de medidas preventivas, correctoras y compensatorias.
- Verificar el grado de eficacia de las medidas establecidas, una vez ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados.
- Detectar impactos no previstos en este documento y prever las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.

3.9.2. Programa de Vigilancia Ambiental.

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) será realizado por un agente ajeno a la realización del proyecto, sin intereses económicos ni de otro tipo en el mismo, para garantizar la mayor objetividad a la hora de evaluar los objetivos del PVA.

Para la realización del PVA, se han establecido los parámetros que hay que vigilar y la frecuencia con la que hay que hacerlo:

Calidad atmosférica		
Parámetro a vigilar	Método de vigilancia	Periodicidad
Ruido	Medida de los decibelios en el municipio de Lastanosa y en las zonas cercanas a la obra	Cada tres días durante el periodo de construcción y cada mes durante el periodo de explotación
Partículas en el aire	Medida de las partículas de polvo en el aire	Cada tres días durante el periodo de construcción y cada mes durante el periodo de explotación

Calidad del suelo		
Parámetro a vigilar	Método de vigilancia	Periodicidad
Residuos	Comprobar que no quedan residuos en el suelo (alquitranes, residuos de obra...)	Una vez al mes, tanto en la fase de construcción como en la de explotación.
Vegetación	Comprobar que tras las obras de construcción, la vegetación crece en las zonas afectadas.	Al mes de finalización de las obras, comenzar con la vigilancia una vez al mes

Calidad de las aguas		
Parámetro a vigilar	Método de vigilancia	Periodicidad
Partículas en el agua	Medir las partículas en suspensión en el agua	Una vez al mes durante las obras y una vez cada tres meses durante la fase de explotación
Sustancias en el agua	Controlar las distintas sustancias del agua para evitar que haya filtraciones de algún tipo	Una vez mes, tanto en la fase de construcción como en la fase de explotación

Flora		
Parámetro a vigilar	Método de vigilancia	Periodicidad
Vegetación	Comprobar que la replantación se ha realizado correctamente	Tras la replantación una vez al mes

Fauna		
Parámetro a vigilar	Método de vigilancia	Periodicidad
Fauna en general	Controlar las poblaciones de especies	Una vez al mes durante las obras y una vez cada tres meses durante la fase de explotación
Aves	Controlar las poblaciones de aves para verificar que no hay choques contra los eólicos	Una vez cada dos semanas durante la explotación del parque eólico.

Figura 43: Plan de Vigilancia Ambiental. Fuente: Elaboración propia

Nota: La periodicidad de la vigilancia podrá ser modificada si así lo requiere el agente que lo realiza.

3.10. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

El proyecto, como cualquier obra realizada, tiene una incidencia negativa en el medio. El impacto negativo de este proyecto en concreto, no es muy alto, se podría determinar que en general, el impacto del proyecto es compatible para el medio.

Sin embargo, que sea compatible no significa que sea inocuo por ello, hay que realizar las medidas preventivas, correctoras y compensatorias propuestas, para que el medio sufra lo mínimo posible.

También hay que tener en cuenta las implicaciones positivas que tiene sobre la economía y la población, no sólo por el hecho de que se crearán puestos de trabajo, sino porque los regantes de la Comunidad de Regantes de Lasesa, financiarán parte de las obras del embalse con este proyecto.

Por todo ello se concluye que la realización de este proyecto, es un ejemplo del tan perseguido desarrollo sostenible, ya que, se puede crear riqueza en una zona concreta, teniendo en cuenta las necesidades del medio y protegiéndolo en la medida de lo posible.

Documento de síntesis.

4. DOCUMENTO DE SÍNTESIS.

La Comunidad de Regantes de LASESA situada en la zona sur del Somontano de Barbastro, en la provincia de Huesca, es el lugar donde se localiza el proyecto de la planta de gasificación de biomasa y de los tres parques eólicos.

Esta comunidad de regantes, construyó un embalse para solventar una serie de problemas en el riego de sus más de 10800 hectáreas. Para la financiación de las obras del embalse, se planteó la utilización de energías renovables ya que, en ese año, las primas a la utilización de este tipo de energías todavía estaban vigentes.

Por diversos motivos, las energías renovables escogidas para la financiación de las obras del embalse fueron la solar (proyecto ya construido), la eólica y la biomasa. Estas dos últimas, mediante tres parques eólicos conocidos como Instalaciones Singulares, cuyo objetivo es la investigación y el desarrollo de la energía eólica; y mediante una planta de gasificación de biomasa, son las desarrolladas en un proyecto que se está planteando retomar cuando las primas a la utilización de energías renovables se instauren de nuevo.

A petición de la Comunidad de Regantes se desarrolla un estudio de impacto ambiental, para conocer el impacto que la realización de este proyecto tiene para tenerlo en cuenta en su futura construcción. Según la Ley 7/2006, de protección ambiental de Aragón, y el Decreto 74/2011, por el que se modifican los anexos de la Ley nombrada, este proyecto requiere de una EIA, tal y como se recoge en el artículo 24, apartado 1, de la Ley 7/2006.

Los impactos extraídos en el estudio de impacto ambiental realizado, así como las medidas para mitigar en la medida de lo posible los mismos, y el Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) aplicado a ellos para vigilar que se estén cumpliendo las medidas concretadas, se resumen en los siguientes cuadros.

En primer lugar, se presentan las matrices preliminares de valoración de impactos, una para los parques eólicos y otra para la planta de gasificación de biomasa. A continuación, se presentarán tres tablas, las primeras sobre la construcción de ambos proyectos (los parques eólicos y la planta de gasificación de biomasa), la segunda sobre la explotación de los parques eólicos y la tercera sobre la explotación de la planta de gasificación de biomasa. En ellas se recogerán, como se ha dicho anteriormente, los impactos considerados significativos en las matrices preliminares, la valoración de los mismos, las medidas para mitigar en la medida de lo posible la acción de los impactos sobre el medio y el PVA de cada una de las medidas.

		MEDIO ABIÓTICO				MEDIO BIÓTICO				MEDIO SOCIO-CULTURAL			
		Ruido	Aire	Suelo	Agua	Vegetación	Fauna	Esp. Protegidos	Paisaje	Patrimonio	Usos suelo	Población	Economía
FASE	ACCIONES	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Construcción	Movimiento de tierras	1	-*	-*	-*	-*	-	-			-*		-*
	Desbroce	2	-*	-	-		-*	-*			-*		-*
	Trasiego de maquinaria	3	-*	-*	-*	-		-*			-		-
	Cimentaciones	4	-	-	-*	-	-*	-			-		-
	Construcción infraestructuras	5	-*		-		-	-*					-
	Generación de residuos	6			-*	-	-*	-*					
	Personal de obra	7										+*	+
Explotación	Funcionamiento de eólicos	8	-*				-*		-*				
	Operaciones de mantenimiento	9	-				-					+*	+
	Generación de electricidad	10		+								+*	+
	Vías de acceso	11			*	-	*	-	*	*	*	+	
		Simbología:				Impacto positivo:		+	Impacto positivo significativo:			+*	
		Impacto negativo:				-		Impacto negativo significativo:			-*		

Figura 44: Matriz preliminar de valoración de impactos para los parques eólicos. Fuente: elaboración propia.

		MEDIO ABIÓTICO				MEDIO BIÓTICO				MEDIO SOCIO-CULTURAL			
FASE	ACCIONES	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Construcción	Movimiento de tierras	1	-*	-*	-*	-*	-	-			-*		-*
	Desbroce	2	-*	-	-	-	-*	-*			-*		-*
	Trasiego de maquinaria	3	-*	-*	-*	-	-	-*			-		-
	Cimentaciones	4	-	-	-*	-	-*	-			-		-
	Construcción infraestructuras	5	-*		-	-	-	-					-
	Generación de residuos	6			-*	-	-*	-*	-				
	Personal de obra	7										+*	+*
Explotación	Transporte de material	8	-	-	-	-		-				+*	+*
	Almacenamiento de material	9	-							-*			
	Alimentación de digestores	10	-*					-*		-*			
	Quemado de gas de síntesis	11	-	+				-		-*			
	Operaciones de mantenimiento	12									+*	+*	
	Generación de electricidad	13		+*							+*	+*	
	Generación de residuos	14			-*/+*	-*	-*/+*	-*/+*			+*	+*	
	Vías de acceso	15			-*	-	-*	-	-*	-*	-*	+*	
		Símbología:		Impacto positivo:		+*		Impacto positivo significativo:		+*			
		Impacto negativo:		+*				Impacto negativo significativo:		-*			

Figura 45: Matriz preliminar de valoración de impactos para la planta de gasificación de biomasa. Fuente: Elaboración propia.

Impacto	Valoración	Fase de Construcción			Plan de Vigilancia Ambiental	
		Tipo de medida	Medida aplicada	Descripción	Método de vigilancia	Periodicidad
Ruidos por el uso de maquinaria	MODERADO					Medida de los decibelios en Lastanosa y en las zonas cercanas a la obra
Disminución de la calidad del aire	COMPATIBLE	Preventiva	Mojar los caminos de acceso para evitar que se forme polvo y evitar los trabajos de movimiento de tierras los días de fuerte viento		Medida de las partículas de polvo en el aire	Cada tres días durante la construcción y una vez al mes durante el periodo de explotación.
Alteración de procesos geomorfológicos	COMPATIBLE					
Alteración de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas	COMPATIBLE	Preventiva	Los acopios provisionales se situarán en zonas de baja pendiente, evitando depositarlos en puntos de circulación de aguas de arroyada.		Medir las partículas en suspensión en el agua y las distintas sustancias que puedan encontrarse en la misma	Una vez al mes durante la fase de construcción
Alteración del uso habitual de los suelos	COMPATIBLE					
Afección directa sobre la vegetación	MODERADO	Compensatoria	Se restaurará la cubierta vegetal destruida con especies de la zona una vez acabadas las obras.		Comprobar que tras las obras y la replantación, la vegetación crece en las zonas afectadas	Tras la replantación una vez al mes
Afección directa sobre la fauna	MODERADO	Preventiva	Se limitarán las obras que ocasionen mayor ruido a las épocas en las que no se interfiera con la época de reproducción y cría de las especies faunísticas protegidas.		Controlar las poblaciones de especies	Una vez al mes durante el periodo de construcción y una vez cada tres meses durante el periodo de explotación
Afección medio socioeconómico	COMPATIBLE (pérdida de suelo para agricultura)/POSITIVO (contratación personal)					

Figura 46: Tabla resumen para la fase de construcción. Fuente: Elaboración propia.

Fase de explotación de los parques eólicos					
Impacto	Valoración	Medida aplicada		Plan de Vigilancia Ambiental	
		Tipo de medida	Descripción	Método de vigilancia	Periodicidad
Emisión de ruido por la actividad de los aerogeneradores	COMPATIBLE			Medida de los decibelios en Lastanosa y en las zonas cercanas al proyecto	Cada mes durante el periodo de explotación
Riesgo de colisión de aves con aerogeneradores en funcionamiento	MODERADO	Preventiva	Los eólicos se situarán separados entre sí y separados de otro parque eólico creando un corredor seguro	Controlar las poblaciones de aves	Una vez cada dos semanas durante la explotación del parque eólico
		Correctora	Se prohíbe el abandono de cadáveres de ganado en 1 km alrededor de los parques para evitar la concentración de aves carroñeras y se limitará la velocidad de circulación por los viales circundantes a los parques eólicos a 40 km/h		
Impacto sobre el paisaje	MODERADO	Correctora	Se construirán los aerogeneradores con materiales que eviten brillos y destellos		
Impacto producido por la generación de electricidad	POSITIVO				
Impacto sobre el empleo y la economía	POSITIVO				

Figura 47: Tabla resumen para la fase de explotación de los parques eólicos. Fuente: Elaboración propia.

Fase de explotación de la planta de gasificación de biomasa					
Impacto	Valoración	Medida aplicada		Plan de Vigilancia Ambiental	
		Tipo de medida	Descripción	Método de vigilancia	Periodicidad
Impacto derivado del transporte de material	POSITIVO				
Impacto sobre el paisaje	MODERADO	Preventiva	La planta de gasificación de biomasa se construirá en una zona poco elevada		
		Correctora	La planta de gasificación de biomasa se pintará de un color que se mimetice con el ambiente		
Ruido provocado por la alimentación de gasificadores	MODERADO	Preventiva	Insonorizar la zona de la compactadora y el molino		
		Correctora	Se engrasaran periódicamente las cintas y las tolvas		
Impacto sobre la población y la economía	POSITIVO				
Impacto sobre la atmósfera	POSITIVO				
Impactos derivadores de la generación de residuos	POSITIVO (en el caso de las cenizas)/MODERADO (en el caso de los alquitranes)	Correctora	Los alquitranes serán recogidos por un gestor autorizado y se almacenarán hasta su recogida de forma segura.	Se comprobará que los residuos no llegan al suelo	Una vez al mes
Alteración de las aguas	MODERADO	Correctora	Los alquitranes serán recogidos por un gestor autorizado y se almacenarán hasta su recogida de forma segura.	Medir las partículas en suspensión en el agua y las distintas sustancias que pudieran encontrarse en ella	Trimestralmente (medida de las partículas) y una vez al mes (medida de otras sustancias)
Afección al suelo y a los usos del mismo	COMPATIBLE				

Figura 48: Tabla resumen para la fase de explotación de la planta de gasificación de biomasa. Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones generales del trabajo.

5. CONCLUSIONES GENERALES DEL TRABAJO.

La realización de este trabajo me ha supuesto mucho esfuerzo y quebraderos de cabeza porque nunca me había enfrentado, ni a un trabajo de estas dimensiones, ni con un tema parecido.

He intentado, en la primera parte del trabajo, realizar un estudio de todos los planes energéticos que ha habido en este país y en la Comunidad Autónoma de Aragón, porque me parecía interesante conocer el contexto en el que se desarrollan los proyectos relacionados con el medio ambiente. Al redactarlo, me he dado cuenta de dos cosas: la primera, que el cuidado del medio ambiente por parte de todos, pero en su mayor parte por parte de las empresas (ya que son las más contaminantes y las que más pueden hacer por mejorar las cosas), no es sólo cuestión de moral o de las opiniones acerca del medio ambiente, sino que hay unos objetivos, marcados por Europa, que hay que cumplir. La segunda de las cosas de las que me he dado cuenta, es que, se llevan haciendo planes y poniendo objetivos desde hace años, pero siempre se permite no cumplirlos, como si esos planes fueran menos importantes que los que pueda haber en relación con otros temas.

En la segunda parte del trabajo, he intentado aproximarme, en la medida de lo posible a un estudio de impacto ambiental real, pero me he dado cuenta de que, la realización de éste es algo muy complicado, hay que conocer mucho el medio en el que se sitúa el proyecto y, por supuesto, se requieren profesionales de diferentes sectores, como geólogos, biólogos, botánicos... para que, todos los aspectos a los que afecte el proyecto queden cubiertos, y para que sea lo más objetivo posible.

Sin embargo, a pesar de la dificultad de la realización de este trabajo, me ha gustado mucho redactarlo, porque he visto una posibilidad en la que me gustaría trabajar en un futuro, sin tengo la posibilidad.

Bibliografía.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- AENOR. *Biocombustibles sólidos – Terminología, definiciones y descripciones*. UNE-EN 14588. Madrid: AENOR, 2011.
- AZCÁRATE, B.; MINGORANCE, A. (1996). "La contribución de las energías renovables en la planificación energética española". *Espacio, Tiempo y Forma*, serie VI, pp. 39-51.
- BRETO, S. (2009). "El Plan Energético de Aragón 2005-2012 y las energías renovables". *Aragón exterior*, nº 29. Departamento de Economía, Hacienda y Empleo, Gobierno de Aragón.
- CEYGES, GRUPO PROGEA (2009). *Agenda 21 Local de Sariñena*. Huesca, Diputación de Huesca.
- CONESA, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*. Madrid, Ediciones Mundiprensa.
- DEVESA, A. (2009). *Energía eólica. El viento, fuente de energía*. Murcia.
- España. Ley 7/2006, de 22 de junio, de protección ambiental de Aragón. *Boletín Oficial de Aragón*, 17 de julio de 2006, nº 81.
- España. Decreto 74/2011, de 22 de marzo, del Gobierno de Aragón, por el que se modifican los anexos de la Ley 7/2006, de 22 de junio, de protección ambiental de Aragón. *Boletín Oficial de Aragón*, 5 de abril de 2011, nº 68.
- España. Decreto 49/1995, de 28 de marzo, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón. *Boletín Oficial de Aragón*, 7 de abril de 1995, nº 42.

- España. Decreto 181/2005, de 6 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se modifica parcialmente el Decreto 49/1995, de 28 de marzo, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón. *Boletín Oficial de Aragón*, 23 de septiembre de 2005, nº 144.
- EUROESTUDIOS - BS INGENIERÍA (2003). *Modernización riego C.R. Lasesa (presa Lastanosa), Informe medio ambiental*. Zaragoza, Euroestudios, S.A.
- GOBIERNO DE ARAGÓN: DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO. (2005). *Plan Energético de Aragón 2005-2012*. Zaragoza, Gobierno de Aragón.
- INSTITUTO ARAGONÉS DE ESTADÍSTICA (IAEST) (2012). *Datos Básicos de Aragón, 2012*. Zaragoza, Gobierno de Aragón.
- INSTITUTO PIRENÁICO DE ECOLOGÍA (IPE-CSIC) (2010). *Herbario de Jaca*. [en línea] <<http://proyectos.ipe.csic.es/floragon/index.php>> [Consulta: 15 de diciembre de 2012]
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1978). “Mapa de cultivos y aprovechamientos”. *Evaluación de recursos agrarios, Hoja 357 (Sariñena)*. Madrid, FERLIBE.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO; INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE). (2005). *Plan de Energías Renovables en España 2005-2010*. Madrid, Gobierno de España.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO; INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE). (2011). *Plan de Energías Renovables en España 2011-2020*. Madrid, Gobierno de España.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO; INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE). (2007). “Energía de la Biomasa”. *Manuales de energías renovables, nº2*. Madrid, Gobierno de España.

- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO; INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE). (2006). "Energía eólica". *Manuales de energías renovables, nº3*. Madrid, Gobierno de España.
- NOGUÉS NAVARRO, Marta. (2005). "Diseño y construcción de una planta de obtención de energía a partir de biomasa agrícola y de tres parques eólicos en Sariñena (Huesca)". Director: Jesús Guillén Torres. Proyecto fin de carrera. Escuela Politécnica Superior de Huesca, Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación.
- SICRE, R. et al. (2012). "Eólica'12". *Asociación Empresarial Eólica, la referencia del sector*, Madrid.
- SOTO, S. (2005). "La energía en Aragón". *Informes económicos, nº 8*. Departamento de Economía, Hacienda y Empleo, Gobierno de Aragón.

Y las siguientes páginas web:

- www.energias-renovables.com
- gnf.unizar.es
- www.infoagro.com
- www.combustiblesaragon.com
- www.renewables-energia.com
- www.cerpch.unifei.edu.br
- www.opex-energy.com
- www.ine.es