

“Fuentes Renovables de Energía”

MANUEL ALONSO DÍAZ

División I+D. ENDESA.



1. INTRODUCCIÓN.

Las energías renovables, consideradas de origen solar, han sido históricamente las primeras y más ampliamente utilizadas, al menos hasta la revolución industrial. En efecto, la energía eólica ha sido utilizada ya en el antiguo Egipto para la navegación y posteriormente para bombeo de agua, molienda de cereales y desecación de terrenos. La biomasa, utilizada en forma de leñas para uso doméstico ha sido y sigue siendo de uso prácticamente universal. También la energía hidráulica ha sido utilizada con profusión, constituyen magníficos ejemplos las explotaciones auríferas de los romanos, las fraguas utilizadas en el s. XII o los molinos de cereales. De todos ellos existen un gran número de referencias en nuestro país.

A partir de la revolución industrial, de forma paulatina, el uso de las energías renovables pierde peso por la introducción de energías de mayor concentración, fundamentalmente combustibles fósiles como el carbón, petróleo y posteriormente la energía nuclear. En los últimos años, fundamentalmente a partir de las crisis del petróleo, se inicia un importante esfuerzo investigador para recuperar de nuevo las energías renovables con altas eficiencias y costes razonables. Otro efecto de gran importancia que contribuye al auge que están teniendo algunas de estas energías es la gran sensibilidad social ante los efectos ambientales del uso de la energía.

En esta ponencia se trata de analizar el estado y tendencias de los distintos tipos de energías renovables, desde la óptica de su uso para la generación de energía eléctrica e incidiendo fundamentalmente en aquellas que se encuentran en estado comercial o precomercial y que se considera tendrán una importante penetración en un próximo futuro.

2. ESTRUCTURA ENERGÉTICA ESPAÑOLA.

Un primer análisis de la estructura energética nacional permitirá determinar la importancia de las energías renovables en el contexto energético y obtener una primera visión del peso de las mismas en el momento actual. A partir de este escenario, considerando los distintos factores que inciden en su desarrollo podrán identificarse las tendencias actuales y estimar el posible grado de desarrollo en el próximo futuro.

De la observación de la FIG.1 se desprende inmediatamente la gran importancia del petróleo, responsable de más de la mitad del aporte energético nacional. Esto pone de relieve la fuerte dependencia de fuentes de suministro exterior. Le sigue en importancia el carbón con un aporte de aproximadamente el 19%. Este combustible, hasta la fecha de origen fundamentalmente nacional, tiene que hacer frente a importantes dificultades, debido al alto coste de extracción y su baja calidad. Parece existir una fuerte tendencia al cierre de la minería nacional y al mayor uso de carbón de importación de menor coste y mayor calidad medioambiental. La energía de origen nuclear, que aporta un 15,4%, conoció un gran desarrollo en los años 70 pero actualmente los distintos programas nucleares se encuentran parados, por lo que en el próximo futuro este tipo de energía tendrá un peso cada vez menor en la estructura energética nacional. Por su parte el gas natural tiene un peso relativamente pequeño (6,1%), con tendencia a una mayor penetración, lo que podrá ser realizable una vez puesto en servicio el gasoducto del Magreb previsto, en principio, para 1997. Las energías renovables aportan un 6,3%. La mayor parte procede de la biomasa, utilizada en el sector doméstico y para generación de vapor para algunos procesos industriales. Le sigue en importancia la hidráulica clásica, esto es, unidades con potencias instaladas superiores a 5 MW que aporta un 32,81%.

Estos datos ponen de manifiesto nuestra gran dependencia del exterior y que la mayor parte de nuestra energía procede de combustibles fósiles en cuyo aprovechamiento se producen emisiones de gases tales como el CO₂, SO₂ y NO_x con un impacto negativo sobre el medioambiente. Estos dos factores son clave a la hora de entender el auge que están conociendo las energías renovables.

3. PRODUCCIÓN ELÉCTRICA CON ENERGÍAS RENOVABLES.

Uno de los usos fundamentales de las energías renovables es la producción de electricidad, de hecho, el gran desarrollo de la energía eólica ha sido debido a la posibilidad de producir eficientemente energía eléctrica. Puede verse en la FIG.2 la producción de electricidad en 1993 con fuentes renovables.

En términos porcentuales, la producción con energías renovables, con relación a la producción de UNESA es aproximadamente un 15,9%. Se observa que la mayor parte de la producción (90,4%) procede de la hidráulica convencional -potencias unitarias superiores a 5 MW-. Las "nuevas" energías renovables, objeto de nuestro interés, esto es, las energías renovables exceptuando la gran hidráulica y los R.S.U. tienen una aportación simbólica al sistema eléctrico nacional.

4. EL SECTOR ELÉCTRICO Y LAS ENERGÍAS RENOVABLES.

La situación mostrada en el párrafo precedente, puede entenderse si analizamos algunas de las características del sector eléctrico y de las energías renovables.

Por una parte es fundamental para el sector eléctrico la calidad de servicio y la seguridad de suministro. Esto es, los niveles de frecuencia y tensión han de mantenerse entre límites muy estrechos en todos los puntos de la red. Además, ha de asegurarse al abonado que dispondrá de la energía necesaria en todo momento, debiendo evitarse cualquier tipo de indisponibilidad de la red, o en caso de que este se produzca quede confinado a la parte más pequeña posible del sistema. Para asegurar estas dos exigencias, el sistema ha de incorporar tecnologías muy probadas en todo el ciclo y por lo tanto existe un cierto recelo hacia la integración masiva de tecnología novedosas que no hayan demostrado suficientemente ser acordes a estas dos exigencias.

Otra característica notable del sector es la tendencia a la concentración, fundamentalmente de los sistemas de generación. Esto es debido a la importancia de los costes, no sólo por su repercusión en el sector eléctrico sino por la implicación de sus costes en otros muchos sectores industriales. En la concentración se producen fuertes economías de escala que es imprescindible aprovechar dada la magnitud de las inversiones en los tres niveles del sistema eléctrico: generación, transporte y distribución.

Una última característica del sector eléctrico es su fuerte regulación, lo que lo hace especialmente sensible a las demandas sociales, bien directamente o bien a través de las disposiciones gubernamentales.

Por su parte las energías renovables, son en general tecnologías novedosas, sus recursos están muy distribuidos y su rentabilidad es, en la mayoría de los casos discutible. Estas condiciones las hacen, en principio, poco atractivas para el sector eléctrico y de alguna manera explican la poca penetración que han tenido hasta la fecha.

No obstante, los recursos renovables son autóctonos, su aprovechamiento no es agresivo con el entorno natural, son compatibles, por lo tanto, con un desarrollo sostenible y pueden producir impacto positivo en el tejido industrial. El peso cada vez mayor que actualmente están teniendo estos últimos factores estimulan el uso de estas fuentes para la generación eléctrica y su integración en la red.

5. FACTORES QUE INCIDEN EN EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.

Multitud de factores influyen, en uno u otro sentido, en la posible penetración a gran escala de estas nuevas energías. Sin tratar de ser exhaustivos, pueden citarse factores de origen social, la disponibilidad de recursos, el estado de la tecnología, factores legales y por supuesto factores económicos.

En cuanto a los factores sociales, la preocupación por la conservación del medioambiente es quizá el punto más importante, aunque en los últimos años, sufriendo una fuerte crisis económica, se ha visto en las renovables una posible actividad industrial capaz de generar trabajo.

La disponibilidad de recursos explotables a costes razonables, en lo cual la tecnología tiene un papel fundamental, es sin duda alguna, una condición básica a tener en cuenta. En general los recursos tienen la ventaja de ser autóctonos, pero la desventaja de estar muy distribuidos lo que puede suponer en algunos casos inviable su aprovechamiento por el alto coste de los sistemas de captación primarios.

La economía con que puedan utilizarse las renovables debe de ser tenida en cuenta. A este nivel, junto a otros factores, los apoyos, vía subvenciones o tarifas especiales puede hacer atractiva la explotación de estas fuentes. Diversos programas tanto nacionales como europeos han dispuesto fondos para ayudas a proyectos de I+D, de demostración y diseminación que impulsan su desarrollo. También las tarifas especiales para la venta de electricidad de origen renovable, reguladas en el R.D.2366/94, suponen un notable estímulo.

6. TIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES.

Existen gran variedad de fuentes renovables de energía, cada una de ellas con características diferenciadas y que podemos clasificar de acuerdo al recurso utilizado.

Biomasa. Utiliza materia orgánica de origen vegetal, animal o procedentes de alguna transformación de estas. Los recursos mayoritariamente utilizados son los residuos forestales, residuos industriales procedentes de industrias madereras y papeleras, residuos agrícolas y procedentes de sus industrias. Actualmente se encuentra en fase de investigación los cultivos energéticos que podrían tener cierta importancia en un próximo futuro.

Un caso particular son los residuos sólidos urbanos (R.S.U.), aunque por sus características especiales raramente se engloban bajo el término genérico de energías renovables y por esta razón no será objeto de atención en este trabajo.

Solar. Si bien todas las energías renovables son consideradas de origen solar, este término se utiliza generalmente para referirse a las técnicas que utilizan de forma directa la radiación. A su vez la solar puede dividirse en dos tipos: fotovoltaica o transformación directa de la radiación en electricidad mediante el efecto fotovoltaico y solar térmica que utiliza la capacidad de calentamiento del sol. La térmica suele clasificarse en alta y baja temperatura. La primera es generalmente usada en el calentamiento de un fluido que podría mover una turbina y la segunda se usa fundamentalmente para calefacción y agua sanitaria.

Eólica. Consiste en la transformación de la energía cinética del viento, los usos más importantes son el bombeo y la generación de electricidad. Este tipo de energía presenta actualmente un altísimo interés por la fuerza con la que está penetrando en las red eléctrica en general y de forma muy especial en Galicia.

Hidráulica. Se aprovecha la energía potencial que aparece en algunos puntos del ciclo evaporación-condensación del agua. Suele dividirse en hidráulica clásica o convencional y la minihidráulica. En general se consideraba minihidráulica a las instalaciones con potencia inferior a 5 MW. No obstante a partir del R.D. 2366/94 se benefician de tarifas especiales las instalaciones inferiores a 10 MW por lo que es probable que sean este tipo de instalaciones a las que se aplique este nombre.

Otras energías renovables. Dado su bajo interés, al menos por ahora en España, únicamente se mencionarán fuentes energéticas como la geotérmica, la mareomotriz, la energía de las olas. De ellas existen diferentes proyectos en distintos países pero por su escaso desarrollo no merecen un interés especial.

7. BIOMASA.

Como se ha visto en los párrafos precedentes, la biomasa es la fuente renovable más ampliamente utilizada a nivel de energía primaria aunque su aporte al sistema eléctrico es prácticamente nulo.

Aparte de su uso como combustible en el sector doméstico se ha venido utilizando en las industrias madereras utilizando sus propios residuos para generación de calor y vapor necesarios en sus procesos de fabricación.

Su empleo para generación eléctrica presenta en principio un gran atractivo asociado fundamentalmente a su posible repercusión social y medioambiental, lo que se sintetiza en la FIG.3.

Los procesos termoquímicos de transformación, si bien son emisores de gases, el balance total de transformación de biomasa, se considera neutro a efec-

tos de emisiones de CO_2 ya que se estima que las emisiones se compensan con la fijación del mismo gas durante el crecimiento de los vegetales. La emisión de otros gases y generación de residuos sólidos es insignificante. Otro de los grandes atractivos de la biomasa es la posibilidad de utilización de tierras abandonadas por exigencias de la política agraria común (P.A.C.) con que tendría de positivo sobre el empleo en las áreas rurales. Podría tener así mismo un efecto beneficioso en la prevención de incendios y colaborar a paliar la creciente desertización de nuestros suelos.

En cuanto a los recursos (FIG.4) de los diversos tipos presentan, en principio, un mayor atractivo los residuos forestales y sus industrias, aunque la posibilidad de cultivos energéticos, fundamentalmente de tipo herbáceo pudieran ser a medio plazo una fuente de primer orden.

Diversos estudios apuntan a unos recursos potenciales para España del orden de 17-25 Mtep de residuos, de los cuales podrían ser utilizables entre 8 y 11 Mtep. Esto quiere decir, que no existe una limitación en este aspecto para el desarrollo futuro de esta tecnología. No obstante, la baja densidad del combustible, la distribución de la propiedad y gestión de estos recursos dificultan enormemente la realización de la mayor parte de los proyectos actualmente en fase de estudio.

Por su parte la tecnología de transformación no presenta en general ningún tipo de problema. De los muchos procesos (FIG.5) a que puede ser sometida la biomasa, para su transformación en electricidad, interesan los de tipo termoquímico: combustión, gasificación y pirólisis. La gasificación y pirólisis se encuentran en estado de desarrollo y exigen todavía un importante esfuerzo investigador. La combustión, tanto en calderas de parrillas como en lechos fluidos, son totalmente comerciales y utilizables para cualquier proyecto.

Según lo expuesto, es previsible que a corto plazo se instalen algunas plantas de combustión de biomasa una vez superadas las dificultades e incertidumbres que presenta el acopio de combustible.

8. ENERGÍA SOLAR.

Por su bajo impacto ambiental y por el nivel de recursos disponible la energía solar presenta un extraordinario atractivo. Desgraciadamente los costes asociados a su uso son muy elevados, lo que hace actualmente inviable la generación eléctrica masiva con ninguna de las tecnologías conocidas.

Por su parte la solar fotovoltaica tiene un claro mercado en aplicaciones de pequeña potencia tales como electrificación de núcleos aislados con la red eléctrica a gran distancia, para señalización, comunicaciones y otras aplicaciones similares. En plantas de gran potencia, no existe problema alguno desde el punto de vista técnico. Como referencia, la planta solar fotovoltaica Toledo PV de 1 MW instalada en las proximidades de La Puebla de Montalbán (Toledo), en sus dos años de operación conectada a la red general ha funcionado satisfactoriamente demostrando la bondad técnica de esta solución. No obstante, los costes de generación se sitúan por encima de la 60 Pta/kWh muy alejado del coste de producción mediante sistemas convencionales e incluso los ofrecidos por otras energías renovables. Una solución interesante a la hora de reducir costes son los sistemas fotovoltaicos con concentración, se estima que mediante esta técnica podrían reducirse en casi un 50% los de una instalación sin concentradores, pero aún en este caso no es posible pensar en su utilización masiva a corto plazo.

En cuanto a la térmica de baja temperatura, tecnológicamente es totalmente comercial, existiendo diversos fabricantes nacionales con amplia experiencia, con un mercado interesante aunque poco estimulado.

En cuanto a la solar de alta temperatura, son referencia obligada las plantas SEG de California, con una potencia instalada total superior a las 300 MW eléctricos. Esta tecnología está basada en colectores cilindro-parabólicos que calientan aceite que circula por tubos situados en el foco de la parábola. El fluido intermedio se utiliza para generar vapor que mueve una turbina mediante un ciclo convencional. La explotación de estas plantas ha demostrado su correcto funcionamiento a nivel técnico, pero los elevados costes de inversión y explotación hacen todavía inviable su explotación comercial a gran escala aunque los costes de generación sean muy inferiores a los presentados por la tecnología fotovoltaica. El desarrollo de una nueva generación de colectores para la producción directa de vapor, actualmente en curso, pudiera reducir notablemente los costes y acercar esta tecnología a un umbral próximo a la rentabilidad.

Otra de las tecnologías que ha sido experimentada es la de torre central, sobre la que se concentra la radiación procedente de un campo de espejos planos, como en el caso anterior sus altos costes impide su penetración a gran escala en el próximo futuro.

Puede, pues, concluirse que ninguna de las tecnologías actualmente conocidas aportarán a corto plazo una cantidad relevante de electricidad de origen solar al sistema eléctrico nacional, a pesar de ello es posible que a más largo plazo pueda existir una penetración gradual según puedan ir reduciéndose los costes de generación.

9. ENERGÍA EÓLICA.

Dado el nivel de desarrollo de la energía eólica, será analizada con un poco más de detalle en este trabajo. En efecto, si hace bien pocos años existían en España algunas instalaciones piloto con fines únicamente experimentales, se ha llegado actualmente a una situación claramente comercial, con una potencia instalada superior a los 70 MW. Si bien esta potencia es irrelevante dentro del sistema de generación eléctrica en términos absolutos, es espectacular el grado de crecimiento, pasándose de 45,7 MW en 1992 a 72,6 en 1994, previéndose que esta tendencia se mantenga en los próximos años. Como puede verse en la FIG.6 esta situación no es exclusiva de España, si no que ocurre lo mismo en casi todos los países europeos que disponen de recursos eólicos.

Son diversos los factores responsables de este desarrollo, por una parte la adecuada disponibilidad de recursos, el desarrollo tecnológico, la reducción progresiva de los costes de inversión, factores sociales y un nivel de tarifas y ayudas a la inversión adecuados.

Recursos. Existen diversos estudios a nivel general de los recursos eólicos disponibles, que permiten identificar las áreas de mayor interés pero que son insuficientes para cuantificar la potencia instalable de forma mínimamente precisa. Hay cuatro áreas de particular interés: Galicia, Andalucía, Canarias y el Valle del Ebro. Dependiendo de las fuentes, las estimaciones del potencial existente presentan una gran dispersión. Se manejan frecuentemente las estimaciones presentadas en la FIG.7.

Es de particular interés el caso de Galicia, donde hasta la fecha el mayor parque en explotación es el de Cabo Villano (Camariñas) con una potencia de unos 3 MW. Actualmente están en distintas fases de desarrollo otros parques de mayor potencia como el de A Capelada de 16,5 MW en fase de construcción con máquinas MADE, los de Malpica de 15 MW con aerogeneradores Ecotecnia y Barbanza de 19,8 MW con máquinas MADE de inminente ejecución. Se prevé que a finales de siglo existan instalados varios cientos de MW. Podrían instalarse en el momento actual, y con los datos disponibles, unos 400-500 MW. Esta potencia podría superar ampliamente los 1000 MW si los costes de inversión siguen disminuyendo como hasta la fecha y las tarifas mantienen la tendencia actual.

Por su parte Andalucía dispone de los mayores parques de España siendo referencia obligada los parques de 10 y 20 MW pertenecientes a la empresa S.E.A., S.A. constituida por C.S.E, ENDESA, Ecotecnia, IFA e IDAE. El viento se concentra fundamentalmente en el área del estrecho y se estima que el poten-

cial a corto plazo estaría en el entorno de los 100 MW, pudiendo aumentarse en el futuro al entorno de los 500.

Canarias es otra zona ampliamente aprovechada dadas las magníficas condiciones de los vientos alisios, pero dadas las particularidades de las islas y de su red eléctrica la penetración de esta energía en la zona podría ser menor de lo que el recurso eólico podría permitir. En el valle de Ebro existen ya diversos parques comerciales como La Muela, Bajo Ebro y El Perdón. Se espera que en los próximos años esta potencia aumente de forma importante.

En todo caso, puede estimarse el potencial eólico español a corto plazo en unos 1000 MW que en un período más dilatado podrían superar los 2.500.

En la FIG.8 se relacionan los parques eólicos más importantes instalados en las zonas citadas.

Tecnología. Puede considerarse que los aerogeneradores han alcanzado un importante nivel de madurez. De las diversas tecnologías posibles, se han impuesto claramente las máquinas tripala de eje horizontal en sus dos posibles versiones en cuanto a la regulación de potencia: regulación de paso y pérdida aerodinámica. La potencia unitaria de las máquinas ha presentado un aumento constante, así en el año 87 la potencia unitaria media de los aerogeneradores instalados en Europa era de unos 100 kW llegando a los 250 kW en 1992. Existen ya máquinas comerciales del orden de los 500 kW y prototipos en el rango del MW. La tecnología española ha seguido un camino paralelo a los de los otros países europeos con dos fabricantes consolidados: Ecotecnia con máquinas de 150 y 200 kW y MADE (Grupo ENDESA) con aerogeneradores de 150 a 330 kW. Ambas compañías están desarrollando prototipos de 500 kW esperándose que se instale el primer MADE 500 a finales de este mismo año. Recientemente se han creado otras compañías como Gamesa eólica con tecnología danesa y DESA (Grupo Abengoa) que dispone de un prototipo de 300 kW de tecnología propia. Puede afirmarse que el nivel tecnológico español es similar a la media europea, si bien hay que aceptar que existe algún retraso con relación a las compañías líderes, la relación calidad/precio la hace grandemente atractiva.

En cuanto a los costes de inversión, de manera indicativa puede apuntarse un coste medio de unas 160.000 Pta/kW instalado.

Evidentemente esta cifra es orientativa ya que el coste final de una instalación dependerá del tamaño del parque, de las necesidades de infraestructura eléctrica y de obra civil entre otros factores. En la FIG.9 se muestra una distribución típica de los costes de inversión en un parque eólico.

10. HIDRÁULICA.

Dado que la producción hidroeléctrica es una de las formas tradicionales de producción, se hará mención únicamente a algunos aspectos básicos de la misma.

La hidráulica ha sido unas de las primeras formas de producción de electricidad, fundamentalmente mediante pequeños saltos. Durante los años 60, debido a los bajos costes de los combustibles fósiles, se abandonaron gran parte de estas pequeñas instalaciones, esto ha permitido que a raíz de la publicación del PER de 1986-1988 y el siguiente fuera posible volver a poner gran número de ellas en explotación a costes razonables. En efecto, un alto porcentaje de las realizaciones minihidráulicas realizadas desde el 86 ha sido la rehabilitación de antiguas centrales aprovechando sobre todo la infraestructura civil existente. La gran actividad mantenida en este período ha ido decreciendo paulatinamente por muy diversas razones entre las cuales cabe citar la dificultad de los procesos administrativos para llevar a cabo este tipo de instalaciones.

No obstante, el nivel de recursos todavía aprovechables, permite sugerir que se mantendrá una actividad importante en el próximo futuro, sobre todo si se mantiene el nivel de ayudas y se eliminan algunas barreras administrativas.

Según datos de UNESA, el potencial bruto de la España peninsular, puede cifrarse en unos 150 TWh/año. De este total aproximadamente 66 TWh/año podrían ser técnicamente desarrollables. De esta última cantidad aproximadamente la mitad están actualmente desarrollados, de modo que en el mejor de los casos quedan técnicamente desarrollables unos 34 TWh/año de los cuales unos 27 lo serían en instalaciones de medio y gran tamaño y unos 7 TWh/año en minicentrales. La mayor parte de los posibles aprovechamientos minihidráulicos se concentran en las cuencas norte, con unos 2,7 TWh/año y en la cuenca del Ebro unos 1,4 TWh/año.

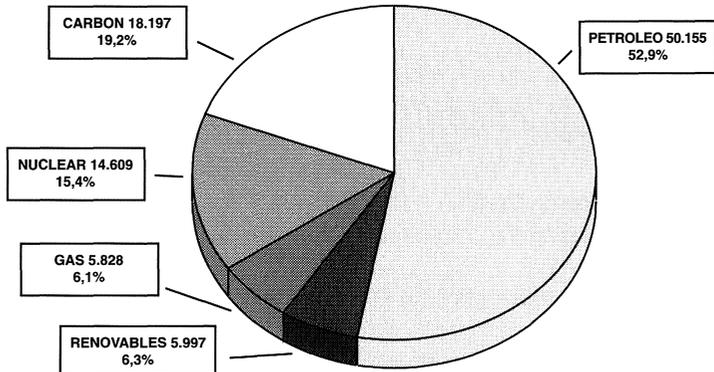
BIBLIOGRAFÍA:

- Manuales de Energías renovables. IDAE 1992.
- Principios de conversión de la energía eólica. CIEMAT. 1993.
- La energía eólica: de la investigación a la realidad industrial. M. Alonso. Energía. 1993.
- Conferencias de la EWEC. 1990-1994.
- La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria. CIEMAT. 1994.
- Memorias de UNESA y REDESA.
- Electricidad solar fotovoltaica. E. Lorenzo. E.T.S. Ingenieros de Telecomunicación.
- Solar cells and Optics for Photovoltaic Concentration. A. Luque. Adam Hilger. 1989.
- Solar Thermal Power Plants. F. G. Casal. Springer-Verlag. 1987.

ÍNDICE DE FIGURAS:

- FIG.1.- Estructura energética.
- FIG.2.- Producción de energía eléctrica con E.E.R.R.
- FIG.3.- Factores sociales y medioambientales de la biomasa.
- FIG.4.- Biomasa: recursos (tipos).
- FIG.5.- Tecnologías de transformación de biomasa.
- FIG.6.- Potencia eólica instalada en Europa.
- FIG.7.- Estimación del potencial eólico español.
- FIG.8.- Principales parques eólicos.
- FIG.9.- Distribución de costes en un parque eólico.

ESTRUCTURA ENERGÉTICA ESPAÑOLA ENERGÍA PRIMARIA (Ktep)



Ktep	%
BIOMASA 3.745	62,45
HIDRÁULICA > 5 MW 1.968	32,81
HIDRÁULICA < 5 MW 186	3,1
SOLAR TÉRMICA 43	0,72
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS 40.9	0,68
EÓLICA 10	0,17
GEOTÉRMICA 3,4	0,06
FOTOVOLTAICA 0,7	0,01

FUENTE: Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales (1993).

FIG. 1

PRODUCCIÓN ELÉCTRICA CON E.E.R.R.

HIDRÁULICA > 5 MW	
POT. (MW)	16.454
PROD. (GWh/A)	18.665
HIDRÁULICA < 5 MW	
POT. (MW)	786
PROD. (GWh/A)	1.907
R. S. U.	
POT. (MW)	29,2
PROD. (GWh/A)	150,5
EÓLICA	
POT. (MW)	45,7
PROD. (GWh/A)	103,2
FOTOVOLTAICA	
POT. (MW)	4
PROD. (GWh/A)	7,5
TOTAL	
POT. (MW)	17.410,7
PROD. (GWh/A)	20.833

FIG. 2

FACTORES SOCIALES Y MEDIOAMBIENTALES

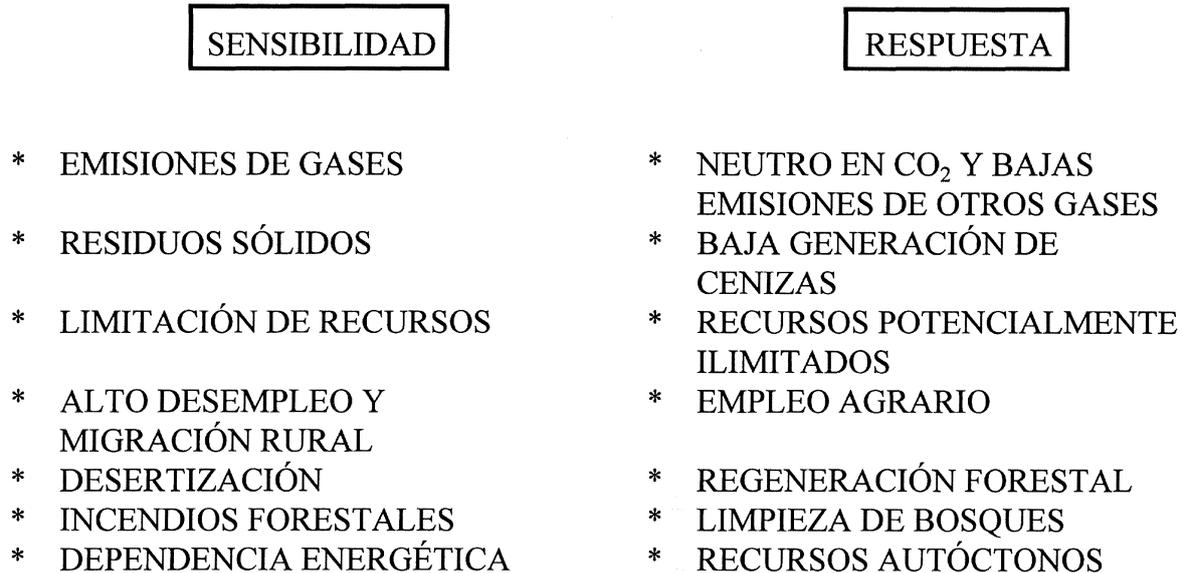


FIG. 3

RECURSOS: TIPOS

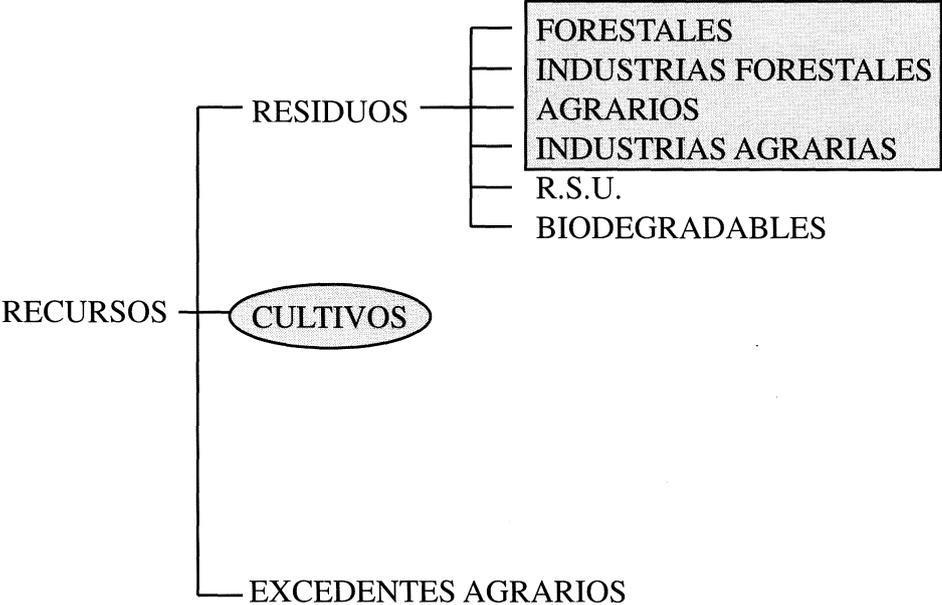


FIG. 4

TECNOLOGÍA DE TRANSFORMACIÓN DE LA BIOMASA PRETRATAMIENTOS:

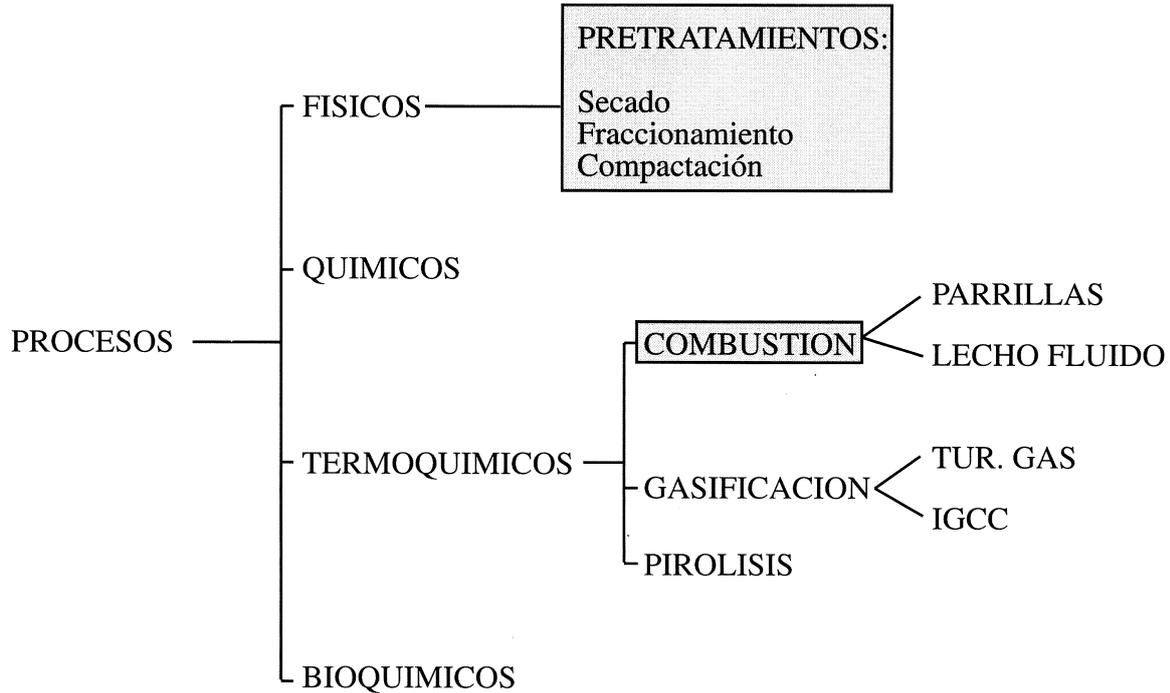


FIG. 5

POTENCIA EÓLICA INSTALADA EN EUROPA

PAÍS	MW 92 (*)	% S/TOTAL	MW 94 (**)	% S/TOTAL
DINAMARCA	450	58,8	539	31,2
HOLANDA	100	13,1	162	9,4
ALEMANIA	95	12,4	632,2	36,7
ESPAÑA	45,7	6	72,6	4,2
R. UNIDO	30	3,9	170,5	9,9
GRECIA	20	2,6	35,8	2,1
ITALIA	15	2	25	1,4
BÉLGICA	5	0,7	7	0,4
OTROS	5	0,7	61,3	3,6
TOTAL	765,7	100,2	1.724,7	99

(*) EWEA

(**) BTM Consult ApS

FIG. 6

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL EÓLICO
(EN MW)

ZONA	CORTO PLAZO	LARGO PLAZO
GALICIA	450	1200
ANDALUCÍA	200	450
CANARIAS	100	300
EBRO	100	400
OTROS	75	300
TOTAL	925	2.650

FIG. 7

PRINCIPALES PARQUES EÓLICOS ESPAÑOLES

PARQUE	POT. (MW)	AEROGENERADORES	AÑO
C. VILANO (Coruña)	3,3	MADE AE-20, VESTAS V25.V20	1992
SEA 20MW (Tarifa)	20,1	MADE AE-20, AWP-100	1992
SEA 10MW (Tarifa)	10,3	ECOTEC 20/150, MADE AE-23	1992
LOS VALLES (Lanzarote)	5,1	MADE AE-20, AWP-100	1993
CAÑADA DEL RÍO (Fuerteventura)	10,8	MADE AE-23, MADE AE-30	1994
KW. TARIFA (Tarifa)	27	MVS 300/505	1995
MALPICA (Coruña)	16	ECOTECNIA 20/150	1995 *
BAJO EBRO (Tarragona)	4	ECOTECNIA 20/150	1995
LA MUELA II (Zaragoza)	5	MADE AE-30	1995
CAPELADA (Coruña)	16	MADE AE-30	1995 *
BARBANZA (Coruña)	20	MADE AE-30	1996 *
EL PERDÓN (Navarra)	3	VESTAS V39	1995

* PREVISTO

FIG.8

DISTRIBUCIÓN DE COSTES DE INVERSIÓN

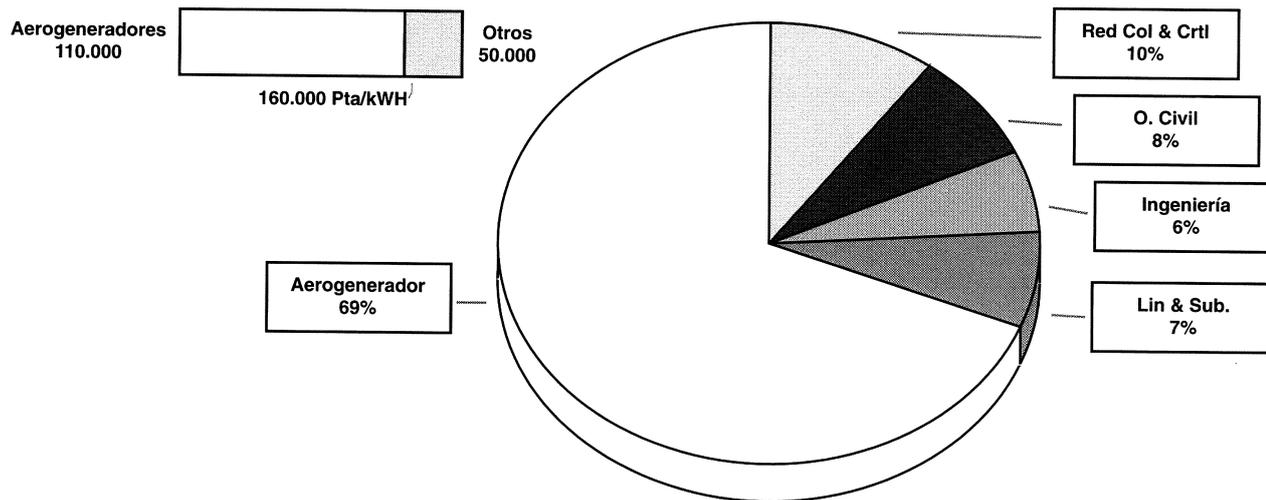


FIG.9