

La biomasa forestal

Agencia Extremeña de la Energía



Agencia Extremeña de la Energía

www.formatebio.es

www.agenex.org

info@formatebio.es

Teléfonos y Direcciones:

Rnd. De San Francisco
Nº 3, 1ª Planta
10005 Cáceres

Telf.: +34 927 625 794

Fax: +34 927 625 795

agenex@dip-caceres.es

Avda. Antonio Masa Campos

Nº 26, Bajo

06011 Badajoz

Telf.: +34 924 26 21 61

Fax: +34 924 25 84 21

agenex@dip-badajoz.es

PRÓLOGO

Desde la Agencia Extremeña de la Energía, dentro del Programa Emplea Verde 2007-2013 y en coordinación con La Fundación Biodiversidad, se lanza el Proyecto FORMATE-BIO destinado a dar formación a trabajadores de Pymes y trabajadores agrarios que se encuentran involucrados en la cadena de valor de la biomasa. El proyecto tiene como objetivo la formación específica sobre cada una de sus potenciales áreas de mejora dentro de las empresas en las que se encuentran.

Dentro de la producción de energías con nuevas fuentes, algunas son ya suficientemente conocidas y otras no tanto. De ahí la labor por parte de la Agencia Extremeña de la Energía de dar a conocer qué es la biomasa y su gran potencial como fuente de energía en la región.

La biomasa, entendida como el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma, es un tipo de energía con amplio espectro de posibles materias primas.

El presente trabajo pretende ser un libro de consulta para todo aquel que tenga inquietudes sobre las distintas opciones dentro de la biomasa.

AGENCIA EXTREMEÑA DE LA ENERGÍA



biomass
forest

asa

al

ÍNDICE

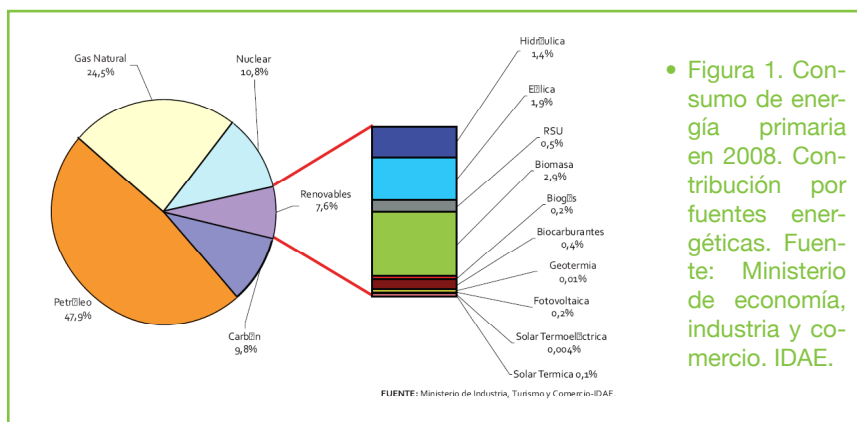
■	Prólogo	
■	1 INTRODUCCIÓN	6
■	2 LA BIOMASA FORESTAL	11
■	2.1 Residuos de encina, alcornoque y roble	12
■	2.2 Pino pinea	13
■	2.3 Pino pinaster	13
■	3. LA BIOMASA FORESTAL EN ZONAS RURALES SITUACIÓN ACTUAL DE LA BIOMASA FORESTAL. PANORAMA EN EXTREMADURA	14
■	4. GENERACIÓN Y EXTRACCIÓN DE LA BIOMASA FORESTAL	21
■	5 APLICACIONES	24
■	5.1 Tipos de aprovechamiento energético	24
■	5.2 Producción de biocombustibles sólidos	26
■	Bibliografía	

1.INTRODUCCIÓN

La biomasa, a pesar de ser una fuente de energía tan aparentemente conocida por todo el mundo, es en el fondo la gran desconocida de las renovables en España, no habiendo progresado adecuadamente en nuestro país, a pesar de que tiene un desarrollo evidente en Europa.

El desconocimiento sobre el potencial real de la biomasa se debe principalmente a su enorme diversidad en cuanto al recurso, procesos de transformación y aplicaciones, con múltiples combinaciones entre si, siendo frecuente que se consideren aspectos parciales en lugar de tener una visión de conjunto de la misma.

En la figura 1, se puede apreciar el balance de energía primaria en España, referido al 2008, con el desglose de las renovables. Como se puede observar, la biomasa en su conjunto, incluyendo todas las formas de bioenergía, es la fuente de energía primaria renovable más utilizada en nuestro país, situación que se da también nivel mundial.



Un hecho que genera confusión es que el término biomasa se aplica tanto al recurso como a la energía renovable que dicho recurso genera, cosa que no ocurre con otras energías renovables.

En relación al recurso, se puede definir biomasa como todo tipo de materia orgánica de origen biológico, ya sea vegetal, animal o industrial. Se excluyen los productos energéticos fósiles o sus derivados, y todos los productos agrícolas

que sirven de alimentación al hombre y a los animales domésticos. A grandes rasgos, la biomasa se puede clasificar en tres tipos:

Biomasa natural, es la que se produce en la naturaleza sin la intervención humana.

Biomasa residual, que es la que genera cualquier actividad humana.

Biomasa producida, que es la cultivada con el propósito de obtener biomasa transformable en combustible.

De esta definición queda excluido del término de biomasa, todos los productos agrícolas que sirven de alimentación al hombre y a los animales domésticos, así como los combustibles fósiles, ya que a pesar de que se deriven de materiales biológicos, a través de sucesivas transformaciones han alterado muy profundamente su naturaleza.

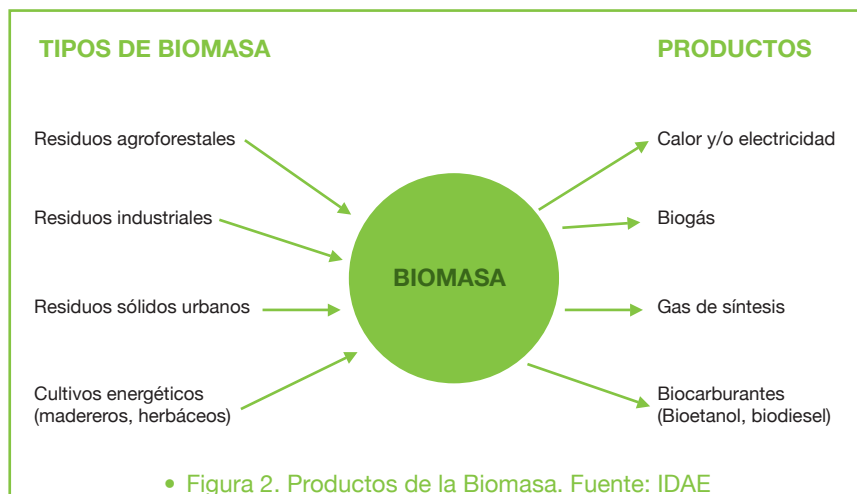
En la presente guía, se va a tratar sobre la biomasa residual, concretamente restos que quedan en campos de cultivo después de la cosecha, y biomasa producida que serían los cultivos energéticos.

La tendencia de este tipo de cultivos es la introducción de especies no convencionales (cynara, patata, sorgo dulce) que están siendo objeto de estudio para determinar sus necesidades de cultivo.

La biomasa de origen residual puede definirse como el conjunto de materia orgánica generada en las actividades de producción, transformación y consumo, que en el contexto en el que se generan no tienen valor económico. La biomasa residual, dependiendo de su origen puede clasificarse en residuos agrícolas, forestales, ganaderos, e industriales.

La heterogeneidad de recursos aprovechables es una característica intrínseca de los sistemas de producción de energía asociados a la biomasa. Ello aumenta su complejidad ya que cada proyecto necesita análisis específicos de disponibilidad, extracción, transporte y distribución. De hecho, la forma de extraer y utilizar como combustible los restos de una actividad forestal es distinta al uso de los residuos de una industria forestal. Por este motivo se utiliza la clasificación anteriormente mencionada, pues dependiendo de su origen, el tratamiento que se le da a la biomasa es diferente. En la figura 2 se ilustran los diferentes tipos de biomasa y sus principales aplicaciones.





Los residuos agrícolas abarcan todas las partes de los cultivos que no son consumibles o comercializables. Generalmente se trata de restos lignocelulósicos que se suelen quemar en las tierras de cultivo. Se pueden clasificar en función de su naturaleza y características físico- químicas en herbáceos y leñosos.



Los residuos agrícolas herbáceos proceden de plantas de tallo no leñoso que mueren al final de su temporada de crecimiento.

Los residuos agrícolas leñosos proceden principalmente de las podas de los olivos, viñedos y frutales, por lo que su producción, al igual que en el caso de los anteriores, tiene un carácter estacional.

Los residuos forestales son los restos procedentes de los tratamientos y aprovechamientos de las masas vegetales para la defensa y mejora de éstas, obtenidos tras las operaciones de saca, corta y transporte a pista.

La utilización de los residuos forestales implica una serie de operaciones de limpieza, astillado y transporte, que pueden superar en algunos casos los precios que el uso energético puede pagar, pero cuya realización constituye el origen de la existencia de este recurso y que se justifica desde el punto de vista medioambiental.

Los residuos industriales proceden fundamentalmente de las industrias forestales y agroalimentarias. Los residuos procedentes de las industrias forestales se producen en las factorías de primera y segunda transformación de la madera. Los residuos agroindustriales, se obtienen a partir de los diferentes procesos de transformación de las distintas industrias agrícolas. Se generan unas cantidades considerables en un mismo punto, por lo que será más fácil su gestión.



- Figura 4. Residuos procedentes de industrias madereras.

Los residuos de las industrias forestales forman un conjunto de materiales heterogéneos entre los que se encuentran astillas, cortezas, serrín, recortes, etc. Los residuos agroindustriales tienen un origen muy variado, destacando en nuestro país los procedentes del sector del aceite de oliva. Existe otro conjunto de materiales de alto grado de humedad y suelen utilizarse en alimentación animal. También son destacables los obtenidos de la producción de frutos secos.

En ambos casos, su tratamiento y manejo se suele realizar en los propios establecimientos industriales donde se originan. Su grado de aprovechamiento

es alto, aunque la variabilidad en su producción pueden impedir algunas de sus aplicaciones energéticas. Además su disponibilidad.

Los residuos ganaderos son los purines y otros excrementos de animales por un lado y los residuos que se producen en los mataderos por otro.

En general, el vertido de un matadero contiene contaminantes procedentes de las deyecciones de los animales durante su estabulación antes de ser sacrificados, de las aguas de limpieza y de la desinfección de establos; así como sangre, excrementos, pelos, restos de carne, grasa, huesos y contenido de panzas procedentes del matadero, del agua caliente necesaria para la elaboración de la tripería y de las soluciones cáusticas o de los detergentes empleados en la limpieza y desinfección de las salas de trabajo.

En los últimos años se han publicado normativa más restrictiva para la eliminación de estos residuos, clasificando los materiales de desecho en varias categorías atendiendo a los riesgos que pueden tener estas sustancias para el ser humano y el medio ambiente. Una opción para todas las categorías, es la eliminación directa mediante incineración, lo que abre una puerta a la posible utilización para fines energéticos.

Por último se encuentran los residuos sólidos urbanos. Esta clase se excluye a menudo de la categoría de biomasa, aunque su origen, a excepción de algunos componentes, es apropiado para su inclusión como tipo de biomasa.

2. LA BIOMASA FORESTAL.

La biomasa forestal está constituida por aquellos residuos procedentes de cualquier tipo de actividad humana dentro del campo del aprovechamiento de los bosques y labores selvícolas, como y a se ha expuesto anteriormente.

Para evitar confusiones y conflictos de intereses, es necesario diferenciar la parte de esta biomasa que es susceptible de ser aprovechada por la industria de transformación de la madera, y la que tiene nulo o escaso valor desde el punto de vista de la fabricación de productos, es decir, la biomasa residual, más conocida como residuos.

Los tratamientos selvícolas convencionales (cortas, podas, claras, desbroces, apertura de vías, acciones para la prevención de incendios etc.) crean unos residuos, de volumen y condiciones de extracción variables. La integración de esta biomasa en una actividad comercial (producción eléctrica, combustibles sólidos, líquidos, compostaje, etc..) facilita su recogida, pero normalmente es costosa su obtención.

A pesar de ello, el aprovechamiento de esta biomasa residual se hace crucial por varios motivos. En primer lugar, su extracción supone la forma más efectiva en la prevención del inicio y propagación de los incendios forestales que tantos estragos ocasiona en las economías locales de las áreas afectadas. Además, se crea empleo en aquellas zonas y se rentabilizan las labores forestales. Por último, también es muy importante el desarrollo de los cultivos energéticos, produciéndose de nuevo la creación de empleo en las áreas rurales, ya que el producto del agricultor tendrá su mercado asegurado.

Los residuos forestales dispersos, son los que proceden de la silvicultura y aprovechamiento de las masas forestales, es decir, los que se obtienen tras la realización de podas, claras, clareos y cortas finales de árboles, y que tienen escasa utilidad y bajo o nulo valor para su transformación en otros productos.

Las podas consisten en la eliminación de las ramas más bajas del árbol con la finalidad de mejorar la formación y guiar el desarrollo normal del árbol.

Se denomina clareo a una operación de corta que tiene la finalidad de reducir la densidad extrayendo los peores árboles y que al practicarse con ejemplares jóvenes da lugar a productos de difícil o imposible comercialización.

Las claras son cortas que se realizan antes de la edad del turno para reducir la densidad del arbolado y realizar un aprovechamiento maderero intermedio, previo a las cortas finales.



El aprovechamiento de madera definitivo, se realiza normalmente mediante la corta a hecho cuando la masa arbórea ha alcanzado la edad necesaria para ello.

En función de las especies forestales existentes en un territorio se darán restos forestales de uno u otro tipo. Los más comunes son las taramas de encina, alcornoque y roble y los residuos de pino pinea, pinaster y eucalipto. Dependiendo de la zona concreta de estudio se darán también otras especies autóctonas.

La evaluación de los residuos forestales dispersos se efectúa anualmente como cantidad de residuo sobre la superficie forestal en, kg de residuo / ha de superficie. Esta fracción se estima a partir de la fracción no maderable del árbol. Teniendo esto en cuenta, se contemplan las siguientes fracciones de biomasa:

- Fuste.
- Ramas de diámetro superior a 7 cm:
- Ramas de diámetro comprendido entre 2 y 7 cm
- Ramas de diámetro inferior a 2 cm
- Hojas.

De estas fracciones, las dos primeras son maderables para casi todas las especies, por tanto el resto sí podrían considerarse residuos forestales. Se debe tener en cuenta, como se ha expuesto anteriormente, que la superficie forestal se mantiene constante a lo largo de los años, por lo que la biomasa disponible anualmente dependerá de la frecuencia con la que se hacen los tratamientos selvícolas, que a su vez será función de la especie considerada. A continuación se pondrán de manifiesto otros aspectos de las especies forestales consideradas.

2.1. Residuos de encina, alcornoque y roble

Los únicos tratamientos selvícolas que se realizan sobre estas especies son las podas. Los rendimientos de podas son difíciles de cuantificar para los distintos productos que se obtienen (leñas, taramas, chasca), las variadas especies productoras, métodos de beneficio (incluimos también las leñas procedentes de monte bajo), condiciones de aprovechamiento, intensidad y antigüedad de la última poda, etc. Si consideramos podas racionales con turnos de 15 años, los rendimientos oscilan entre 1000 kg/ha y año para cubiertas del 10% y 3000 kg/ha.año para superficies de espesuras del 30%.

2.2. Pino pinea

Los tratamientos selvícolas que se aplican a esta especie son tres: clara, clareo o corta final, dependiendo de la edad y estado de la masa arbórea. Para bosques de pináceas puede suponerse que se hace una poda cada 20 años a la tercera parte de los árboles presentes. Asimismo, supondremos que se llevan a cabo cortas finales mediante aclareo sucesivo cada 20 años.

2.3. Pino pinaster

El tratamiento selvícola aplicable a esta especie es el clareo. Como ya se ha indicado anteriormente se considera que se hace uno cada veinte años.

Eucalipto

Para que este aprovechamiento fuera sostenible habría que considerar los periodos de 12 años que el eucalipto tarda en regenerarse. Las producciones de biomasa residual de esta especie en peso son unas 16 t/ha, con una posibilidad en el torno a 1,33 t/ha.año.



3. LA BIOMASA FORESTAL EN ZONAS RURALES SITUACIÓN ACTUAL DE LA BIOMASA FORESTAL. PANORAMA EN EXTREMADURA.

Los resultados obtenidos de los trabajos y estudios técnicos llevados a cabo para la elaboración del Plan Forestal de Extremadura, ponen de manifiesto la importancia del ámbito forestal en esta Comunidad Autónoma. Así, del total de la superficie (4.163.457 Has.), debe considerarse terreno forestal el 68 % del total, esto es, 2.831.651 Has, como se recoge en la tabla 1.

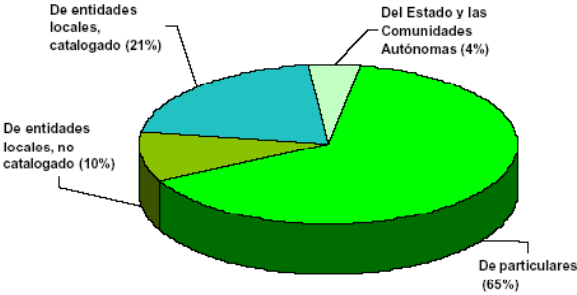
	Sup (Ha)	%
Superficie forestal	2.831.651	68.02
Terreno agrícola marginal	326.792	7.84
Superficie agrícola	938.368	22.54
Urbano y embalses	66.646	1.60
TOTAL EXTREMADURA	4.163.457	100.00

• Tabla 1 – Distribución de la superficie en Extremadura

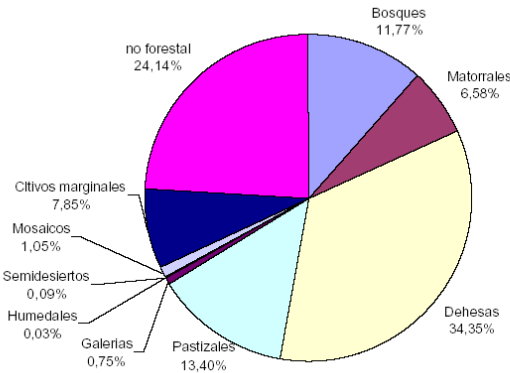
Esta superficie y según el tipo de propiedad de los terrenos, se distribuyen conforme a la Tabla 2. En las Figuras 5 y 6 se ponen de manifiesto las diferencias en cuanto a la distribución del tipo de propiedad entre la Comunidad Autónoma y la media de España, destacando la poca superficie en mano de la Administración Regional Forestal Extremeña, ligeramente superior al 1 %, respecto a la media de la superficie forestal nacional que llega hasta el 4%. De la misma manera se observa la importante diferencia en montes propiedad de las entidades locales catalogados de Utilidad Pública en nuestra Comunidad Autónoma (sólo el 5,1% de la superficie forestal total de Extremadura) frente a la media del país que se sitúa en un 21 %. Esta situación complica enormemente la gestión de restos forestales de cara a un aprovechamiento energético puesto que la mayoría de la superficie forestal pertenece a propietarios particulares y cada propietario decidirá que hacer con sus propios restos forestales, dificultando una gestión conjunta que propiciase la creación de un mercado actualmente inexistente.

Tipo de Propiedad	Sup (Ha)	%
De la Comunidad Autónoma	31.305	1,1
De Entidades Locales, catalogado	144.116	5,1
De Entidades Locales no catalogados y de particulares	2.656.230	93,8
Total	2.831.651	100

• Tabla 2 .Distribución de la superficie según pertenencia en Extremadura



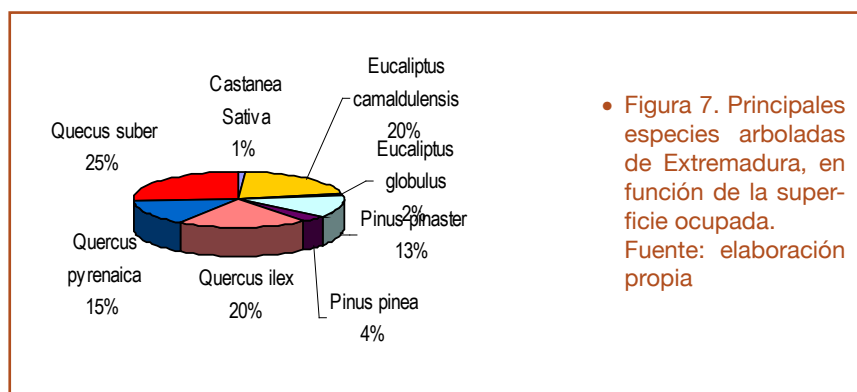
• Figura 5. Distribución de la superficie forestal según pertenencia en Extremadura



• Figura 6. Representación de las formaciones forestales en Extremadura

Las formaciones y subformaciones que se definen para la cubierta vegetal en Extremadura son numerosas, dada la diversidad de condiciones climáticas y físicas que se dan en su territorio y, sobre todo, los diferentes tipos de manejo y grado de presión humana sobre el medio. De este modo, se han definido nueve formaciones en Extremadura que son: bosques, matorrales, dehesas, pastizales, galerías, humedales, semidesiertos, mosaicos agrícola forestales y terrenos agrícolas marginales. En el gráfico que se muestra a continuación se observa la distribución porcentual de cada uno de estos tipos en la región.

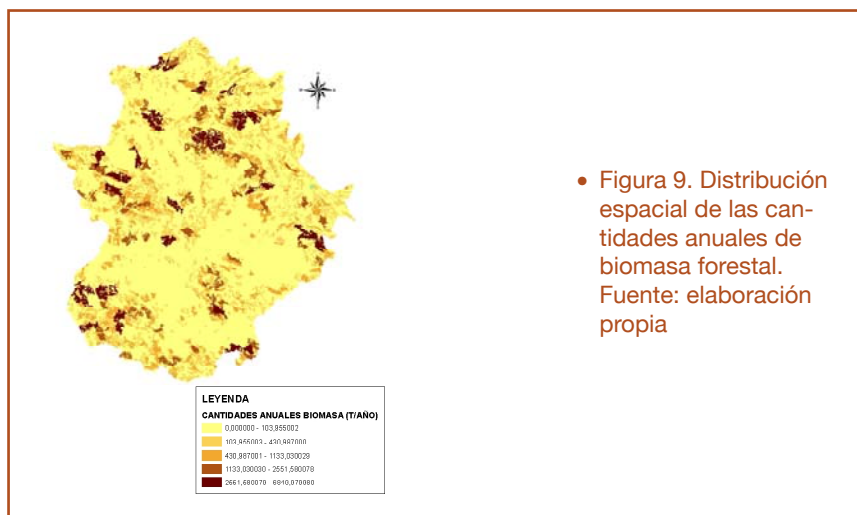
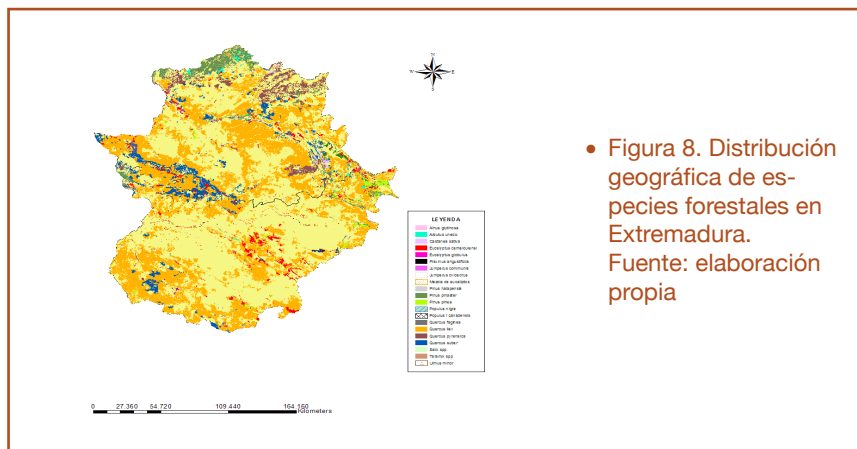
En la Figura 7 se observa la distribución espacial de las diferentes especies arbóreas que existen en Extremadura y los porcentajes e superficie que ocupan.

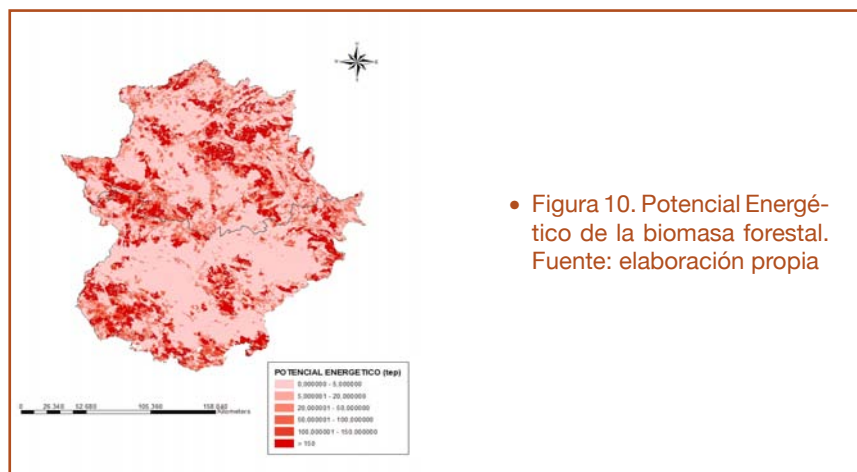


El aprovechamiento de la biomasa forestal se considera renovable si la tasa de extracción es igual a la tasa de su regeneración natural, y además, la cantidad extraída no debe afectar a la estructura y composición de los suelos.

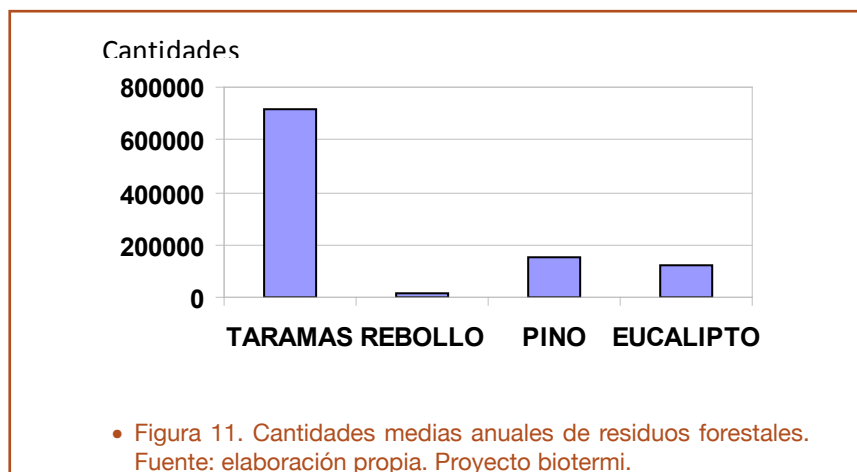
La cantidad de biomasa disponible es muy variable según el tipo de bosque y la forma de explotación. Los costes de su recolección son muy elevados hasta el punto de no hacer viable su aprovechamiento en algunas ocasiones. Se estiman valores entre 0,03 y 0,06 €/kg, siendo el umbral de viabilidad para generación eléctrica 0,02 €/kg aproximadamente. Esto se debe a su localización dispersa en el territorio en una densidad baja (1-2 t/ha) y a las dificultades operativas de la maquinaria dentro de los montes. Sin embargo, cuestiones ambientales, prevención de incendios forestales, autosuficiencia energética y la generación de empleo pueden ser suficientes para lograr el apoyo público necesario para impulsar el uso de la biomasa como fuente de energía renovable.

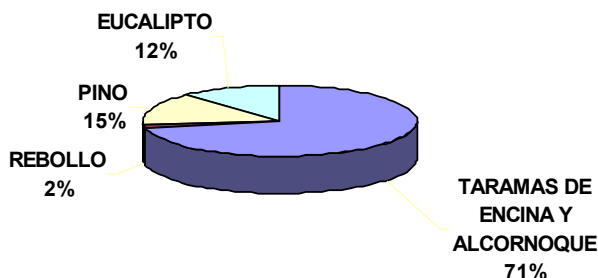
A continuación, en las figuras 8, 9 y 10, se pueden apreciar los mapas que representan la distribución geográfica de las especies forestales y el potencial energético de los restos de las mismas en Extremadura.





En las figuras siguientes se muestran las cantidades medias anuales en base húmeda y la distribución por fuente de residuos forestales dispersos en Extremadura.

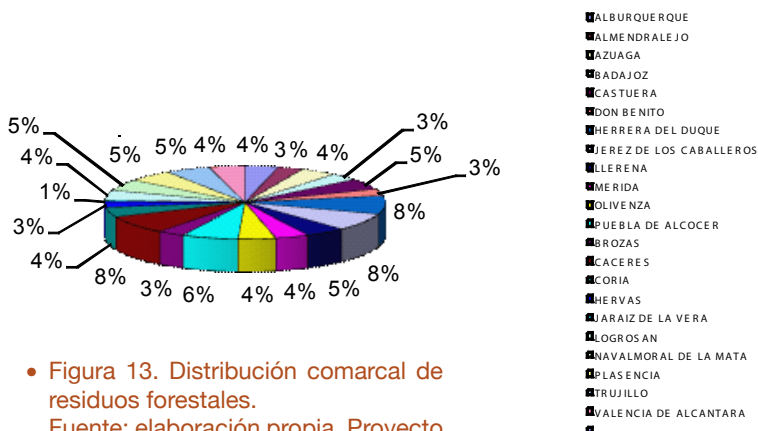




• Figura 12. Distribución por fuente de residuos forestales dispersos.
Fuente: elaboración propia. Proyecto biotermi

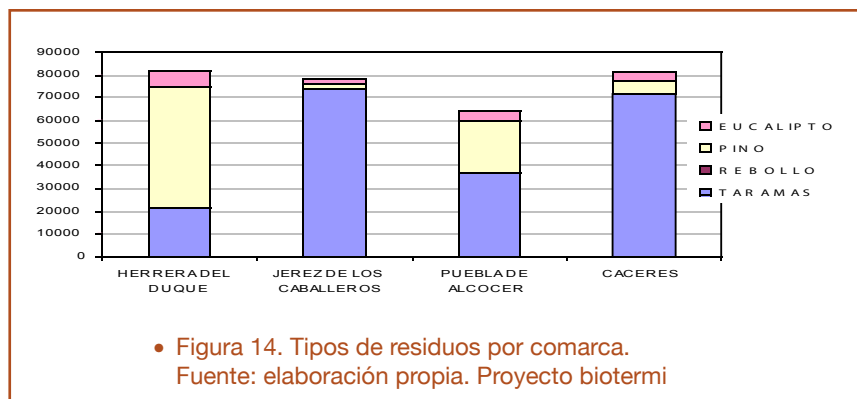
De entre todos ellos los residuos que se producen en mayor cantidad son las taramas de encina y alcornoque, procedentes de la poda de estas especies. Las cantidades potenciales de generación superan las 700.000 t/año. Ya en unos niveles notablemente inferiores se encuentran los restos de pinos y eucalipto, con cantidades comprendidas entre las 100.000 y las 150.000 t/año. Por último, el roble, con tan solo 24.000 t/año puede considerarse poco representativo, pero se ha tenido en cuenta por ser una especie muy representativa en algunas comarcas, como Plasencia, donde supone un 25% de la superficie comarcal y que además ocupa superficies importantes en Extremadura.

En la Figura 13 se muestra el gráfico de distribución por comarcas.



• Figura 13. Distribución comarcal de residuos forestales.
Fuente: elaboración propia. Proyecto biotermi

Como se observa en la figura 14, este tipo de residuos se encuentra muy repartido en nuestra región, no existiendo una concentración significativa en ninguna de las 22 comarcas. No obstante, las comarcas con mayor concentración son Herrera del Duque, Cáceres y Jerez de los Caballeros, con cantidades que se encuentran alrededor de las 80.000 t/año seguidas de Puebla de Alcocer con 65.000. En el gráfico la figura 14 se muestra la composición de los residuos forestales en estas cuatro comarcas, expresadas en t/año.



A pesar del enorme potencial de la biomasa forestal en Extremadura, la necesidad de disponer de forma sostenible en el tiempo de recursos económicos para la mejora de la masa forestal extremeña y prevención de incendios, manteniendo la continuidad que precisan las inversiones energéticas, constituye una de las principales barreras para el aprovechamiento de los residuos forestales.

4.GENERACIÓN Y EXTRACCIÓN DE LA BIOMASA FORESTAL

La biomasa residual procedente de aprovechamientos forestales convencionales se caracteriza por encontrarse de forma dispersa en el territorio donde se produce. Esta característica supone la mayor limitación en su aprovechamiento como fuente de energía, a diferencia de los combustibles fósiles, que se encuentran concentrados espacialmente.

La biomasa, por su propia naturaleza, requiere de una serie de pretratamientos o transformaciones para ser objeto de un aprovechamiento energético eficiente. Las características intrínsecas y extrínsecas que aparecen tanto en la biomasa forestal son:

- Gran tamaño de las piezas (granulometría).
- Heterogeneidad y poca uniformidad.
- Elevado contenido en humedad.
- Reducida densidad.
- Gran dispersión de los residuos.
- Dificultad de transporte y manipulación.
- Presencia de residuos no aprovechables como arena, piedras, metales, etc.

Para conseguir el acondicionamiento de la biomasa y las características necesarias para mejorar la valorización de la misma como combustible, es necesario realizar una serie de modificaciones. Generalmente, estos tratamientos se efectúan antes de la fase de transporte, para reducir el coste del mismo.

Las etapas fundamentales en este pretratamiento son la reducción de la granulometría en donde se utilizan sistemas de astillado, triturado, molienda, cribado, tamizado y disgregación, y reducción de la humedad mediante secado natural y secado forzado.

En función del tipo de biomasa, el estado en que es recogida y las características finales que ha de tener, se realizan una serie de tratamientos, estando relacionados directamente con la aplicación final del combustible y su precio. La maquinaria utilizada para su recogida y procesado también varía en función de estos parámetros. A continuación se describe dicha maquinaria.

Procesadoras. Su aplicación principal es apear y trocear la parte maderable, pudiendo también trocear las ramas grandes y las copas, para facilitar el posterior trabajo del manejo de los residuos.

Autocargadores. Los autocargadores son utilizados para realizar el desembosque de los materiales, ya sean maderables o con destino energético Normal-



mente son tractores forestales con un remolque unido por medio de un sistema de articulación.

Los órganos de trabajo en todos los autocargadores son la caja de carga y la grúa. **10omasa: Maquinaria agrícola y forestal**

Maquinaria para el astillado y triturado. Este tipo de maquinaria se utiliza para reducir el volumen de los residuos forestales procedentes de tratamientos selvícolas. Con el astillado se consigue aumentar la densidad del residuo facilitando su secado natural, y economizando en su transporte. Las astilladoras se pueden clasificar según su sistema de tracción que, a su vez, está relacionado con el tamaño y capacidad de proceso.

Empacadoras

Las máquinas compactadoras o empacadoras realizan la densificación del residuo forestal mediante compactación del material produciendo pacas de diferentes geometrías, como la de la figura 15.



- Figura 15. Paca de restos de pino

Los modelos de compactadoras que hay en el mercado son:

Compactadora FiberPac de Timberjack, que produce pacas de unos 70 cm de diámetro lo que facilita su posterior transporte en maquinaria forestal convencional sin requerir contenedores. Compactadora WoodPack de Valmet, En este modelo se combinan empacadora y autocargador, ambos desmontables e intercambiables y Compactadora BalaPress de Bala, donde el residuo forestal entra por el sistema de alimentación constituido por un rodillo dentado situado sobre una mes que aumenta la presión progresivamente, hasta que se lleva a cabo el atado de la bala con un film de plástico.



• Figura 16. Recogida y transporte de residuo empacado

Empacadora de Trabisa. TRABISA ha desarrollado la segunda generación de una máquina autopropulsada, con capacidad de alimentar y empaquetar todo tipo de materiales leñosos, tomando como base estructural un modelo anterior.

Cosechadoras. Las cosechadoras sólo cortan el material, por lo que se requiere una astilladora (y autocargador para la alimentación del material) para obtener la densidad apropiada para su transporte posterior. Las cosechadoras son muy eficientes en montes llanos y plantaciones energéticas, con cortas a hecho. También se alcanzan buenos resultados para especies de matorral.

5. TIPOS DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO. PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS

5.1. Tipos de aprovechamiento energético

Las aplicaciones térmicas con producción de calor y agua caliente sanitaria son las más comunes dentro del sector de la biomasa. En un nivel menor de desarrollo se sitúa la producción de electricidad.

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

En un segundo escalafón se sitúan las calderas diseñadas para un bloque o edificio de viviendas, equiparables en su funcionamiento a las habituales de gasóleo C o gas natural, que proveen a las viviendas de calefacción y agua caliente. Debido a la necesidad de disponer de un lugar amplio y seco para el almacenamiento del biocombustible, este tipo de instalaciones pueden tener problemas en edificios con salas de calderas pequeñas y poco espacio aprovechable. En cambio son una buena solución, tanto económica como medioambiental, para edificios de nueva construcción, sobre todo si se atienen a las nuevas ordenanzas y reglamentos publicados en los últimos años, como el Código Técnico de la Edificación (que permite utilizar biomasa en lugar de la citada energía renovable) o el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Otra aplicación importante de estas calderas es la conversión de las antiguas calefacciones de carbón o gasóleo C a instalaciones de biomasa, existiendo muchos ejemplos en nuestro país. La buena disposición de los vecinos que encontrarán un ahorro económico en el consumo de calefacción y agua caliente, un acertado asesoramiento profesional y espacio suficiente para el almacenamiento son los tres pilares básicos para este tipo de cambios.

Una red de calefacción centralizada, más conocida como district heating, supone el siguiente nivel dentro de las aplicaciones térmicas de la biomasa. Este tipo de instalaciones están muy extendidas en el Centro y Norte de Europa. La red de calor y agua caliente llega no sólo a urbanizaciones y otras viviendas residenciales sino también a edificios públicos, centros deportivos, complejos comerciales y un amplio elenco de edificios e incluso industrias. El mayor tamaño, tanto de las calderas como de los silos de almacenamiento del combustible, re-

quiere de instalaciones exclusivas para estas centrales térmicas. Dadas las características de nuestro país, en España están iniciándose las primeras redes de climatización centralizada alimentadas con biomasa, las cuáles no sólo proveen de calefacción en invierno a los usuarios, sino que permiten la distribución de frío para la climatización de las viviendas y otros edificios en verano.

Por último, los consumos térmicos de determinadas industrias también son abastecidos por calderas de biomasa. Se trata principalmente del aprovechamiento de residuos de las industrias agroforestales para producción de calor que, en ocasiones, es acompañado de producción eléctrica (cogeneración con biomasa). Las materias más utilizadas para las aplicaciones térmicas de la biomasa son los residuos de las industrias agrícolas (cáscaras de almendras, huesos de aceitunas...), forestales (astillas, serrines...), los residuos de actividades selvícolas (podas, claras, limpieza de bosques,...) y de cultivos leñosos (podas, arranques,...). En muchas ocasiones algunos de estos residuos se transforman en pelets y briquetas, astillas molidas y compactadas que facilitan su transporte, almacenamiento y manipulación, pero que requieren de un tratamiento previo encareciendo el producto final. Hay bolsas de pelets de hasta 15 kg disponibles en hipermercados o gasolineras y otras de mayor tamaño, que pueden alcanzar los 1.000 kg. Finalmente también pueden adquirirse a granel siendo transportados en camiones normales o en camiones cisterna hasta un silo de almacenamiento.

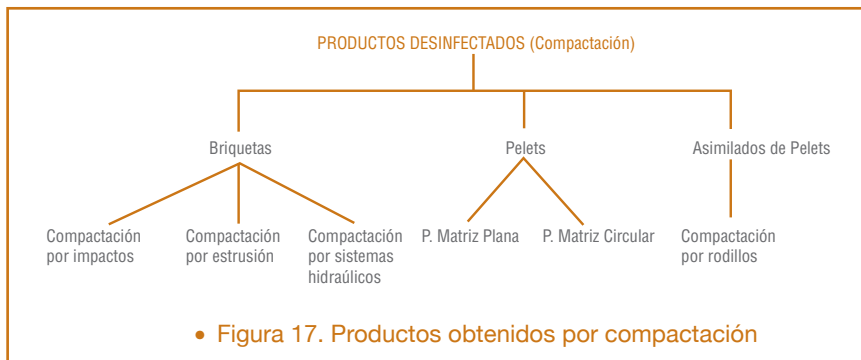
La producción de electricidad exige sistemas aún más complejos dado el bajo poder calorífico de la biomasa, su alto porcentaje de humedad y su gran contenido en volátiles. Para ello se necesitan centrales térmicas específicas con grandes calderas, con volúmenes de hogar mayores que si utilizaran un combustible convencional, que conlleven inversiones elevadas y reducen su rendimiento. Todo ello, sumado a la dificultad de aprovisionamiento de la biomasa, explica el poco peso de la biomasa para producción eléctrica en el cómputo global de esta energía, 680 ktep de consumo en 2004 frente a los 3.487 ktep de las aplicaciones térmicas. La gran demanda de combustible de este tipo de plantas obliga a asegurar un abastecimiento continuo, que presenta la dualidad de se encarece su precio por la distancia a la que se debe buscar el suministro, pero también puede reducirse al adquirir grandes cantidades.

Son pocas las plantas de producción eléctrica que existen en España y la mayor parte de la potencia instalada procede de instalaciones ubicadas en industrias que tienen asegurado el combustible con su propia producción. Es el caso de la industria papelera y, en menor medida, de otras industrias forestales, que aprovechan los residuos generados en sus propias instalaciones.



5.2. Producción de biocombustibles sólidos

Entre las posibilidades de transformación física de la biomasa, está su compactación para la obtención de productos combustibles densificados con un alto poder calorífico y homogéneos en sus propiedades y dimensiones. En el siguiente cuadro se muestran los distintos productos densificados que pueden obtenerse con las tecnologías industriales que se comercializan en la actualidad.



Las briquetas son un combustible (de origen lignocelulósico en la mayor parte de los casos) formado por la compactación de la biomasa. La materia prima fundamental para su elaboración son las astillas y los restos de madera, aunque se pueden utilizar otros restos biomásicos.

La forma de las briquetas puede ser muy variable y depende de la maquinaria utilizada en su obtención. Sin embargo casi todas la briquetas fabricadas actualmente en España son de forma cilíndrica. En la Figura 18 se observa al detalle este tipo de combustible, en este caso elaborado a partir de polvo de corcho.



La briqueta tiene su uso en chimeneas o calderas domésticas como combustible sustituto de la leña.

Una de las mejores alternativas para la densificación de la biomasa es la peletización. La peletización es un proceso de compactación de material lignocelulósico de unas determinadas condiciones (granulometría inferior a 8 mm y humedad inferior al 10%) Los pélets obtenidos tienen unas dimensiones que pueden variar entre 6 y 12mm de diámetro y 20-60 mm de longitud. Su densidad aparente está en torno a 600 kg/m³.

Como puede apreciarse en la Figura 19, el pélet es de un tamaño muy inferior a la briqueta lo que permite su uso en calderas automáticas de biomasa.



• Figura 19. Pélets

Las principales características físicas y químicas de los pélets son:

Forma, tamaño y color: de las cuales ya se ha hablado anteriormente.

Densidad: la principal característica de los pélets frente a las astillas es que son más densos, con lo que se facilita el transporte, la manipulación y el almacenaje. Los factores que influyen en la densidad del pélet son de dos tipos, la densidad de la materia prima empleada y la presión ejercida por la prensa en el proceso de fabricación, así como el correcto diseño y manipulación de la misma.

Humedad: la humedad del pélet es función de la forma en que se suministre el producto. Como en el proceso de prensado que sufre la materia prima hasta convertirse en pélet se suelen utilizar partículas secas, y luego la materia se seca aún más durante el propio proceso, la humedad final podría ser de un 8 a un 10% a la salida de la prensa. Posteriormente si se venden a granel, como la materia con la que están hechos es higroscópica, pueden coger algo de agua y aumentar su humedad. Sin embargo, durante el proceso de peletizado aparece un calentamiento lateral exterior que provoca un baquelizado del pélet. Este proceso hace que en el exterior del mismo aparezca una fina película plástica de color oscuro, que impide la entrada de agua en el interior del producto, y por tanto que aumente su humedad.

Composición química: esta dependerá de los materiales usados en su fabricación. Si se emplean aditivos, habrá de tenerse en cuenta la composición química de los mismos. Lo ideal es conocer los porcentajes en peso de madera, corteza y aditivos empleados, para evaluar de manera aproximada la composición del pélet.

Poder calorífico. Es la característica fundamental que define a un combustible como tal. Depende fundamentalmente de la composición química del combustible. Será función del material de procedencia. Suponiendo que provenga de madera y corteza sin aditivos, el poder calorífico del pélet será el mismo que el de la madera de la que proviene.

En la tabla 3 se comparan las características de la madera y de los pélets de especies frondosa y resinosas.

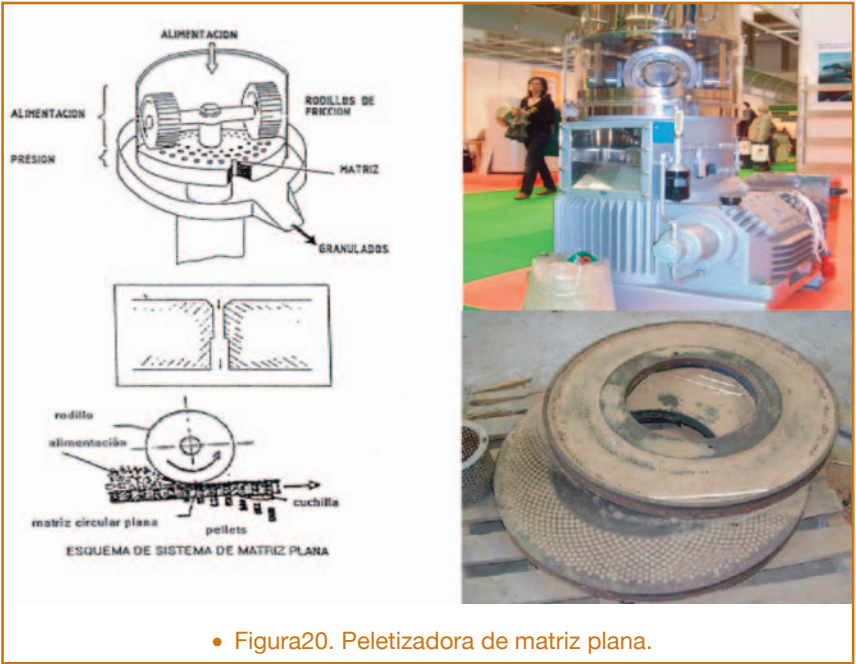
En esencia el proceso de peletizado, consiste en alimentar una gran prensa de extrusión que empuja al material compactado contra una matriz en la que hay unos orificios. En cuanto a tecnologías de fabricación se distinguen dos tipos de peletizadoras:

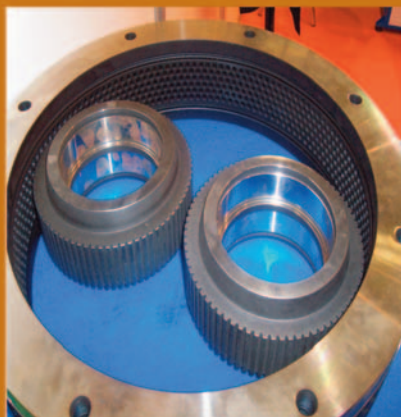
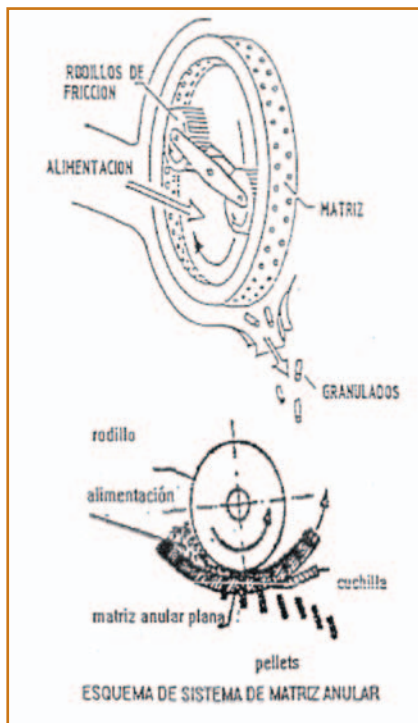
- Peletizadoras de matriz plana
- Peletizadoras de matriz anular o cilíndrica

Comparativamente resultan más convenientes las de matriz plana, ya que estas son reversibles, lo que duplica la vida media de las mismas. Además su funcionamiento es más sencillo. Se utilizan sobre todo para producciones pequeñas. En las Figuras 20, 21 y 22 se muestran detalles de ambas tecnologías.

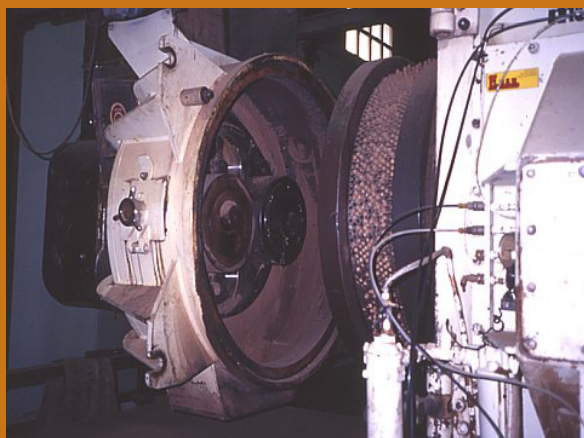
COMBUSTIBLE	TRANSFORMACIÓN	PCS ANHIDRO. KCAL/KG	DENSIDADAPARENTE KG/DM CÚBICO	USO
LEÑAS	FÍSICA	4500-5300	0.55 -0.65	Doméstico
ASTILLAS	FÍSICA	4500-5300	0.25 -0.32	Doméstico Pequeñas industrias
BRIQUETAS	FÍSICA	Muy variable depende de la materia prima 4500-5300	0.98 -1.15	Doméstico
PELETS	FÍSICA	Muy variable depende de la materia prima 4500-5300	0.98 -1.15	Calefacción ACS Pequeñas industrias
CARBÓN VEGETAL	FÍSICA Y QUÍMICA	7000-7300	0.17 -0.35	Doméstico Usos no energéticos

• Tabla 3 . Comparación entre tipos de combustible.





- Figura 21. Esquema y detalle de matriz de peletizadora de matriz anular



- Figura 22. Prensa peletizadora de matriz anular.

En el proceso se pueden añadir aditivos, pero su utilización es muy discutida. Los aditivos presentan las siguientes ventajas:

- Pueden favorecer el proceso de obtención del pélet
- Proporcionan mayor cohesión al producto final

Sin embargo, pueden aparecer algunos inconvenientes debido al uso de aditivos:

Pueden encarecer el proceso, no sólo por el corte de los mismos sino también por los costes originados en su manipulación.

Pueden resultar contaminantes. Ha de pensarse que los pélets se emplean en calderas automáticas y es requisito imprescindible que su combustión sea limpia para minimizar los intervalos de retirada de cenizas, de forma que puedan sustituir a los combustibles tradicionales.

Una vez peletizada la biomasa, es necesario enfriar antes de ensacar, para lo que se usan los enfriadores de cinta. Además estos dispositivos pueden usarse para el secado de previo de la biomasa cuando este sea necesario. El enfriamiento se efectúa en dos procedimientos físicos, por convección y por evaporación.

Como ya se ha mencionado, la principal aplicación de los pélets está en su uso en pequeñas calderas y estufas del sector doméstico, fundamentalmente en comunidades de vecinos y edificios públicos de tamaño medio. No existe tecnología nacional para los equipos de fabricación de pelets.



BIBLIOGRAFÍA

- POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA BIOMASA RESIDUAL EN EXTREMADURA.
A.R. Celma, M.T. Miranda, S. Rojas Rodríguez.
- VALORIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA EN EXTREMADURA. Proyecto BIOTERMI.
Agencia Extremeña de la Energía.
- BIOMASA. MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL.
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN EL SECTOR DEL ACEITE DE OLIVA. APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS.
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- <http://www.usuarios.lycos.es/maquinariaforestal>
- <http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es>
- <http://www.idae.es>



Agencia Extremeña de la Energía



Acciones Gratuitas Cofinanciadas por el FSE

