

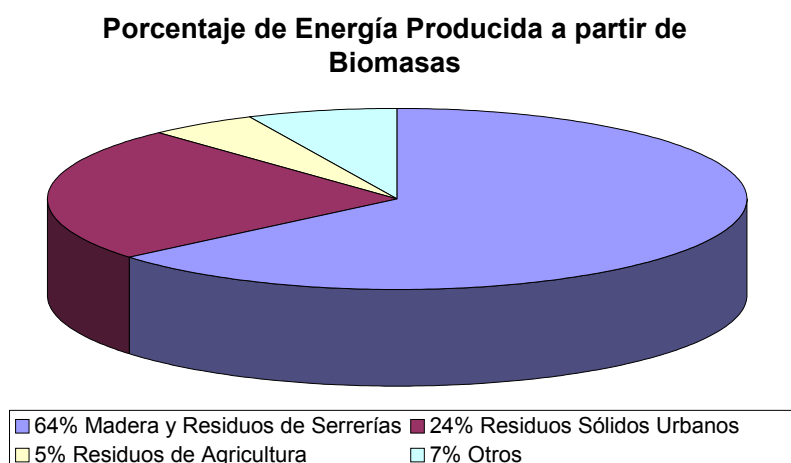
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

- 1.1. BIOMASA. DEFINICIÓN Y ASPECTOS BÁSICOS**
- 1.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA BIOMASA**
- 1.3. PROCESOS DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA**
 - 1.3.1. PROCESOS DE COMBUSTIÓN DIRECTA**
 - 1.3.2. PROCESOS DE CONVERSIÓN TÉRMOQUÍMICA**
 - 1.3.3. PROCESOS BIOQUÍMICOS**
 - 1.3.4. PROCESOS AGROQUÍMICOS**
 - 1.3.5. PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO**
- 1.4. TECNOLOGÍAS DE GASIFICACIÓN**
 - 1.4.1. GASIFICACIÓN EN LECHO FIJO**
 - 1.4.2. GASIFICACIÓN EN LECHO FLUIDO**
 - 1.4.3. SUMARIO DE TECNOLOGÍAS**
- 1.5. SITUACIÓN ACTUAL EN ANDALUCÍA. UTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DEL OLIVAR**

1.1. BIOMASA. DEFINICIÓN Y ASPECTOS BÁSICOS.

Por biomasa se entiende el conjunto de materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyéndose las materias derivadas de un proceso de transformación natural o artificial.

El mayor porcentaje (64%) de la energía producida a partir de biomasa corresponde a la madera y a los residuos de serrerías, siguiendo los residuos sólidos urbanos (24%) y los residuos procedentes de la agricultura (5%). El resto correspondería a diversos procesos productivos que generarían gases o residuos considerables como biomásas (explotaciones ganaderas, harinas cárnicas, etc.).



La biomasa contribuye actualmente con un 3.5% al aporte de energía en países desarrollados, mientras que en numerosos países en vías de desarrollo su contribución está entorno al 35% [1].

Tradicionalmente la biomasa se ha aprovechado mediante combustión directa con bajo rendimiento. Los importantes volúmenes anuales de producción agraria cuyos subproductos se pueden usar como fuente de energía han hecho que se incremente el interés en su aprovechamiento energético y económico.

La biomasa representa un gran potencial como fuente de energía renovable tanto para países industrializados (reduciendo las emisiones de gases contaminantes y reemplazando combustibles fósiles tradicionales), como para países en vía de

desarrollo (proporcionando energía eléctrica en áreas rurales a partir de biomásas tradicionales).

La legislación Europea apunta a la utilización de métodos con menor contaminación así como al aprovechamiento de residuos y deshechos, lo que hace de la biomasa un combustible atractivo ya que la generación de energía a través de ella cumple ambos requisitos.

Se puede hacer una clasificación de las biomásas en dos categorías:

- **Primaria:** son los llamados cultivos energéticos, formados por el conjunto de vegetales que pueden utilizarse para producir energía directamente o tras un proceso de transformación. Se suelen dedicar grandes extensiones de terreno para su producción.
- **Secundaria:** conjunto de residuos de una primera utilización de la biomasa para la alimentación humana o animal, o para algunas actividades domésticas o agroindustriales, que han sido objeto de alguna transformación física.

La biomasa secundaria puede a su vez clasificarse en función del origen:

a. **Residuos Forestales**

Constituidos fundamentalmente por restos de ramas, cortezas, serrín, virutas, hojas, estériles y raíces, procedente principalmente de la poda y obtención de madera, así como de los diferentes tratamientos silvícolas realizados en determinadas zonas forestales. Los residuos forestales representan en medios rurales de los países en vía de desarrollo el principal combustible para pequeñas plantas industriales. En los países industrializados este tipo de combustible proviene de las actividades de las industrias madereras. El principal problema de este tipo de combustibles es el precio de transporte. Las distintas procedencias de estos residuos son: por la mejora de masa forestales para la reducción de riesgos de incendios forestales, mejora de la calidad de la madera, eliminación de plagas, las cortas de madera y los desastres naturales.

b. **Residuos Agrícolas.**

Se consideran como residuos agrícolas susceptibles de valoración energética aquellos que se encuentran en alguna de las tres categorías siguientes:

- **Cultivos agroenergéticos:** Las biomásas obtenidas por este tipo de explotación agraria están destinadas a la producción de energía.

- **Residuos agrarios:** Están constituidos fundamentalmente por los restos de las cosechas sin valor comercial. La utilización como biomasa de estos residuos resuelve los problemas asociados a su acumulación, transporte y eliminación.
- **Residuos agroindustriales:** Son aquellos subproductos que se obtienen en los procesos de manufactura de la industria agroalimentaria. Entre estos podemos destacar: Bagazo de caña, Cascarilla de girasol, Cáscara de arroz, Cáscara de almendra, Residuos del corcho, Lejía negra, PLANTÓN DE ALGODÓN, ORUJILLO, etc.

c. **Residuos Urbanos**

Se pueden definir como residuos sólidos urbanos (RSU) aquellos que se producen como consecuencia de la actividad usualmente realizada en una ciudad. El crecimiento de este tipo de residuos es un problema a escala mundial, gran parte de los RSU pueden ser empleados para la producción de energía. Los tratamientos usualmente efectuados sobre los RSU son el vertido controlado, la incineración, el compostaje y el reciclado.

d. **Residuos Ganaderos**

Se producen como consecuencia de la actividad fisiológica propia de ciertas explotaciones ganaderas destinadas al consumo humano. Los residuos sólidos son llamados estiércoles existiendo también residuos líquidos. Medioambientalmente estos residuos son potencialmente muy nocivos. Los residuos ganaderos potencialmente utilizables con fines energéticos son los generados por el ganado porcino y el vacuno. Uno de los residuos más interesantes es el biogas producido en la digestión anaerobia ya que se trata de un combustible gaseoso con una alta proporción de metano (entre el 50% y el 70%).

1.2. **VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA BIOMASA.**

La biomasa es una fuente de energía renovable, limpia, potencialmente sostenible y relativamente beneficiosa para el medio ambiente. Ayudando a la mejora de los aspectos medioambientales, energéticos y económicos de una región y/o país.

Las **ventajas** son las comunes a todas las energías renovables y algunas propias:

- Beneficios medioambientales a través de un menor impacto medio ambiental y menores emisiones de contaminantes que las energías convencionales. El contenido en azufre es prácticamente nulo reduciendo así las emisiones de SO_x . El contenido en cenizas es menor que en los carbones pudiéndose usar estas cenizas como aditivo sólido en granjas.
- Balance neto de CO_2 nulo. Se considera como energía renovable porque el CO_2 que se produce en su empleo es igual al que eliminó antes de ser usada como combustible.
- Disponibilidad permanente de las mismas. Fuentes de energía inagotables.
- Desarrollo socio-económico de la región al emplear en todo momento fuentes autóctonas.
- Mejora de la balanza de pagos del país así como de su seguridad energética al no depender de países exportadores de energía. Aunque existen países exportadores e importadores de biomasa (Holanda) las biomásas suelen estar exentas de las fluctuaciones de los mercados de valores.
- Los combustibles procedentes de la biomasa producen metano por descomposición.
- Reducen el problema del almacenamiento de residuos (incluyendo los urbanos).

Los **inconvenientes** que se pueden desprender del empleo de biomasa como fuente de energía pueden ser englobados en:

- Coste de transporte: es un valor que fluctúa debido a la diferencia existente en la composición de las biomásas. En concreto, la humedad es un factor importante que debe ser tenido en cuenta y que puede hacer que no sea viable un proyecto con una determinada biomasa al encarecer demasiado el coste del producto final, dificultando asimismo el desarrollo de la industria basada en la biomasa. Así como el hecho de que las biomásas suelen encontrarse de forma dispersa.
- Cantidad de biomasa: la disponibilidad de biomasa depende de factores climáticos y de mercado que afecten a la productividad y por extensión a la producción energética a través del coste de dicha biomasa. A pesar de ser estacionales este aspecto se mitiga al poder ser almacenadas.

- Desarrollo tecnológico: a pesar de la continua mejora de las tecnologías asociadas a la biomasa, su baja eficiencia hace que los costes adicionales generados en el proceso de obtención de energía a partir de biomasa necesitan del apoyo de programas de desarrollo financiados por las Administraciones Públicas.
- Su poder calorífico es menor que el de los combustibles convencionales. Este es el principal inconveniente para su mayor uso como combustible.

1.3. PROCESOS DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA.

1.3.1. PROCESOS DE COMBUSTIÓN DIRECTA.

La combustión a diferentes escalas es extensamente utilizada en la conversión de biomasa para la producción de energía eléctrica o térmica. El vapor a presión producido en dicha combustión es expandido en turbinas de vapor siguiendo el ciclo de Rankine. Las aplicaciones a pequeña escala pueden ser muy ineficientes debido a las grandes pérdidas por transferencia de calor del 30-90%, mejorándose con el empleo de mejores calderas.

Las centrales de producción eléctrica que utilizan un ciclo de vapor y biomasa como combustible suelen ser de tamaños de hasta 100 MWe y operan con eficiencias entre el 18 y el 30 %, no llegando en ningún caso al 35 % ofrecido por las últimas centrales de carbón pulverizado. El menor rendimiento de las plantas de ciclos de vapor con biomasa respecto a las que emplean combustibles fósiles tradicionales se debe a aspectos económicos relacionados con los costes de inversión (empleo de materiales de menor calidad para disminuirlos) y a aspectos intrínsecos del combustible (mayor contenido en humedad de la biomasa).

El tamaño de las plantas de potencia está acotado por la disponibilidad de materia prima y suelen ser menores de 25 MW. Sin embargo, una buena programación de la disponibilidad de materia prima puede llevar incrementarlas hasta los 50-75 MW.

Co-combustión: se emplea como combustible mezclas de biomasa y carbón. Este proceso es posible llevarlo a cabo en centrales ya existentes sin necesidad de un rediseño de la caldera siempre que la cantidad de biomasa no supere el 10-15%. Se produce una reducción significativa en las emisión de óxidos de azufre y nitrógeno.

1.3.2. PROCESOS DE CONVERSIÓN TERMOQUÍMICA.

A. Pirólisis

La pirólisis es un proceso termoquímico consistente en la rotura de moléculas orgánicas complejas convirtiendo la biomasa en líquido (bio-oil o bio-crudo), char, gases no condensables, ácido acético, acetona y metanol mediante el calentamiento de la biomasa en una atmósfera inerte a temperaturas entre 250 y 500 °C. El proceso se puede ajustar para favorecer la producción del char, los aceites pirolíticos, los gases o el metanol con una eficiencia del 95.5% en la conversión. La pirólisis es el proceso básico de conversión termoquímica de biomasa en un combustible líquido o gaseoso más interesante.

La pirólisis rápida, consiste en someter a la biomasa a temperaturas del orden de 1000 °C durante un período de tiempo muy corto, de esta forma se mejora el aprovechamiento energético de la biomasa. Actualmente los estudios son a nivel de planta piloto y los resultados muestran que el combustible líquido formado se puede utilizar en motores diesel. La conversión de biomasa en bio-crudo puede llegar a tener una eficiencia del 70% en este tipo de procesos de pirólisis rápida y la combinación pirólisis rápida-motor diesel para plantas de tamaño menor de 20 Mwe muestra eficiencias moderadas del entorno del 26-34%, además de unos bajos costes de inversión de la instalación.

B. Gasificación

La gasificación es un proceso termoquímico consistente en una reacción heterogénea del residuo carbonoso proveniente de una pirólisis de la biomasa (char) con dióxido de carbono y/o vapor de agua para producir un combustible gaseoso, mezcla de monóxido de carbono, hidrógeno, metano y dióxido de carbono, que puede ser usado en ciclos de turbinas de gas, sufrir una combustión para ser empleado en procesos de calentamiento o de turbinas de vapor y en motores de combustión interna. Incrementando enormemente el empleo de biomasa como fuentes de energía renovables.

La gasificación es un proceso de conversión energética que está siendo empleado para mejorar la eficiencia así como para reducir los costes de inversión en la generación de energía eléctrica a través de biomasa. Para ello emplean la tecnología de las turbinas de gas, consiguiéndose eficiencias del 50% en los ciclos combinados de las turbinas de gas. Los estudios económicos sobre la gasificación de biomasa muestran que dichas plantas pueden ser tan válidas desde el punto de vista económico como las de combustión convencional de carbón.

En el apartado 1.4. se hace un repaso a las distintas tecnologías de gasificación que se emplean industrialmente.

C. Extracción Líquida Supercrítica

Consiste en la conversión de la biomasa en un líquido. Las diferentes técnicas existentes para éste proceso tienden a convertir la biomasa en un producto líquido primario que posteriormente es convertido a los productos finales deseados [32]

D. Liquefacción

Consiste en un proceso termoquímico a baja temperatura y alta presión en presencia de un catalizador y con la adición de hidrógeno. El producto de dicho proceso es un líquido con grandes posibilidades de mercado. El interés en la liquefacción es bajo porque tanto los reactores como la alimentación de combustible son más complejas y más caras que otros procesos como puede ser la pirólisis.

1.3.3. PROCESOS BIOQUÍMICOS.

A. Digestión Anaeróbica

La digestión anaeróbica es la descomposición de biomasa por la acción bacteriana en ausencia de oxígeno. Es esencialmente un proceso de fermentación que produce un gas mezcla de metano y de dióxido de carbono, denominado biogas si procede de biomasa de origen animal y landfill gas si la procedencia es de la digestión de residuos sólidos urbanos.

Para la producción de biogas se emplean unos contenedores llamados digestores de un volumen entre 1 y 2000 m³. El biogas puede ser quemado directamente o empleado en motores de combustión interna.

B. Fermentación Alcohólica

Ciertas biomasa que contienen azúcares o celulosa pueden producir etanol mediante fermentación. La caña de azúcar es la fuente más conocida de etanol, pero otros materiales como trigo, cereales o madera pueden ser también utilizados. La selección de la biomasa depende de la disponibilidad que se tenga de ella, representando del orden del 55-80% del coste final del precio del alcohol. El producto de la fermentación suele tener un contenido del 10-15% en etanol, que se puede llegar a concentrar hasta un 95% en volumen con un proceso de destilación posterior del fermentado obtenido.

1.3.4. PROCESOS AGROQUÍMICOS.

Las semillas y las cáscaras de algunas semillas pueden ser molidas para la obtención de aceites usados en motores de combustión interna (biodiesel) o en combustiones. El poder calorífico de estos aceites está en torno a los 39.3 – 40.6 MJ/kg. Hay un amplio rango de estas biomásas que pueden ser empleadas para la obtención de este biodiesel. Hoy día existen unas 85 plantas de biodiesel en el mundo que procesan unos 1.28 millones de toneladas. El empleo de los biodiesel reducen en un 99% la emisión de óxidos de azufre y en un 39% la de partículas, además de su alta biodegradabilidad y el aporte de energía adicional que conllevan.

1.3.5. PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO.

El hidrógeno como combustible presenta una combustión limpia pero debe ser obtenido a partir de agua con el aporte de energía proveniente de combustibles fósiles o no. Sin embargo, es posible la obtención de hidrógeno a partir de biomásas lignocelulósicas mediante pirólisis, así como mediante gasificación de residuos sólidos. Este último proceso resuelve dos problemas: eliminación de residuos sólidos y fuente de hidrógeno utilizable como combustible.

1.4 TECNOLOGÍAS DE GASIFICACIÓN.

Los gasificadores son principalmente de dos tipos, de lecho fijo o de lecho fluido, existiendo diversas configuraciones para cada tipo.

1.4.1. GASIFICACIÓN EN LECHO FIJO.

Los gasificadores de lecho fijo son los que tradicionalmente se han empleado en los procesos de gasificación, operando a temperaturas de unos 1000 °C.

La ventaja de este tipo de gasificador es su diseño simple que presenta el inconveniente de producir un gas de un bajo poder calorífico (4 – 6 MJ/Nm³) con un alto contenido en alquitrán.

Dependiendo de la dirección de la corriente de agente gasificante se dividen en flujo ascendente (Fig. 1.1), flujo descendente (Fig. 1.2) y flujo cruzado.

1.4.1.1. Gasificador de Flujo Ascendente.

La alimentación de combustible en este tipo de gasificadores es por la parte superior mientras que el agente gasificante se introduce por la base solera del horno (Fig. 1.1). Por encima de la solera, el char sólido que se ha formado a través del gasificador sufre el proceso de gasificación a temperaturas de 1000 °C. Las cenizas caen a través de la solera y son recogidas en la base del gasificador. Los gases de gasificación salen por la zona superior. En la zona superior del gasificador se produce el secado de los gases entorno a los 200-300 °C. En la zona de pirólisis se eliminan los volátiles y se forman cantidades considerables de alquitrán que condensan parcialmente sobre el char, abandonando el resto el gasificador con el producto gaseoso.

El control de temperatura en la zona de gasificación suele realizarse mediante la adición de vapor (agente gasificante) que aumenta la humedad en la zona.

La baja temperatura con la que el gas producido abandona el gasificador implica una alta eficiencia global energética del proceso.

El gas producido presenta un alto contenido en alquitrán. El efecto filtrante de la alimentación ayuda a producir un gas con bajo contenido en partículas.

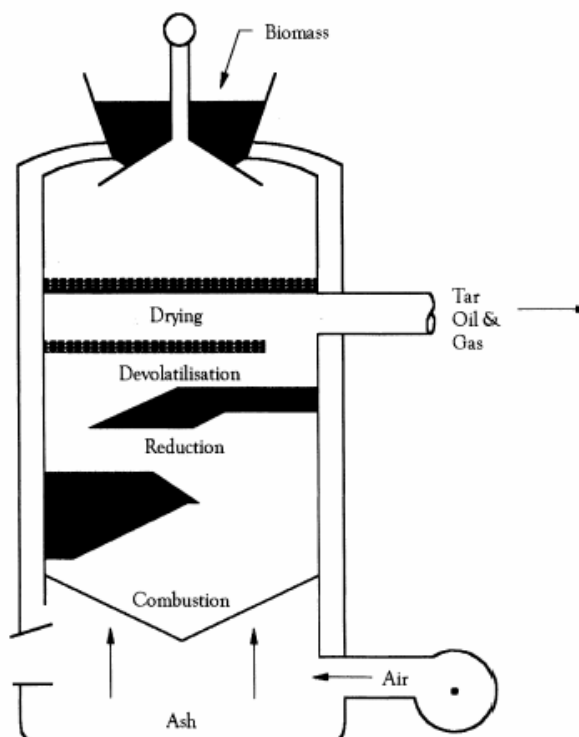


Figura 1.1. Gasificador Flujo Ascendente

1.4.1.2. Gasificador de Flujo Descendente.

En este tipo de gasificadores tanto la alimentación como el agente gasificante se mueven en la misma dirección (Fig. 1.2).

Los gases producidos abandonan el gasificador tras pasar a través de la zona caliente del gasificador. Se facilita así el cracking parcial de los alquitranes producidos obteniéndose un gas con un bajo contenido en éstos.

La alta temperatura de salida de los gases de la unidad (900 – 1000 °C) implica una baja eficiencia energética global debida al alto flujo de calor que abandona el gasificador con los gases.

El contenido en alquitrán de los gases de salida es más bajo y presentan un mayor contenido en partículas que los de flujo ascendente.

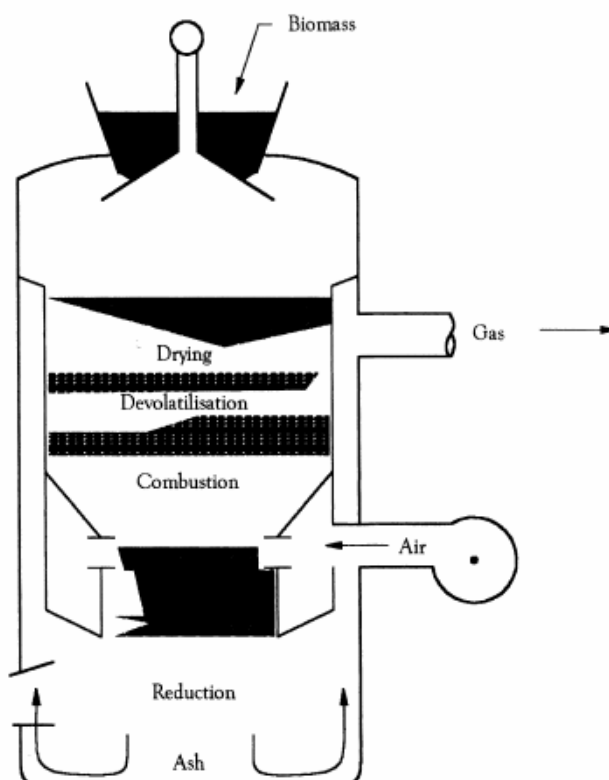


Figura 1.2. Gasificador Flujo Descendente.

1.4.1.3. Gasificador de Flujo Cruzado.

En los gasificadores de flujo cruzado la alimentación al gasificador se produce por la parte superior, mientras que el agente gasificante se introduce por un lateral. Los gases salen por la zona opuesta a los de entrada y al mismo nivel.

La zona de gasificación se forma en la entrada del agente gasificante. La pirólisis y el secado se produce en la zona superior de gasificador.

La baja eficiencia energética global del proceso se debe a la temperatura de los gases de salida (800 – 900 °C).

El gas de salida con un alto contenido en alquitrán. Las cenizas se retiran de la base.

1.4.2. GASIFICACIÓN EN LECHO FLUIDO.

Este tipo de gasificador ha sido empleado extensamente para la gasificación de carbón. Su ventaja sobre los gasificadores de lecho fijo es la distribución uniforme de temperaturas dentro de la zona de gasificación. Esta uniformidad de temperatura se consigue a través de un lecho de material con un tamaño de grano fino en el que se introduce el agente gasificante.

La mayor dificultad operacional que presentan este tipo de gasificadores es la formación de escoria en el material del lecho debido al contenido en cenizas de la biomasa, sobre todo debido a los materiales alcalino metálicos. Una forma de disminuir este efecto es bajar la temperatura del lecho lo que también reporta un aumento del char perdido con las cenizas.

El gas que se produce en la gasificación presenta una gran cantidad de impurezas: partículas, alquitrán, compuestos nitrogenados, compuestos sulfurados y compuestos alcalinos. La finalidad del gas producido implica el nivel de limpieza al que hay que someterlo.

Los gasificadores de lecho fluido se agrupan en: lecho fluido circulante, lecho burbujeante y un tercer tipo rápido, a nivel de planta piloto, que combina el diseño de los dos anteriores.

1.4.2.1. Gasificador de Lecho Fluido Circulante.

El material que conforma el lecho fluido circula por el gasificador y por un separador ciclónico.

Tras eliminar las cenizas, el lecho junto con el char son llevados de nuevo a la zona de gasificación.

Este tipo de gasificadores pueden operar a altas presiones lo que favorece el empleo del gas producido en aplicaciones que requieren de una compresión posterior, turbinas de gas.

1.4.2.2. Gasificador de Lecho Fluido Burbujenante.

Los gasificadores de lecho fluido burbujeante consisten en un recipiente con una solera en la base a través del cual se introduce el agente gasificante.

Sobre la solera se mueve un lecho de tamaño de grano fino y se introduce la alimentación de combustible (biomasa).

La regulación de la temperatura del lecho (700 – 900 °C) se realiza a través del control del ratio agente gasificante/biomasa.

La biomasa se piroliza en la zona caliente del lecho formando un char cuyo gas producido presenta un bajo contenido en alquitrán.

1.4.3. SUMARIO DE LAS TECNOLOGÍAS.

La selección del tipo de gasificador y su diseño depende de un gran número de factores:

- influencia de las propiedades de la biomasa (químicas y físicas).
- requisitos del gas producido.
- variables operacionales involucradas.

Las ventajas e inconvenientes de los modelos genéricos de gasificadores se recogen en la Tabla 1.1. [2]

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<i>Lecho Fijo, Flujo Ascendente</i>	
- Sencillo, procesos baratos - Temperatura salida de gas 250 °C - Opera satisfactoriamente bajo presión - Alta eficiencia en la conversión de carbón - Bajos niveles de partículas en el gas - Alta eficiencia térmica	- Gran producción de alquitrán - Alimentación con tamaño pequeño - Posibilidad de fundido de las cenizas - Posibilidad de bridging - Posibilidad de channeling
<i>Lecho Fijo, Flujo Descendente</i>	
- Proceso sencillo - Sólo trazas de alquitrán en el gas producido	- Alimentación de tamaño mínimo - Contenido de cenizas en alimentación limitado - Limitado el aumento de capacidad - Posibilidad de fundido de las cenizas - Posibilidad de bridging
<i>Lecho Fluido</i>	
- Flexibilidad en el rango de alimentación y composición - Aceptan combustibles con alto contenido en cenizas - Posibilidad de trabajar a presión - Gas producido con alto contenido en CH₄ - Gran capacidad volumétrica - Fácil control de temperatura	- Temperatura de operación limitada por el fundido de las cenizas - Gas producido a alta temperatura - Gas producido con alto contenido en alquitrán y finos - Posibilidad de un alto contenido en C en las cenizas volantes

<i>Lecho Fluido Circulante</i>	
- Proceso Flexible - Temperaturas de operación superiores a 850 °C	- Problemas de corrosión - Control operacional pobre en el caso de usar biomasas
<i>Doble Lecho Fluido</i>	
- No requiere oxígeno - Alto contenido en CH₄ debido a la baja temperatura del lecho - Limite de temperatura en la oxidación	- Alto contenido en alquitrán debido a la baja temperatura del lecho - Dificultad para operar en presión

Tabla 1.1. Comparación de los Tipos de Gasificadores.

1.5 SITUACIÓN ACTUAL EN ANDALUCÍA. UTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DEL OLIVAR.

La comunidad andaluza dispone de once plantas de biomasa para producir electricidad con una potencia total de 111.6 Mw, según los últimos datos referidos al año 2003 y aportados por la Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía (SODEAN), adscrita a la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico. De ellas, siete utilizan como materias primas los subproductos del olivar, con una potencia instalada de 78,2 Mw, electricidad suficiente para abastecer a una población de 81.500 habitantes. Esta producción sólo se basa en orujo y orujillo

Los subproductos que generan los olivares andaluces se cuantifican en más de 3.400.000 toneladas al año. De esta cifra 925.000 toneladas corresponden al orujillo, a labores de poda corresponden 905.000 toneladas en ramas y 453.000 en hojas. La leña representa 382.880 toneladas; el hueso de la aceituna 56.800 toneladas; el orujo desgrasado 300.000 toneladas y el orujo graso húmedo 377.000 toneladas. Todos estos subproductos son susceptibles de ser valorados energéticamente siendo su potencial de 1.264.260 toneladas equivalentes de petróleo al año. Todos estos subproductos están generados por las más de 1.4 millones de hectáreas de olivar existente en Andalucía.

Orujillo y hueso de oliva han sido los subproductos más utilizados en la generación de energía y en el uso propio de las industrias aceituneras. Sin embargo, el resto de residuos suelen ser desaprovechados energéticamente, como por ejemplo

los restos de poda que son quemados sin obtener ningún tipo de beneficio energético industrial. Los últimos estudios realizados por SODEAN apuntan a que los restos de poda podrían ser un complemento para las plantas que ya utilizan biomasa, siempre que no disten más de 15 kilómetros de distancia entre el lugar de recogida debido a los costes de transporte. Apuntando a la mezcla de las diversas biomásas como fuente de mejora de la rentabilidad económica.

Los subproductos con usos energéticos derivados del olivar son:

- **Orujo Graso:** el orujo de aceituna graso húmedo resulta de la obtención de aceite de oliva en primera pasada. La materia grasa representa un 3% y la humedad más del 66%.
- **Orujo desgrasado:** aparece tras someter al orujo graso a una segunda centrifugación para obtener mayor rendimiento de aceite de oliva. La materia grasa es inferior al 2% siendo la humedad del entorno del 65%.
- **Orujo seco:** resulta de extraer humedad a los dos anteriores llegando a un valor de humedad del 10%.
- **Hueso:** es necesaria una molienda para su uso como biomasa.
- **Pulpa:** es un subproducto proveniente del orujo, consistente en la fracción que queda de éste una vez que se han retirado los restos de hueso tras molienda. Puede ser sometida también a un centrifugado.
- **Poda:** son los residuos agrícolas que resultan de las labores de poda, que suelen ser de mayor intensidad y frecuencia en árboles destinados al aderezo de la aceituna de mesa.
- **ORUJILLO:** se obtiene después de extraerle al orujo seco de la aceituna todo el aceite de oliva que contiene, bien por doble centrifugado o por otros procedimientos químicos. Está compuesta tanto por el hueso y la pulpa. Tradicionalmente, sus propiedades energéticas han sido las más utilizadas por el sector, seguidas de las del hueso.

El orujillo presenta una humedad media del 12%, un tamaño medio de grano de 2 mm. y una densidad aparente elevada de 650 Kg/m³. Lo que lo convierte en un combustible muy apreciado, tanto como orujillo como hueso.

El desarrollo de las almazaras ecológicas o de dos fases ha conseguido la eliminación del alpechín, y la reducción prácticamente a cero el consumo de agua caliente en la fase de centrifugación. La extractora de orujo se encuentra

ante una mezcla de orujo graso y alpechín, llamada alpeorujo, que presenta un contenido de agua del orden del 60%.

El orujillo presenta numerosas ventajas:

- Beneficios medioambientales: El orujillo es una biomasa limpia por su bajo contenido en S (0,05-0,2 %p), bajas emisiones de SO₂, además de suponer un aporte neto nulo a las emisiones de CO₂.
- Coste de transporte: Se trata de una biomasa con bajo contenido en humedad. Es procesado en una única planta extractora para todas las productoras de aceite de una región por lo que no se trata de una biomasa dispersa. Se trata de una de las pocas biomásas que se encuentran concentradas.

