

BIOMASA

1. Introducción

El término biomasa incluye toda la materia viva, o cuyo origen sea la materia viva que existe en un instante de tiempo en la Tierra que, por cualquier causa, inclusive de mercado, no son utilizables para alimentación humana y ni de los animales que viven en los ecosistemas naturales, y que no han sufrido cambios profundos en su composición, tales como los que han tenido lugar durante los procesos de mineralización ocurridos en la formación del carbón y del petróleo. Todos estos materiales son potencialmente utilizables para la producción de energía.

La biomasa acumula la energía procedente del sol que ha sido absorbida por las plantas y diversos microorganismos con pigmentos fotosintéticos. Los vegetales producen energía biológica por medio de la fotosíntesis con un rendimiento instantáneo del 15% y es almacenada en sus distintas partes: hojas, tallos y raíces. El rendimiento global de la transformación fotosintética (considerando día y noche y la totalidad de la superficie terrestre) es mucho más reducido: del orden de 0,05%.

La energía contenida en los enlaces químicos de los tejidos que forman los organismos fotosintéticos es, luego, transferida a los animales a través de las cadenas tróficas y se libera al medio ambiente en procesos de oxidación, como los que tienen lugar durante la descomposición de los materiales biológicos residuales o muertos, o bien, de una forma mucho más rápida en el tiempo, en los procesos de combustión.

La biomasa pues constituye una forma de energía solar en la que la captación, conversión y almacenamiento de la energía se realizan a través de procesos metabólicos de seres vivos.

La biomasa es una energía renovable que puede transformarse en un combustible gaseoso, líquido o sólido a través de las tecnologías de conversión.

Actualmente es posible utilizar energía procedente de biomasa en un amplio rango de demandas energéticas de diversos tipos, desde plantas de generación de calor y electricidad hasta aplicaciones para tráfico y transporte.

La biomasa es la masa total de sustancias orgánicas presentes en un hábitat. Las formas de biomasa en nuestro planeta son abundantes. No sólo hay variación en las formas, sino que hay grandes diferencias en los usos primarios que se dan a esta biomasa.

Cuando termina el uso original, puede efectuarse un aprovechamiento energético secundario de la biomasa. Por ejemplo, los residuos orgánicos son una mezcla de materiales que pueden ser aprovechados como materia prima para producir energía útil.

La energía de los residuos se aprovecha habitualmente a través de la obtención de biogás. Los residuos sólidos urbanos pueden transformarse en gas de vertedero mediante un proceso de mecanización con bacterias. En algunos casos, sin embargo, se realiza la fermentación directa del residuo. Los residuos con una fracción de madera alta, pueden secarse y someterse a procesos de combustión.

Un campo de aplicación de la biomasa muy destacado es la creación de cultivos energéticos, desarrollados expresamente para su uso directo como combustible.

2. Tipos de Biomasa

Existen diferentes clasificaciones de la biomasa, entre ellas destacan las siguientes:

2.1. Según su origen

Se pueden distinguir cuatro categorías:

a) Cultivos energéticos

Se desarrollan con la única finalidad de producir biomasa transformable en combustible. Su función es capturar la radiación solar para almacenarla en la biomasa para su posterior aprovechamiento. Ejemplos de este tipo de cultivos energéticos pueden ser el girasol, el algodón, el maíz, la soja, la remolacha, la cebada, el trigo, el sorgo, el cardo...

Los cultivos que suelen labrar con esta finalidad se caracterizan por dos aspectos concretos. Por una parte, por su alta producción por unidad de superficie y año y, por otra, por los pocos requerimientos que exige su cultivo.

b) Residuos agrícolas, forestales y de jardinería

Los residuos provenientes de la recogida de cereales, la poda de árboles, la paja y los residuos forestales procedentes de tratamientos selvícolas pueden englobarse dentro de este grupo son residuos naturales. El aprovechamiento energético de estos residuos es especialmente interesante, ya que posibilitan una reducción de los costes de producción para los productos principales y la eliminación de materiales que pueden dar lugar a otro tipo de problemas (plagas, incendios, etc.).

c) Residuos ganaderos y agroindustriales

Incluyen los estiércoles y los residuos de procesos industriales como maderas y fibras vegetales al igual que los procedentes de la industria del olivar, de la vid y de los frutos secos. La recuperación energética, como en el caso anterior, puede aumentar la rentabilidad y asegurar que el proceso de producción es medioambientalmente sostenible.

d) Residuos orgánicos

Incluye los residuos domésticos, lodos de depuradoras, estiércoles y residuos de industrias alimentarias, como es el caso de los mataderos. Estos productos están sujetos a la legislación vigente sobre residuos.

La biomasa vegetal se encuentra normalmente en estado sólido. Generalmente tiene una geometría y humedad que en la mayoría de los casos hace imposible su aprovechamiento energético directo, teniendo que someterse a un proceso previo.

2.2. Según el estado de agregación

Para su uso como combustible, la biomasa se clasifica según su estado de agregación: sólido, líquido o gaseoso. El estado de agregación determina las posibilidades de utilización de la biomasa en diferentes sistemas de conversión energética, como motores o plantas de combustión.

a) Biomasa sólida

Grupo compuesto principalmente por madera. Se obtienen de las podas, de los tratamientos forestales y de los residuos de las industrias de madera. En muchos

lugares se utilizan otros subproductos o residuos agrícolas, como la paja, o residuos de procesos agroindustriales, como el hueso de aceituna o el orujillo.

En los bosques, además de los troncos que se destinan a la fabricación de muebles e industrias de la construcción, se obtienen residuos de madera de menor calidad.

Hoy en día los sistemas de recolección están totalmente mecanizados. De forma automática se cortan las ramas y el tronco, se elimina la corteza y se dejan los troncos apilados con una longitud determinada para facilitar su transporte. De este modo, parte del valor añadido en el procesado de la madera se lleva a cabo antes de que ésta salga del bosque.

Cuando los troncos se mecanizan para fabricar los tablones y vigas, se producen grandes cantidades de residuos. No obstante, la mayoría de ellos se utilizan en la industria de madera para fabricar tableros aglomerados.

Otra parte de estos residuos todavía tienen fragmentos de corteza, por lo que no son apropiados para reutilizarlos en las fábricas de madera. Estos residuos resultan ideales para su aprovechamiento energético. Dada su elevada concentración en cenizas, se utilizan principalmente en las plantas más grandes de cogeneración, mezclados con otros combustibles.

También pueden emplearse materias primas secundarias, es decir, productos que una vez completado su ciclo de vida se reciclan energéticamente.

Hay que tener en cuenta que este tipo de productos pueden estar contaminados con productos químicos, pinturas, barnices, etc.

Otra categoría significativa de residuos sólidos son los obtenidos en la poda y limpieza de parques y jardines, que son frecuentemente una mezcla de ramas, hojas y tallos.

La utilización energética pasa por un sistema de recogida y un tratamiento previo adecuados. Estos materiales contienen un alto porcentaje en cenizas y otras impurezas como plásticos o basuras, que tienen un alto nivel de materia tóxica. En consecuencia, para poder aprovechar estos residuos hay que analizar los aspectos legales relativos a eliminación de cenizas.

Para finalizar, hay que destacar como otro tipo de biomasa sólida las briquetas y los pelets que se obtienen a partir de tratamientos de residuos de la industria de la madera.

b) Biomasa líquida

Actualmente existen biocombustibles líquidos que pueden realizarse como el etanol obtenido mediante fermentación alcohólica y el metanol de biomasa lignocelulósica como la madera. El biocombustible líquido más utilizado es el biodiesel, obtenido a partir de aceites vegetales como el de girasol o el de colza o incluso de aceites vegetales usados.

Cabe destacar que son neutros respecto a las emisiones de CO₂ y resultan menos contaminantes en general que los combustibles líquidos derivados del petróleo.

c) Biomasa gaseosa

Es producida como resultado de un proceso natural o artificial de conversión de la biomasa natural, bien mediante un proceso microbiológico, como la fermentación anaerobia para obtener metano, o bien por un proceso termoquímico que transforma la biomasa sólida mediante gasificación.

Mediante el proceso biológico, la biomasa vegetal o animal se descompone en ausencia de oxígeno por la acción de bacterias anaerobias, los compuestos de carbono se transforman en metano (CH₄) y CO₂. Se realiza sobre todo en vertederos e instalaciones.

La conversión termoquímica de biomasa sólida en un combustible gaseoso se produce durante la gasificación, en la que se realiza un aporte de oxígeno menor al estequiométrico. Las cadenas de carbono de la biomasa se transforman en un gas combustible compuesto por H₂, CO y pequeñas cantidades de CH₄.

3. Procesos de conversión de la biomasa en energía

3.1. Métodos termoquímicos

Basados en la utilización del calor como fuente de transformación de la biomasa. Están bien adaptados al caso de la biomasa seca, y, en particular, a los de la paja y de la madera.

a) Combustión directa

La combustión directa u oxidación completa para dar dióxido de carbono, agua, cenizas y calor (único componente energético útil del proceso), es el sistema más

elemental para la recuperación energética de la biomasa. Los factores más importantes a considerar en este proceso son:

- Exceso de oxígeno: 20 - 40%
- Temperatura de combustión: 600 - 1.300 °C
- Características del combustible:
 - ⤴ Físicas: densidad, tamaño y humedad (la menor posible)
 - ⤴ Químicas: bajo contenido en azufre
 - ⤴ Térmicas: dependen de las físicas y las químicas

La combustión se realiza normalmente en sistemas que constan de las siguientes unidades:

- Horno
- Equipo de recuperación de calor (caldera)
- Sistema de utilización de la energía (conducción de vapor, turbogenerador)

La energía obtenida puede destinarse a la producción de calor (en forma de agua o de aire caliente) para el uso doméstico o industrial y a la producción de electricidad. La eficacia térmica de la combustión es elevada, con un rendimiento global del proceso del 30%.

b) Pirólisis

Se trata de una combustión incompleta de la biomasa en ausencia de oxígeno, a unos 500° C, a estas temperaturas los residuos se transforman en gases, líquidos y cenizas sólidas denominadas “coque” de pirólisis.

Las proporciones relativas de los elementos producidos dependen de la composición de los residuos, de la temperatura y del tiempo que ésta se aplique. Se utiliza desde hace mucho tiempo para producir carbón vegetal. Aparte de este, la pirólisis lleva a la liberación de un gas pobre, mezcla de monóxido y dióxido de carbono, de hidrógeno y de hidrocarburos ligeros. Este gas, de débil poder calórico, puede servir para accionar motores diesel, o para producir electricidad, o para mover vehículos.

Una variante es la pirólisis flash o rápida, llevada a 1000° C en menos de un segundo, asegurando una gasificación casi total de la biomasa maximizando el producto líquido. Si se aplican temperaturas más bajas durante períodos de tiempo más largos, predominarán las cenizas sólidas, así, la gasificación total puede obtenerse mediante una oxidación parcial de los productos no gaseosos de la pirólisis.

Las instalaciones en la que se realizan la pirólisis y la gasificación de la biomasa reciben el nombre de gasógenos. El gas pobre producido puede utilizarse directamente como se indica antes, o bien servir la base para la síntesis de un el metanol, que podría sustituir las gasolinas para la alimentación de los motores de explosión (carburol). Así, los productos obtenidos se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- Gases compuestos por hidrógeno, óxidos de carbono e hidrocarburos
- Líquidos hidrocarbonatos: Compuesto por una gran mezcla de distintos productos como pueden ser: cetonas, ácido acético, compuestos aromáticos, y otras fracciones más pesadas
- Residuos sólidos carbonosos, que pueden ser utilizados como combustible o para la producción de carbón activo

Las materias primas que se estudian actualmente para someterlas a este proceso son los subproductos agrícolas y forestales y los residuos sólidos urbanos.

La pirólisis parece ser un buen método para la obtención de energía a partir de biomasa seca y, quizás, el mejor para convertir los residuos sólidos urbanos en compuestos de interés económico.

3.2. Métodos biológicos

a) Fermentación alcohólica

Es una técnica empleada desde muy antiguo con los azúcares, que puede utilizarse también con la celulosa y el almidón, a condición de realizar una hidrólisis previa (en medio ácido) de estas dos sustancias. Es una operación muy costosa en energía.

El proceso se basa en el almacenamiento por parte de las plantas de la energía solar en forma de hidratos de carbono a partir de los cuales se puede obtener alcohol por fermentación, siguiendo diferentes etapas en función del tipo de biomasa de partida. Estas etapas son:

- Pretratamiento de la biomasa: transformación de la materia prima para favorecer la fermentación por medio de trituración, molienda o pulverización.
- Hidrólisis: transformación, en medio acuoso, de las moléculas complejas en azúcares sencillos por medio de enzimas (hidrólisis enzimática) o mediante el uso de reactivos químicos (hidrólisis química)
- Fermentación alcohólica: conversión de los azúcares en etanol por la acción de microorganismos (levaduras) durante 2 a 3 días bajo condiciones controladas de:
 - ✦ Temperatura: 27 - 32 °C
 - ✦ Acidez: pH entre 4 y 5
 - ✦ Concentración de azúcares: inferior al 22%
 - ✦ Concentración final de etanol: inferior al 14%
 - ✦ Separación y purificación del etanol: destilación de la masa fermentada para obtener etanol comercial del 96% o destilación adicional con un disolvente (benceno) para obtener etanol absoluto (99,5%).

El etanol obtenido tiene numerosas aplicaciones industriales como disolvente y como combustible. En este aspecto se ha estudiado el etanol como sustitutivo de la gasolina, habiéndose determinado las siguientes propiedades relativas:

- Poder calorífico menor: menor potencia y mayor consumo.
- Calidad antidetonante mayor (mayor índice de octano): mayor aceleración y velocidad punta.
- Calor de vaporización mayor: dificultades en el arranque pero mayor rendimiento.
- Punto de ebullición constante: problemas de arranque.

Estas características muestran que el etanol y la gasolina no son combustibles intercambiables. Sin embargo, se pueden hacer las siguientes modificaciones en un motor de gasolina que ha de trabajar con etanol:

- Aumento de la relación de compresión.
- Recalibrado del carburador.
- Calentamiento del aire de entrada al carburador.
- Modificación del sistema de encendido.
- Uso de bujías especiales.

En estas condiciones se consigue un 15% de incremento de potencia y menos emisiones de monóxido de carbono, pero a costa de un consumo alrededor de un 20% superior.

También se puede usar etanol absoluto (ya que el agua causaría problemas de miscibilidad) para añadirlo a la gasolina, mezcla conocida como "gasohol" (10% de etanol). Ello permite reducir la adición de compuestos de plomo y evitar tratamientos adicionales para mejorar la calidad de la gasolina, pudiéndose utilizar esta mezcla en un motor convencional.

El que no exista suficiente producción de etanol, unido a la necesidad de motores especiales aconsejaría, de momento, el uso de gasohol para ahorrar energía convencional mediante el uso de energía de la biomasa. Sin embargo, el futuro en este campo es alentador, principalmente si se consigue mejorar la economía del proceso.

b) Fermentación metánica

Consiste en la digestión anaerobia de la biomasa por bacteria. Es idónea para la transformación de la biomasa húmeda (más del 75% de humedad relativa), especialmente los residuos ganaderos y los lodos de depuradora de aguas residuales urbanas.

En los fermentadores, o digestiones, la celulosa es esencialmente la sustancia que se degrada en un gas, que contiene alrededor de 60% de metano y 40% de gas carbónico. Las variables que influyen en el proceso son las siguientes:

☒ Temperatura: se encuentra un óptimo de funcionamiento alrededor de los 35°C.

- Acidez: determina la cantidad y el porcentaje de metano en el biogás, demostrándose que el valor óptimo de pH oscila entre 6,6 y 7,6.
- Contenido en sólidos: se suele operar en mejores condiciones con menos de un 10% en sólidos, lo que hace que la biomasa más adecuada sea la de alto contenido en humedad.
- Nutrientes: para el crecimiento y la actividad de las bacterias, éstas tienen que disponer de carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y algunas sales minerales.
- Tóxicos: aparte del oxígeno, inhiben la digestión concentraciones elevadas de amoníaco, sales minerales y algunas sustancias orgánicas como detergentes y pesticidas.

El dispositivo más simple de digester está constituido por un recipiente cerrado, de base cónica saliente, dotado con un conducto lateral para la entrada de los residuos, otro superior de escape del gas y un tercero inferior para evacuar los demás productos de la digestión (digester discontinuo). Los digestores más perfeccionados disponen de un agitador y de un calefactor que regulan la homogeneidad y la temperatura del proceso (digester de mezcla completa), y de otros sistemas para enriquecer la flora bacteriana (digestores de contacto y de filtro anaerobio).

Una instalación básica comprende el sistema de almacenamiento y alimentación, el digester y los depósitos de gas y de los demás productos resultantes de la digestión.

Existen varios tipos de digestores, y su tamaño viene determinado por tres variables independientes:

- Concentración de sólidos degradables
- Velocidad de alimentación de sólidos
- Tiempo de permanencia de los sólidos en el digester.

El producto principal de la digestión anaerobia es el biogás, mezcla gaseosa de metano (50 a 70%) y dióxido de carbono (30 a 50%), con pequeñas proporciones de otros componentes (nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, sulfuro de hidrógeno), cuya composición depende tanto de la materia prima como del proceso en sí. La cantidad de gas producido es muy variable, aunque generalmente oscila alrededor

de los 350 l/kg de sólidos degradables, con un contenido en metano del 70%. Aunque su potencia calorífica no es muy grande, puede sustituir al gas ciudad con ventaja, utilizándose en las siguientes aplicaciones:

- Fuente de calor (cocina, alumbrado).
- Combustión en calderas de vapor para calefacción.
- Combustible de motores acoplados a generadores eléctricos.

Por su parte, el efluente de la digestión está compuesto por diversos productos orgánicos e inorgánicos que se podría utilizar tanto en la fertilización de suelos como en alimentación animal.

4. Posibles usos técnicos

La biomasa se utiliza principalmente en las siguientes aplicaciones energéticas:

- Producción de energía mecánica para automoción
- Ciclos de cogeneración.
- Automoción.
- Producción de electricidad. (normalmente mediante ciclos de cogeneración)
- Producción de calor.

El destino principal de la biomasa sólida es la generación de calor, lo que puede realizarse de forma eficaz mediante sistemas de combustión de pequeña potencia (desde 3kW) y tamaño medio (sobre 100 kW) y en grandes plantas de generación térmica (sobre 10 MW), con las redes de distribución de calor que conllevan. Las biomásas gaseosas y líquidas excepcionalmente se usan para producción de calor puro. Su área de aplicación se dirige sobre todo a la generación de electricidad o la automoción.

El último tipo de aplicación de la biomasa es la producción de energía para transporte donde es imprescindible someterla a varios tratamientos que la transformen en combustibles líquidos y gaseosos para automoción. Se trata de tan sólo un paso intermedio, lo que constituye la diferencia principal con las aplicaciones de cogeneración.

4.1. Producción de calor

El calor se puede generar a partir de biomasa sólida, líquida o gaseosa. Mientras que la cantidad de calor generada sólo depende del propio poder calorífico del combustible, las condiciones básicas requeridas para la combustión completa con bajas emisiones varían en función del estado de agregación.

a) Combustión de biomasa sólida.

Los combustibles sólidos orgánicos tienen la particularidad de no ser inflamables en condiciones normales. En la combustión de la biomasa sólida, se desarrolla un complejo proceso de conversión termoquímica:

- Calentamiento.
- Secado.
- Descomposición por pirólisis.
- Gasificación del combustible seco
- Gasificación del carbono sólido.
- Oxidación de los gases combustibles.
- Combustión de biomasa líquida.

b) Combustión de biomasa líquida

Las biomases líquidas, como aceites vegetales o biodiesel, también pueden emplearse para producción de calor si bien no es lo frecuente.

En relación a la viscosidad y comportamiento en la combustión, el biodiesel es equiparable al gasóleo convencional. Por tanto, las calderas de gasóleo pueden utilizarse con biodiesel sin adaptación alguna, siempre que sus elementos plásticos y metálicos que se encuentren en contacto con el combustible, sean resistentes al biodiesel.

Los aceites vegetales poseen una viscosidad superior al gasóleo, por lo que se requieren diferentes tipos de quemadores, no pudiendo utilizar los quemadores de gasóleo convencionales.

c) Combustión de biomasa gas

La biomasa gas, si es de la conveniente calidad, puede utilizarse en las calderas de gas convencionales, así como en calderas de condensación y de baja temperatura.

Similar al gas natural, el biogás posee una menor velocidad de propagación de llama, por lo que hay que emplear quemadores especiales en las calderas de gas

que vayan a utilizarse con biogás. Para pequeñas potencias térmicas, de hasta 30 kW, habitualmente se usan quemadores atmosféricos. Para cantidades mayores de gas, sólo pueden utilizarse quemadores de sopladores.

El biogás rara vez se usa directamente en generación de calor. Normalmente, es más interesante desde el punto de vista económico, utilizarlo en ciclos de cogeneración para producción de calor y electricidad.

3.2. Ciclos de cogeneración

La generación de electricidad con biomasa se produce básicamente en ciclos de cogeneración, lo que conlleva una alta eficiencia energética, ya que el calor generado no se disipa en el condensador, sino que se aprovecha total o parcialmente en un proceso térmico, pudiendo alcanzar un rendimiento global del proceso del 90% con respecto a la entrada de energía primaria, mientras que en un ciclo de vapor con condensación para generación de energía eléctrica, el rendimiento es como máximo del orden del 40%.

a) Dimensionamiento de un ciclo de cogeneración.

Es un factor clave en la eficiencia y rentabilidad del proyecto completo. Los generadores que se encuentran conectados directamente a la red eléctrica pueden diseñarse en función de la demanda térmica, de forma que el sistema se diseñe de tal forma que se satisfaga la demanda térmica totalmente, y los excedentes de energía, cuando existan, se exporten en forma de electricidad a la red general.

En este caso la base para el dimensionamiento es la curva de carga anual.

5. Tipos de biocombustibles según su estado de agregación

5.1. Biocombustibles sólidos

Las fuentes principales de producción son la silvicultura, la agricultura y sus subproductos y las materias primas secundarias.

Las calderas y sistemas de combustión modernos están optimizados para la geometría característica de cada biomasa. Las calderas de alimentación manual que consumen madera sólo admiten combustible de ciertas longitudes y, además, los trozos no pueden ser excesivamente finos para que la combustión sea óptima.

Los sistemas de alimentación automática, como los que emplean astillas o pellets, han de alimentarse también con una determinada humedad y geometría.

También es necesario tener en cuenta la composición química de los combustibles.

Los más destacados son los de tipo primario, constituidos por materias lignocelulósicas provenientes del sector agrícola o forestal y de las industrias de transformación que producen residuos de dicha naturaleza. Los restos de poda de vid, olivo y frutales, la leña, las cortezas, paja y los restos de las podas y aclareos de las masas forestales son materias habituales para la elaboración de biocombustibles sólidos de origen agrario. También las cáscaras de frutos secos y huesos de aceituna y otros frutos, los orujillos procedentes de la extracción del aceite de orujo en las almazaras y los restos de las industrias del corcho, la madera y el mueble, serían una materia prima con características apropiadas para la fabricación de biocombustibles sólidos.

Aunque una parte considerable de los biocombustibles sólidos se consumen directamente, como por ejemplo la leña en hogares y chimeneas, la utilización energética moderna de los biocombustibles sólidos requiere un acondicionamiento específico para su uso como combustible. Las formas de empleo más generalizadas son las siguientes:

a) Astillas

Constituyen un material adecuado para ser empleado en panaderías, hornos cerámicos, viviendas individuales medianas y grandes, calefacción centralizada de núcleos rurales o pequeñas industrias. El astillado es una operación que se puede efectuar en campo y que posibilita transformar en astillas los restos leñosos de los tratamientos selvícolas, de las operaciones de corte de madera o de la poda de árboles de cultivos leñosos.

La molienda de la biomasa es una operación indispensable cuando se desea conseguir combustibles más finos que las astillas para quemadores específicos (que necesitan inyectores, por ejemplo).

b) Briquetas

Son cilindros de 50 a 130 mm de diámetro y de longitud variable de 5 a 30 mm. Poseen una densidad elevada (entre 1000 y 1300 Kg/m³) y se fabrican por medio de prensas, en las que el material es sometido a presiones elevadas y se calienta, ocasionando en su interior procesos termoquímicos que generan productos adherentes que favorecen la cohesión lateral. Se pueden añadir adherentes

artificiales para facilitar la cohesión del material y disminuir la presión de prensado. Es una forma habitual de tratar el serrín procedente de las industrias del mueble y la madera.

c) Pelets

Son cilindros de menor tamaño que las briquetas con dimensiones entre 7 y 20 mm de unos 5 mm de diámetro y de 25 a 60 mm unos 30 mm de longitud. Se elaboran mediante prensas de granulación. La compactación se logra de forma natural o a través de la adición de elementos químicos que no contengan elementos contaminantes en la combustión.

La materia prima, al igual que en el caso de las briquetas, debe tener una granulometría y humedad reducidas. Es un producto de fácil manipulación que puede aprovecharse para automatizar instalaciones de pequeño o mediano tamaño.

d) Carbón vegetal

Se obtiene a través un tratamiento de la biomasa leñosa consistente en una combustión lenta y parcial de biomasa con un cierto porcentaje en humedad a una temperatura variable entre 250 y 600º C. Como resultado de la pirólisis se forman, además, un conjunto de aceites pesados y de productos de naturaleza diversa que se aglutinan con la denominación de breas o “aceites de pirólisis”, que pueden destinarse para fines energéticos en sustitución de combustibles líquidos. Este último proceso está todavía en fase de investigación.

5.2. Biocombustibles líquidos

La denominación de biocombustibles líquidos se aplica en la hoy en día a una serie de productos de origen biológico aprovechables como combustibles de sustitución de los derivados del petróleo o como aditivos de éstos para su uso en motores. Además, siguiendo la terminología europea, se les denomina biocarburantes. Se pueden utilizar tanto en los motores de explosión, de encendido por chispa (ciclo Otto), como en los de combustión interna por compresión (ciclo Diesel).

Se consiguen por transformación de materias primas específicas producidas por el sector agrícola y presentan determinadas características físico-químicas semejantes a las de los combustibles convencionales derivados del petróleo.

El área de los biocarburantes está fundamentada en dos tipos de productos:

a) Bioetanol y sus derivados

Para reemplazar total o parcialmente a las gasolinas o a los aditivos que se utilizan en los motores de explosión para aumentar el índice de octano.

El etanol se puede obtener a partir del petróleo o por vía biológica a través de procesos de fermentación. El alcohol etílico de origen vegetal (bioetanol) se produce por la fermentación de mostos azucarados, que dan lugar a “vinos” de grado alcohólico variable (normalmente entre el 10 y el 15%). Este alcohol se puede concentrar más por destilación hasta la obtención del denominado “alcohol hidratado” (4-5% de agua) o llegar hasta el alcohol absoluto mediante un proceso específico de deshidratación.

El alcohol absoluto se puede emplear en mezcla con gasolina normal para aumentar el índice octano y producir “supercarburantes sin plomo”, que reducen las emisiones.

También el etanol se emplea para la síntesis de ETBE (5-etil-terc-butil-éter), un sustituto del MTBE (metil-terc-butil-éter), aditivo de las gasolinas que incrementa el número octano. Se usa en las gasolinas de tipo “súper sin plomo” y se puede utilizar en mezclas del 10-15% sin necesidad de modificar los motores.

Una ventaja fundamental del uso del bioetanol en lugar de los carburantes fósiles es que se trata de un producto soluble en agua y mucho más degradable que los hidrocarburos.

La sustitución parcial de un combustible fósil por un biocarburante significa evitar la emisión a la atmósfera del CO₂ derivado del combustible fósil sustituido.

En relación al resto de los gases contaminantes y de efecto invernadero, excepto los óxidos de nitrógeno que aumentan en un 5% en comparación con los generados por el uso de la gasolina, las emisiones de los demás disminuyen.

b) Biodiésel

Producido por transesterificación de aceites vegetales (naturales o usados), como sustituto del gasóleo de automoción.

Pueden utilizarse en motores diesel en sustitución parcial o total del gasóleo de automoción. Se consiguen a partir de plantas como el girasol, la soja, la colza, el cacahuete o la palma oleífera y, además, reciclando el aceite usado para cocción. Incluso a partir de algas oleaginosas y grasas animales.

La producción de biodiésel es un proceso sencillo y bien conocido desde el punto de vista técnico. Se parte de un aceite vegetal, el cual es sometido a un proceso denominado de transesterificación, en el que se hidrolizan los enlaces “éster” de los triglicéridos y se obtienen nuevos ésteres con los ácidos grasos liberados en la hidrólisis y un alcohol sencillo que se emplea como reactivo (normalmente metanol o etanol). El proceso se realiza a una temperatura moderada (alrededor de 65º C) en presencia de un catalizador (por lo general sosa o potasa) y como subproducto se obtiene glicerol, que tiene multitud de aplicaciones en varios sectores como el agrario, industrial, de la medicina, cosmética y alimentación.

La inmensa mayoría del carbono que se emite en la combustión (a excepción del procedente del metanol) ha sido anteriormente retirado de la atmósfera por el cultivo del que se obtiene, por lo que el balance de emisiones de CO₂ es prácticamente neutro. Además, valorando que la utilización de biodiesel en lugar de gasóleo conlleva evitar la emisión a la atmósfera del CO₂ procedente del gasóleo sustituido.

En el caso de otros gases contaminantes y de efecto invernadero, excepto los óxidos de nitrógeno que pueden llegar a incrementarse hasta en un 1,2%, para una mezcla al 20% de biodiésel, el resto disminuye. Incluso, el biodiésel es 100% biodegradable. En menos de 21 días desaparece toda traza del mismo en la tierra.

5.3) Biocombustibles gaseosos

Se producen normalmente para aplicaciones estacionarias. Aunque en algunos casos el biogás puede alimentar la red de gas natural, generalmente los biocombustibles gaseosos se emplean en la misma instalación donde se producen y no están libremente disponibles en el mercado.

Entre los biocombustibles gaseosos que pueden ser obtenidos a partir de la biomasa destacamos:

a) Gas de gasógeno

Al exponer a la biomasa (o el cisco y la brea resultantes de la pirólisis) a altas temperaturas (800-1500° C) se originan productos gaseosos, con un poder calorífico bajo (1000-1200 kcal/m³) consistentes, básicamente, en N₂, CO, H₂, CH₄ y CO₂, en proporciones variables.

El proceso ocurre en los llamados gasógenos, destinados a fines térmicos o en combinación con motores para producir energía mecánica o eléctrica. El gas de gasógeno se puede emplear en motores de encendido por chispa con un coeficiente de compresión apropiado o en un motor diesel de doble combustible (10% de gasóleo y 90% de gas gasógeno en el aporte energético global). Hoy en día, los procesos de gasificación avanzada, basados en sistemas de lecho fluidizado, son los más prometedores para la generación de electricidad, con una alta eficiencia en base a ciclos combinados de turbina de gas y ciclo de vapor.

b) Biogás

La digestión de la biomasa en condiciones anaerobias da origen al denominado "biogás", a razón de unos 300 l/Kg de materia seca, con un valor calórico de unos 5500Kcal/m³. La composición de biogás es variable, pero está formado fundamentalmente por metano (55-65%) y CO₂ (35-45%) y, en menos proporción, por nitrógeno, (0-3%), hidrógeno (0-1%), oxígeno (0-1%) y sulfuro de hidrógeno (trazas). El poder calorífico del biogás está determinado por la concentración de metano (9500Kcal/m³), existiendo la opción de aumentar ésta, eliminando todo o parte del CO₂ que le acompaña.

La aplicación normal del biogás es la producción de electricidad mediante motores estáticos de combustión interna de gran potencia. El rendimiento energético que se puede conseguir en este tipo de instalaciones puede ser superior al 30%, el cual aumenta notablemente si se utiliza el calor procedente de la refrigeración del motor, considerando conjuntamente la energía térmica y la eléctrica.

Se trata de un proceso típicamente de depuración empleado para el tratamiento de aguas residuales y efluentes orgánicos de industrias agropecuarias pero dado su elevado coste, no suele ser un proceso rentable desde un punto de vista energético solamente. No obstante, el uso del biogás en las estaciones de depuración y el consecuente aprovechamiento del gas para la producción de electricidad y/o calor, suele servir para ahorrar una parte de la energía total que necesita la planta de tratamiento.

www.olivacordobesa.es

En el caso del gas de vertederos, el problema es diferente ya que la instalación es mucho más sencilla, por lo que es fácil conseguir su rentabilidad mediante la producción de electricidad, siempre que tenga una tarifa apropiada.