

LA MAQUINARIA EN EL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA LEÑA

La madera de baja calidad continúa siendo un combustible imprescindible para aportar calor en determinadas zonas rurales. Su aprovechamiento está condicionado por la manera de obtener un producto económico, con formas y medidas que se ajusten a la mecanización del proceso de alimentación de calderas.

La utilización de la biomasa como fuente de energía renovable es una opción que cada vez cobra mayor importancia. La madera de baja calidad, habitualmente denominada leña, constituye uno de los productos tradicionales de la Humanidad para producir calor, tanto en usos domésticos, como industriales.

La llegada del carbón y, posteriormente del petróleo, hicieron que la leña pasara a un segundo plano, aunque ha seguido siendo un combustible básico para aportar calor en las zonas rurales, especialmente en las que estos recursos son abundantes.

Ahora, al volver la vista a las energías renovables de origen agrario, la leña parece que toma de nuevo importancia, pero su aprovechamiento viene condicionado por la manera de conseguir un producto barato y con formas y dimensiones que se adapten a la mecanización del proceso de alimentación de calderas.

Esto ha tenido como consecuencia el incremento de equipos para el procesado de la leña, que son los que seguidamente se analizan.

De la sierra a la motosierra

En los tradicionales aprovechamientos madereros las sierras de disco y de cinta, situadas en las instalaciones fijas, han sido las opciones generalizadas. La sierra de cinta, por su menor desperdicio de madera, ha sido la opción preferida, ya que el menor espesor de la hoja reduce la producción de viruta y serrín.

Sin embargo, las sierras de disco resultaban más robustas y sencillas de instalar y de manejar, lo que las hacía adecuadas para trocear la madera de baja calidad, que era la que se aprovechaba para la combustión.

Para el troceado de la leña han llegado al mercado unas sierras de disco sencillas, con una mesa que se fija al tripuntal del tractor, accionadas por la toma



de fuerza, lo que permite desplazarlas a las zonas en las que la leña se encuentra.

La peligrosidad potencial de las sierras de disco, sobretodo cuando se utiliza por personal no especializado, ha obligado a buscar sistemas de protección del disco, de manera que éste sólo queda descubierto a medida que la leña se pone en contacto con el mismo. Aunque en el mercado se sigue ofreciendo este producto, el desarrollo alcanzado por la motosierra le hace perder importancia, ya que la motosierra no sólo permite el troceado de la leña, sino también el derribo y la poda de árboles de los que se obtiene la madera. A pesar de ello, en las máquinas combinadas, mantiene su importancia por la rapidez de corte, el bajo consumo energético y el buen aprovechamiento de la madera.

La motosierra, o sierra tronadora, con su cadena de eslabones con corte en su cara interna, se puede decir que revolucionó el proceso de aprovechamiento maderero, llegándose al extremo de que el mismo sistema de corte es el que se aplica a las unidades de procesamiento automático de troncos de las 'cosechadoras' forestales.

En cualquier caso, el corte de la sierra para el aprovechamiento de la leña se procura que se realice en sentido más o menos perpendicular al de la fibra, que coincide con la menor dimensión de la rama o del tronco procesado, para reducir las pérdidas de producto.

En el caso de que se necesite hacer trozos más pequeños, especialmente con troncos gruesos, la utilización de las astilladoras resulta ventajosa. Si se necesita un picado fino, que permita incluso la alimentación automatizada de calderas, las máquinas para el troceado son las que toman el relevo.

■ Las astilladoras

Estas máquinas aprovechan la mayor facilidad que tiene la madera para romperse si se actúa sobre ella con acciones mecánicas longitudinales, o sea, en el sentido de la fibra.

Astilladoras de cuña

La cuña, ha sido una alternativa que se ha manejado, junto con el hacha, para trocear la madera de grandes troncos, por lo que la cuña mecánica se ha convertido en una opción interesante. Esta cuña se hace penetrar en el tronco con el empuje que proporciona un cilindro hidráulico, bien de manera directa, bien a través de una placa situada en el lado opuesto de la cuña, y puede tomar aspectos diferentes en función de la forma y dimensiones del tronco sobre el que se utiliza.

Para fijar el tronco sobre el que actuará la cuña se puede utilizar un bastidor horizontal, adecuado para trozos de madera más largos y no muy gruesos, o un bastidor vertical, adecuado para troncos cortos y gruesos.



Astilladora de cuña horizontal con dispositivo de alimentación.



Astilladora de cuña vertical.

En ambos casos, en la parte opuesta de la cuña se debe de situar una placa que actúe como elemento resistente, capaz de soportar la fuerza que se aplica a la cuña, o bien que actúa como elemento de empuje. En las de fijación vertical del tronco la placa se sitúa sobre el suelo, o puede elevarse por 'escalones'. En ambos casos, unas mordazas abrazan el tronco lateralmente, accionadas con ambas manos del operador por motivos de seguridad.

Para alimentar el cilindro, que actúa junto con la cuña, se utiliza un sistema hidráulico con una bomba que dispone de su propio motor térmico o eléctrico, o bien se recurre a las salidas exteriores del sistema hidráulico de un tractor. La capacidad de trabajo de la astilladora depende de la sección del cilindro, del caudal de la bomba y de la presión de trabajo máxima admisible en el sistema hidráulico. En una astilladora industrial se ne-



cesita al menos una presión sobre la cuña de 10 a 12 toneladas, aunque se comercializan equipos que pueden llegar a aplicar fuerzas de hasta 30 toneladas. Es importante que se produzca el retorno automático de la cuña (contracción del cilindro) cuando se finaliza el astillado del tronco.

Las astilladoras de bastidor horizontal con capacidad de troncos más gruesos disponen de una mesa de alimentación para elevar los troncos desde el nivel del suelo. Asimismo, conviene valorar en una máquina las facilidades que ofrece para su transporte.

Astilladoras de tornillo

Como alternativa para el astillado de tocones se puede utilizar una cuña cónica dotada de rosca, que al ser obligada a girar, a la vez que se empuja sobre el tronco, penetra con facilidad dando lugar al estallado de éste. Los requerimientos energéticos para el astillado con este sistema son muy bajos, pero se necesita una buena fijación del tronco y pantallas de protección que eviten la proyección de las astillas. Las astilladoras de tornillo son apropiadas para el astillado de tocones, aunque el troceado es menos preciso que el que se consigue con las astilladoras de cuña. En consecuencia, estos elementos, necesarios para trabajar con seguridad, complican

Astilladora de tornillo.



Equipo combinado sierra-astillado.

el diseño de la astilladora y encarecen su fabricación.

También hay que tener en cuenta la peligrosidad potencial de las astilladoras de cuña, ya que en el estallado se puede producir la proyección de la madera, o bien el atropamiento de las extremidades del operador de la máquina.

Seguridad y recomendaciones de empleo

Las normas armonizadas UNE-EN 609 establecen los requisitos de seguridad para las astilladoras (cuña y tornillo), que de acuerdo con la Directiva de "seguridad en las máquinas" necesitan "examen de tipo" para su puesta en el mercado.

El tamaño de la astilladora elegida debe de estar en función de las características de la leña; la especie arbórea de procedencia, su fibrosidad, la humedad y la temperatura que modifican la facilidad de astillado.

Las ramas y troncos de fibra recta se astillan con más facilidad que los tocones y raíces, generalmente con fibra retorcida. Conviene realizar el astillado inmediatamente después del corte, salvo en regiones muy frías en las que la leña se llega a helar, en la que es mejor realizarlo con la leña seca y a baja temperatura

Equipos combinados sierra-astillado

Estos centros de procesamiento de leña combinan una sierra de disco con una astilladora horizontal; el conjunto dispone de sistema de alimentación (cinta transportadora) y para la retirada de la leña troceada. El proceso se realiza de manera automatizada con la intervención de un solo operador.

El diámetro máximo sobre el que actúa la sierra suele ser de 40 cm, las longitudes de ramas y troncos que le llegan puede ser hasta de 5-6 metros. En la primera fase se produce el serrado, dando lugar, normalmente, a troncos de 20 a 70 cm, que pasan directamente a la astilladora de cuña, con una capacidad de empuje que puede alcanzar las 30 toneladas; la forma de la cuña puede cambiarse para sacar mayor número de trozos por tronco.

En el proceso completo, partiendo de un centro de procesamiento con accionamiento electrohidráulico con una bomba de 25 kW, puede realizar el proceso de corte de un tronco de 40 cm en 5 segundos y su astillado posterior en 3 segundos, lo que permite alcanzar una capacidad de trabajo de hasta 15 t/h.

Desmenuzadoras de leña

Con esta operación se pretende trocear la leña en fragmentos de pequeñas dimensiones, que se conocen como virutas o chips, con forma paralelepédica y de 6 a 60 mm de longitud, dimensiones que se pueden modificar mediante regulaciones en las máquinas. Es importante la homogeneidad del producto y adaptar el tamaño de las virutas al tipo de aprovechamiento. Para alimentar calderas se aconsejan longitudes de 20 a 25 mm; en el caso de la producción se aconsejan longitudes de 8 a 12 mm, aunque se admite mayor irregularidad en el troceado.

Para conseguir el desmenuzamiento de la leña se pueden seguir dos sistemas:

- El picado, conseguido al cortar la madera en dirección perpendicular a la fibra, para lo que se utiliza un elemento cortante o cuchilla.
- El triturado, conseguido mediante aplastamiento, desfibrado y choque, que puede hacerse con martillos, rotores y hélices.

Las picadoras

El picado, por su propio concepto, consume menos potencia y ofrece mayor capacidad de trabajo, se puede realizar con máquinas menos pesadas y proporciona un material más homogé-

Boca de alimentación de una picadora.



neo, aunque los elementos de corte que se utilizan son más delicados y las averías aumentan cuando el material llega acompañado de tierra, piedras o elementos metálicos.

El sistema de funcionamiento es similar al de las picadoras de forraje, con las cuchillas situadas sobre un rotor, radialmente sobre un cilindro estrecho (picadoras de volante), o tangencialmente sobre un cilindro ancho (picadoras de tambor). La alimentación se realiza por gravedad, o con cilindros de apoyo que facilitan la entrada del material y permiten un picado de me-

LAS RAMAS Y TRONCOS DE FIBRA RECTA SE ASTILLAN CON MÁS FACILIDAD QUE LOS TOCONES Y RAÍCES, GENERALMENTE CON FIBRA RETORCIDA

jor calidad, de manera que la madera queda cortada según lo que se conoce como 'pico de flauta'.

La potencia necesaria para accionar una picadora depende del diámetro de los troncos que recibe, de la densidad de la madera y del contenido de humedad.

En función de la potencia pueden establecerse tres categorías de picadoras:

- Pequeñas, de menos de 40 kW, para troncos de hasta 20 cm de diámetro, que ofrecen una capacidad de procesamiento de 20 toneladas por jornada.
- Medianas, con potencias entre 40 y 100 kW, con capacidad para troncos de hasta 30 cm de



diámetro, procesando de 20 a 50 toneladas de material por jornada.

- Grandes, con potencias de más de 100 kW, con capacidad para troncos de 30 cm de diámetro, procesando más de 50 toneladas de material por jornada.

Estas máquinas son desplazables, bien sobre caja de camión o de remolque, o dispone de sus propias ruedas, o incluso, en el caso de las más pequeñas, se pueden enganchar en el tripuntal del tractor.

Como medida de seguridad, se exige la presencia de un dispositivo de parada rodeando la propia boca de alimentación. Para todo lo que se relaciona con la seguridad en el diseño se puede utilizar como referencia la norma EN 13525.

Las trituradoras

En el triturado el flujo del material es menos directo, y por tanto el proceso es más lento. Se necesita dar tiempo a la máquina para que 'digerir' lo que

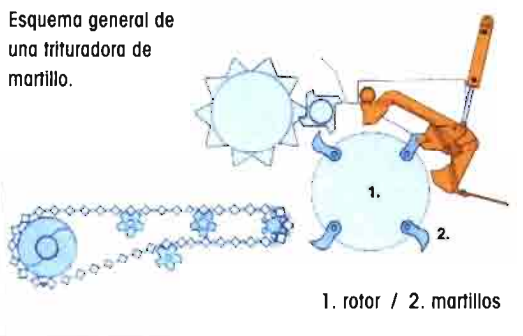
Martillos en las trituradoras.



Trituradora de martillos con caja de alimentación.



Esquema general de una trituradora de martillo.



entra, aunque sobrecargas puntuales no afectan al proceso de triturado; la fragmentación es dimensionalmente heterogénea, y por ello de peor calidad. Sin embargo, los elementos extraños no causan mayores dificultades, por el propio concepto de los elementos activos.

Las trituradoras tienen una estructura similar a la de las picadoras, aunque su diseño se simplifica y aumenta la robustez.

Los sistemas de triturado pueden ser de diferente naturaleza:

- Órganos rotantes a alta velocidad, en los que el triturado se hace por martilleo.
- Elementos que trabajan a baja velocidad, en los que se produce el aplastamiento y rotura de la fibra de la leña.

Dentro del primer grupo se encuentran los martillos, los discos excéntricos y las cuchillas horizontales, mientras que el segundo aparecen los tambores horizontales con resaltes y las

mordazas dotadas de movimiento alternativo.

En el caso del triturador de martillos estos se encuentran unidos al rotor de manera articulada y salen hacia el exterior por efecto de la fuerza centrífuga, pudiendo retraerse después del impacto si el material golpeado no se rompe completamente, dejando paso a la acción del martillo siguiente.

En los sistemas de triturado mediante discos excéntricos, el rotor está formado por una sucesión de discos circulares y discos excéntricos que trabajan contra un elemento fijo con perfil apropiado, de modo que se produce el aplastamiento de la madera cuando cambia el ángulo de rotación del cilindro.

Los trituradores de cuchillos horizontales están formados por una hélice de eje vertical, que gira sobre una rejilla fija de elementos radiales que actúan de



contracuchilla; la madera es atrapada entre la hélice y los elementos de la rejilla y triturada por un efecto de tijera. Este sistema se utiliza básicamente en trituradores para uso doméstico, en las que la alimentación se realiza por la parte de arriba de un tubo vertical en forma de chimenea.

Los trituradores de tambores lo componen dos cilindros, o tambores, provistos de dientes que actúan rotando en sentido contrario, lo que arrastra el material que se pone en contacto con ellos, haciendo que pasen al otro lado, con el consiguiente efecto de aplastamiento y lacerado de la madera.

Los trituradores de mordaza, o tijera, están formados por dos rejillas articuladas colocadas 'en V', dotadas de movimiento alternativo. El material que reciben por la parte superior es triturado por las rejillas cuando se cierran una sobre otra. Al abrirse de nuevo se repite el ciclo hasta que el material es troceado hasta un tamaño menor al de separación entre los elementos de las rejillas.

La alimentación de los elementos trituradores se puede hacer por simple caída, o mediante una cinta transportadora que es alimentada con un cargador, grúa o brazo hidráulico. Es importante la alimentación del triturador en toda su zona activa. Para dar salida al material triturado se recurre a cintas transportadoras que descargan en montón, o directamente en la tolva de almacenamiento.

Los equipos adecuados para su utilización a gran escala suelen ser máquinas de grandes dimensiones con accionamiento propio, ya que requieren potencias entre 130 y 170 kW. Es frecuente la construcción en forma de remolque, cuya caja actúa como tolva de alimentación que se va llenando mediante una pala cargadora integrada en un tractor.



En general, el material obtenido con las trituradoras es bastante irregular, por lo que se adapta mejor a la producción de compost que para el quemado y otros usos industriales. La regulación de la máquina permite mejorar la homogeneidad del triturado, si se estima necesario; con una doble pasada por la máquina la homogeneidad puede aumentarse.

■ A modo de conclusión

Se puede decir que, como consecuencia del aumento del interés del aprovechamiento de la biomasa leñosa con fines energéticos, la oferta de máquinas que realizan el procesado de la leña está aumentando de manera significativa.

Cuando el producto final va dirigido a chimeneas y estufas domésticas, el aserrado y el astillado son las opciones más interesantes. La asociación de ambos procesos da nuevas posibilidades, ya que aumenta la capacidad de trabajo y se reducen los costes de la operación.

Para la alimentación automatizada de calderas domésticas e industriales se prefiere disponer de chips o virutas, con los que las picadoras y las desmenuzadoras son las opciones más apropiadas. Las picadoras se adaptan a un material de procedencia con más calidad, y realizan un proceso de desmenuzamiento más preciso. En el caso de material que incorpora en origen elementos extraños, como tierra y piedras, las trituradoras dan menos problemas.

En ambos casos se consigue una considerable reducción del volumen de ramas y troncos, por lo que se utilizan para el aprovechamiento, o la eliminación controlada, de restos de poda, tanto como material para la alimentación de calderas, como para la producción de compost. ■

 **LUIS MÁRQUEZ**

agrotécnica



Desbrozadoras y trituradoras profesionales



Desbrozadoras de brazo.



Trituradoras polivalentes con versiones reversibles.

7 gamas específicas que se adaptan a cualquier tipo de trabajo de trituración:

- *Explotaciones agrícolas: viñedos, frutales, cereal, etc...*
- *Trabajos forestales: desbroce en general, creación de cortafuegos.*
- *Mantenimiento de cunetas y zonas ajardinadas.*

BERCI ES UNA MARCA COMERCIALIZADA POR COMECA Y SU RED DE CONCESIONARIOS



Comercial de Mecanización Agrícola, s.a.
Polígono Industrial "El Balconcillo"
Calle Lepanto, 10.
19004 Guadalajara (España)
Tel.: 949 20 82 10. Fax: 949 20 30 17
E-mail: comeca@comeca.es
www.comeca.es