

## **SOLUCIONES GENERALES EN SITUACIONES ESPECIALES PARA EDIFICIOS DE VIVIENDAS MEDIANTE EL EMPLEO DE CALDERAS DE BIOMASA DE FORMA COMPETITIVA**

Luis M. López-Ochoa, César García-Lozano, Manuel C. Juárez-Castelló,  
Juana Doménech-Subirán

*Universidad de La Rioja. ETSII de Logroño. Grupo de Investigación GI-TENECO.  
Departamento de Ingeniería Mecánica. C/ Luis de Ulloa, 20. 26004 Logroño (La Rioja)*

### **Abstract**

Renewables are increasingly important in Spain, although progress is slow.

Normally, investment costs for biomass installations are high and exceed those of traditional installations. The mindset of users is another barrier to be overcome: biomass is falsely preconceived to be inconvenient.

There are one-off situations in which biomass is of particular value, not because of grants or assistance but because it can solve other types of problems, such as forestry clearing, the use of forestry and agricultural waste, etc. In these cases, fuel costs are lower since they are assimilated into other processes, making for competitive installations since the technology is available.

A residential building is described with an installation that could be fitted anywhere in Spain, although with special conditioning factors due to lower than usual costs when it makes use of local waste, which makes these installations competitive and efficient so that they gain ground on conventional solutions, developing sustainable and representative solutions.

**Keywords:** *renewable energies; sustainability; biomass; forestry waste; homes*

### **Resumen**

Las energías renovables son cada vez más importantes en España, si bien avanzan lentamente.

Normalmente, los actuales costes de las inversiones para acometer instalaciones de biomasa son elevados y superan a los costes de instalaciones tradicionales. La mentalidad de los usuarios es otra barrera que debe superarse, al tener una idea preconcebida de la incomodidad de la biomasa, que no es cierta.

Hay situaciones en las que la biomasa gana valor al tratarse de actuaciones singulares, no por las subvenciones y ayudas, sino cuando su empleo sirve para resolver otro tipo de problemas, como puede ser la limpieza del monte, el aprovechamiento de residuos forestales y agrícolas, etc. En estos casos, los costes del combustible se reducen al ser asumidos en otros procesos, lo que hace unas instalaciones competitivas, al disponerse de la tecnología necesaria.

Se presenta un edificio de viviendas con una instalación que puede realizarse en cualquier lugar de España, si bien con unos condicionantes especiales, debido a unos costes menores

de los habituales al aprovecharse unos residuos de la zona, lo que ha servido para hacer las instalaciones competitivas y eficientes, imponiéndose a las soluciones clásicas, desarrollando soluciones sostenibles y representativas.

**Palabras clave:** *energías renovables; sostenibilidad; biomasa; recursos forestales; viviendas*

## 1. Introducción

El tratamiento de los residuos, en general, es una actividad con elevado coste. Las Administraciones, las empresas, los particulares, etc. no han llevado a cabo esta labor con eficacia, bien por falta de una legislación adecuada, por carencia de medios económicos e incluso por malas prácticas anteriores.

Un posible aprovechamiento de los residuos con fines energéticos en los lugares en que se producen presenta bastantes ventajas, algunas de las cuales se enumeran a continuación:

a) Los residuos forman parte de un tipo de biomasa que ya existe, lo que significa que no hay que producirla. Se trata, además, de evitar los problemas de la eliminación que suelen ser graves y costosos.

b) En muchos casos, la biomasa residual está concentrada en lugares determinados por lo que, si se utiliza cerca del sitio de acumulación, genera unos costes de transporte muy reducidos.

c) La utilización de los residuos para producir energía presenta como sistema de eliminación unas ventajas de carácter ambiental, como son una considerable reducción de su volumen, eliminación de plagas, incendios forestales y olores, mejora del paisaje y reducción de la contaminación del aire, agua y suelo.

d) Algunos métodos de aprovechamiento de la biomasa residual presentan la ventaja adicional de generar productos ricos en nutrientes y, por tanto, susceptibles de ser utilizables como fertilizantes para fines agrícolas, lo que supone un ahorro en el consumo de energía, materias primas y divisas.

En general, se pueden definir los residuos como aquellos materiales generados en las actividades de producción, transformación y consumo que no han alcanzado, en el contexto en que son producidos, ningún valor económico.

Se siguen varios criterios para clasificar los distintos tipos de residuos, entre los que cabe destacar la naturaleza de su origen (agrícolas, forestales, industriales, urbanos), o los tipos de materiales que los constituyen (orgánicos, plásticos, metálicos, etc.).

Nosotros nos vamos a centrar en el Sector de la Construcción, y especialmente en el campo de las viviendas.

## 2. Los nuevos planteamientos energéticos de Europa

El mercado energético es uno de los de mayor relevancia en cualquier estado desarrollado. Dentro del mismo cabe destacar el peso propio del sector terciario y del residencial.

Se estima que actualmente los edificios consumen aproximadamente el 40% de la energía utilizada por el hombre.

Por otra parte, es evidente que la conciencia medioambiental cada vez tiene mayor importancia para la sociedad, principalmente por el fenómeno del calentamiento global y por la repercusión del controvertido Protocolo de Kioto. Además, en estos últimos años se ha consolidado el concepto de "desarrollo sostenible" en la mayoría de las actividades del hombre sobre el planeta.

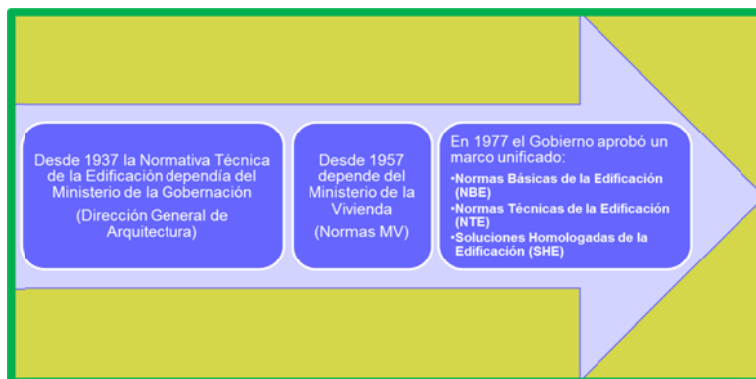
Por tanto, no es de extrañar que uno de los principales objetivos a cumplir en nuestro camino hacia una edificación sostenible, sea ahorrar energía e indirectamente reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y otras sustancias a la atmósfera, mediante la disminución de la demanda, el aumento del rendimiento de las instalaciones y la incorporación de energías renovables.

### 3. Las viviendas en España

El marco principal de las viviendas en España está definido, a grandes rasgos, por el Código Técnico de la Edificación (CTE) y por la Certificación Energética de Edificios (CEE).

Quedan atrás los primeros tiempos de la edificación como se muestra en la figura 1 y la posterior evolución hasta aprobarse el CTE en 2006, como se muestra en la figura 2.

**Figura 1: Los primeros tiempos de la edificación (1937-1977)**



**Figura 2: El CTE tras la LOE**



### 3.1 El CTE

El CTE es una normativa que adopta el enfoque de los Códigos basados en prestaciones u objetivos en lugar de ser meramente prescriptivo. Esto supone que, a través de la propia norma, se busca el método óptimo para alcanzar dicha meta. Es decir, aporta las herramientas de cálculo y métodos de diseño que deben emplearse, pero no se limita a la aplicación de las mismas, sino que trata de superar las limitaciones a la innovación y al desarrollo tecnológico de los tradicionales códigos prescriptivos en los que se prioriza la aplicación del método en lugar de la consecución de los objetivos.

En la figura 3 se presenta con sus seis documentos básicos que lo componen.

**Figura 3: El CTE con sus seis documentos básicos**



### 3.2 La CEE

La certificación energética de edificios es un requisito legal que tienen que cumplir todos los edificios nuevos, y que también afectará a los edificios existentes.

Casi el 30 % del consumo de energía primaria es debido a los edificios, y por ello las normativas europeas han intentado incidir sobre el consumo energético de las construcciones, en este caso creando una herramienta similar a la ya empleada en el caso de los electrodomésticos.

El decreto obliga a clasificar las nuevas construcciones con una etiqueta que informe a los compradores del grado de eficiencia del edificio. Se trata de que cada edificio disponga de una etiqueta con su calificación energética (de la A, que correspondería a los edificios más eficientes, a la G, los edificios menos eficientes) y en la que se incluya su consumo estimado de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas.

Los edificios son sistemas complejos cuyo funcionamiento no se puede testear o estimar de manera tan sencilla como los electrodomésticos, sometidos a condiciones y hábitos de uso mucho más variables. Por ello, poner en práctica un sistema de este tipo no es posible si no es realizando grandes simplificaciones.

Además, la metodología establecida para la certificación tiene diversos puntos controvertidos, como se expondrá más adelante, y todavía hay un elevado grado de confusión e incertidumbre en el sector, que da una idea de la baja implementación voluntaria de la certificación de edificios, pese a su obligación actual.

El objetivo de la certificación de edificios es incentivar a los promotores a construir edificios más eficientes y animar a la rehabilitación de edificios para que consuman menos energía. Esto se conseguiría porque, en primer lugar, una promoción con una calificación más eficiente tendría una mejor imagen, sumaría otro argumento para su venta y, en segundo

lugar, la existencia de un etiquetaje facilitaría que el consumo de energía se convirtiera en un criterio más de compra por parte del consumidor.

Estos objetivos necesitan un apoyo muy significativo, máxime en estos tipos de crisis económica que sufre España y especialmente el Sector de la Construcción.

El Decreto que recoge la certificación energética resulta bastante general. Define la obligatoriedad de la certificación y los requisitos de los programas informáticos que se deben emplear, pero deja en manos de las Comunidades Autónomas el desarrollo de procedimientos de implantación y, muy importante, el control de esta certificación energética. Así, son las autonomías las que, a partir de este decreto o directamente desde la directiva si tienen competencias para ello, deben establecer los procedimientos administrativos necesarios, el alcance y características de los controles al edificio para garantizar la veracidad del certificado y otros temas, como el procedimiento para la renovación del certificado.

En resumen, la certificación energética quiere ser una evaluación cuantitativa y objetiva del comportamiento energético del edificio, que debe ser presentada de forma comprensible al usuario. Para realizar esa evaluación del edificio, se ha establecido una metodología de cálculo, y para hacer llegar los resultados al usuario, una etiqueta tipo.

Las excepciones que están exentas de aplicar la certificación son:

- a) Construcciones provisionales con un plazo de utilización previsto igual o inferior a 2 años.
- b) Edificios industriales o agrícolas.
- c) Edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>.
- d) Edificios de sencillez técnica y escasa entidad constructiva que no tengan carácter residencial o público (desarrollados en una sola planta y que no afectan a la seguridad de las personas).
- e) Edificaciones que por sus características de utilización deban permanecer abiertas.
- f) Edificios y monumentos protegidos oficialmente, cuando el cumplimiento de este decreto pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.
- g) Edificios utilizados como lugares de culto o para actividades religiosas.

### **3.3 Los antecedentes europeos**

La Directiva Europea 2002/91/CE tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética de los edificios y obliga a todos los Estados miembros, entre otras cosas, a que todo edificio, tanto si se vende como si se alquila, vaya acompañado de un Certificado de Eficiencia Energética. Este certificado se presentaría a la persona interesada, el propietario o inquilino. Esta directiva en el estado español no se ha transpuesto hasta el año 2007, mediante la aprobación del Código Técnico de la Edificación (CTE), la realización de modificaciones al Reglamento de Instalaciones Térmicas de edificios (RITE), y el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, que define la aplicación de una certificación energética.

En definitiva, se trata de comparar el consumo energético del edificio a valorar respecto al que se toma como referencia. Cuanto más grande sea esta relación peor es la certificación (Mejor A, Peor G), relación íntimamente unida a la emisión de CO<sub>2</sub>.

## **4. La biomasa como solución a muchos problemas**

Al contrario de la energía extraída de los combustibles fósiles la energía derivada de la biomasa es renovable indefinidamente (López-González, 2009 y 2010).

Además, a diferencia de las energías eólica y solar, la de biomasa es fácil de almacenar (por lo menos a escala humana). En cambio se requieren grandes volúmenes de combustibles, lo que hace su transporte oneroso y constituye un argumento a favor de una utilización local y sobre todo rural.

#### **4.1 La biomasa como combustible**

Cada año, una hectárea de bosque o de cultivo puede producir entre 8.000 y 40.000 kWh de energía térmica útil, suficiente para una vivienda unifamiliar o una guardería pequeña. En Europa la biomasa es un recurso abundante. La fuente de suministro será distinta dependiendo de la comunidad: Leñas o restos de claras en montes locales, de limpieza de cunetas en carreteras o de parques, residuos de serrerías, de empresas de la construcción o de carpinterías y también residuos de cultivos agrícolas o de producción de alimentos como la cáscara de almendra o nuez, el hueso de aceituna o los orujillos (Sala-Lizarraga, 2002).

La biomasa es una fuente renovable de energía y como tal posibilita la independencia energética del usuario, región o país, respecto a los productores extranjeros de combustibles fósiles, y su uso no contribuye al calentamiento global. De hecho, produce una reducción los niveles atmosféricos del dióxido de carbono, como actúa como recipiente y el carbón del suelo puede aumentar.

Los combustibles de biomasa tienen un contenido insignificante de azufre y por lo tanto no contribuyen a las emisiones de dióxido de azufre que causan la lluvia ácida. La combustión de la biomasa produce generalmente menos ceniza que la combustión del carbón, y la ceniza producida se puede utilizar como complemento del suelo en granjas para reciclar compuestos tales como fósforo y potasio.

Además, y teniendo en cuenta la actual situación económica es de destacar que sea la única energía renovable que genera puestos de trabajo en toda su cadena de valor: producción de residuos, recogida, transporte, transformación, revalorización, instalación, ahorro final al cliente, etc.

Por otra parte, es la energía renovable menos desarrollada en España, aún presentando una posibilidad exponencial de explotación.

Sin embargo, en la Naturaleza, la biomasa tiene relativamente baja densidad de energía y su transporte aumenta los costes y reduce la producción energética neta. La biomasa tiene una densidad a granel baja (grandes volúmenes son necesarios en comparación con los combustibles fósiles) lo que hace el transporte y su administración difíciles y costosos.

En la aplicación que nos ocupa, combustión de biomasa aplicada a la calefacción de pequeños y medianos usuarios, básicamente hay tres principales categorías de combustibles vegetales: leña para quemar, astillas y pellets.

Los avances más representativos en este aspecto han sido el desarrollo de biocombustibles modernos como los pellets (hechos con serrín, astillas molturadas u otros residuos, comprimidos y normalizados como combustible), la mayor calidad de las astillas de madera (pequeños trozos de madera que pueden ser muy diferentes según origen, tamaño de partícula, humedad etc.), o la utilización de residuos agroindustriales con alto poder calorífico. Comparados con las astillas de madera, los pellets tienen una densidad energética mayor y necesitan menos volumen de almacenamiento pero, no obstante, su precio es más alto.

Otros recursos, con alto poder calorífico y baratos, son los residuos forestales, agrícolas y agroalimentarios que están ampliamente extendidos en nuestro país.

La normativa austriaca, de referencia en la Unión Europea, marca las condiciones de los pellets a utilizar en las calderas de biomasa en sus normas:

- "ÖNORM M 7135 Compressed Wood in natural state or bark in natural state. Pellets and briquettes requirements and test specifications".
- "ÖNORM M 7136 - Compressed wood in natural state. Wood pellets quality assurance in the field of logistics of transport and storage".
- "ÖNORM M 7137 - Compressed wood in natural state. Wood pellets - Requirements on pellets storage at the end-consumer".

La normativa europea por su parte ha elaborado tablas con dimensiones, humedad, cenizas, azufre, durabilidad, finos, aditivos, nitrógeno, poder calorífico PCI, densidad y contenido de cloro.

Se regulan en la norma española UNE-CEN/TS 14961:2007, que es transposición de la normativa europea. Sobre Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases.

#### **4.2 Calderas de biomasa**

Actualmente, la contribución de la biomasa a la necesidad de energía primaria está muy por debajo del potencial disponible, y se produce fundamentalmente por la utilización de leña para quemar en chimeneas y estufas, a menudo obsoletas y poco eficaces. En una escala doméstica más pequeña, el impacto en la salud de la contaminación dentro de los edificios es un problema significativo, sobre todo en los países en vías de desarrollo, donde la leña se quema ineficazmente en fuegos abiertos para cocinar y la calefacción de ambientes.

No obstante, las tecnologías para la utilización de combustibles vegetales en sistemas de calefacción doméstica han experimentado un gran desarrollo en los últimos años y han alcanzado niveles de eficiencia, fiabilidad y confort muy parecidos a los de los sistemas tradicionales de gas y de gasóleo.

Además, la normativa medioambiental limita las emisiones de cualquier tipo de instalación que genere gases de combustión a unos valores máximos de emisión en el aire. Para ellos se debe controlar las emisiones por medio de una sonda lambda corrientemente en las calderas de biomasa.

Los principales inconvenientes son: la combustión incompleta de la leña que produce partículas de materia orgánica, monóxido de carbono y otros gases orgánicos; y una temperatura de la combustión inadecuada que produzca óxidos de nitrógeno.

El control de la temperatura es generalmente el método más barato y eficaz a grandes rasgos para controlar las emisiones de NO<sub>x</sub>, mientras que la relación aire-combustible es la que regula la cantidad de inquemados y, por tanto, la producción de CO y CO<sub>2</sub>, aunque en este caso los pellets o la biomasa en cualquier forma que se utilice es bastante heterogénea.

Como ya se ha comentado anteriormente, las calderas modernas queman biomasa de alta calidad como astillas de madera, pellets o residuos agrícolas y agroindustriales uniformes, sin humos y con emisiones comparables a los sistemas modernos de gasoil y gas, alcanzando rendimientos aproximados del 90 % con emisiones de CO de 90 mg/m<sup>3</sup>, cerca del 0,5 % de las emisiones de una vieja caldera de leña. Conviene resaltar que la mayor ventaja de los sistemas de biomasa se encuentra en el balance neutro de sus emisiones de CO<sub>2</sub>.

Los modelos avanzados incluyen encendido y limpieza de los intercambiadores de calor automáticos así como extracción y compresión automática de las cenizas de forma que tienen que ser retiradas pocas veces al año. Además, algunos fabricantes incorporan un sistema de arranque automático según la demanda y diferentes opciones de monitorización

y telecontrol para alertar de posibles incidentes y actuar en consecuencia por control remoto, adaptándose a cualquier sistema de gestión.

También se pueden combinar fácilmente con sistemas de energía solar térmica.

### 4.3 Comparación de los impactos medioambientales

Cuando se tratan los impactos medioambientales existe la creencia común de que las chimeneas de leña generan mucho humo. Esto no es verdad para la combustión de biomasa en calderas de alta tecnología.

La composición de estas emisiones es básicamente parte del CO<sub>2</sub> captado por la planta origen de la biomasa y agua, con una baja presencia de compuestos de nitrógeno y con bajas o nulas cantidades de azufre, uno de los grandes problemas de otros combustibles. La mayor ventaja es el balance neutro de las emisiones de CO<sub>2</sub>, al cerrar el ciclo del carbono que comenzaron las plantas al absorberlo durante su crecimiento, ya que este CO<sub>2</sub> sólo proviene de la atmósfera en la que vivimos y necesita ser absorbido continuamente por las plantas si se desea mantener en funcionamiento la producción energética con biomasa.

Las emisiones de las calderas no son las únicas consecuencias para el medio ambiente que deben ser consideradas.

La producción y el transporte del combustible suponen unas cantidades considerables de contaminación que necesitan considerarse para el equilibrio ambiental. Las emisiones del ciclo de vida presentadas han sido calculadas con la base de datos GEMIS, desarrollada para el análisis del ciclo de vida. Los resultados se basan en el estado actual de la tecnología de calderas, con condiciones estándar para los combustibles convencionales y suponiendo que los pellets de madera son transportados en camión una distancia de 300 km. Incluso se considera las emisiones debidas a la producción y al reciclado de las calderas.

La comparación muestra, que los pellets cumplen mejor los límites de emisiones de CO<sub>2</sub> y CO. Las emisiones de SO<sub>2</sub> son significativamente más bajas que para las calderas de gasóleo pero levemente más altas que en las calderas de gas. Las emisiones de partículas son levemente más altas pero su cantidad no supera los 30 kg al año. Ver tabla 1.

**Tabla 1: Sistema biomasa-energía solar térmica para calefacción y ACS**

<b>Emisiones en mg/kWh de energía suministrada</b>	<b>Gasóleo de calefacción</b>	<b>Gas Natural</b>	<b>Astillas de madera y Pellets</b>
<b>CO</b>	10	150	250
<b>SO<sub>2</sub></b>	350	20	20
<b>NO<sub>x</sub></b>	350	150	350
<b>Partículas</b>	20	0	150
<b>NMVO</b>	5	2	10

### 4.4 Instalaciones

En el caso de las aplicaciones térmicas en el sector residencial el equipo se compone básicamente de un silo de almacenamiento de la biomasa, un sistema de alimentación (tornillos sinfín, cintas transportadoras, cangilones, sistemas neumáticos, etc.) que lo llevan a las calderas, en cuyo interior se encuentra el hogar de combustión y los intercambiadores donde se calienta el fluido destinado a calefacción y/o ACS.



En el caso de las redes de calefacción centralizadas, el agua caliente se impulsa hasta las viviendas mediante un sistema de bombas mayor, utilizando una doble tubería aislada y colocando intercambiadores de placas en los edificios o en las viviendas. Una vez cedido el calor el agua fría retorna a la central térmica para iniciar nuevamente el ciclo. A todo ello hay que añadir algunos equipos auxiliares como los sistemas de limpieza de humos y un recuperador de calor.

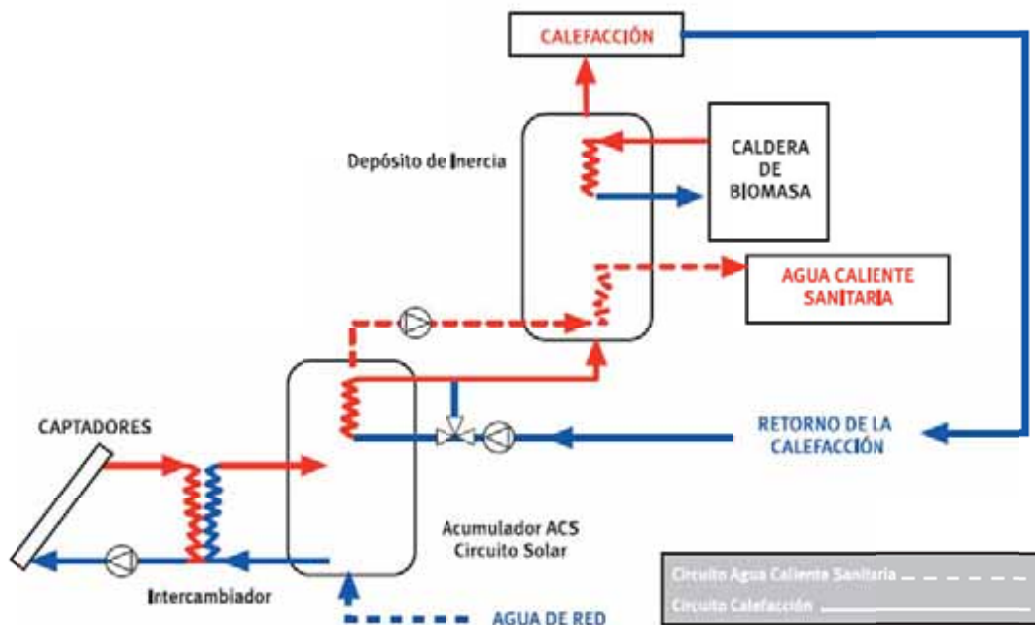
Las principales recomendaciones técnicas para realizar este tipo de instalaciones son las siguientes:

- Almacenamiento del combustible cercano a la caldera
- Silo de biomasa para 30 m<sup>3</sup> del combustible, como mínimo
- Un silo de almacenaje sobre el terreno es más barato que uno subterráneo pero se necesitan vehículos de suministro con sistema neumático de descarga u otras adaptaciones
- Disposición de un acceso fácil para los camiones de suministro de biomasa
- Tamaño mínimo de la sala de calderas, aproximadamente 20 m<sup>2</sup> de superficie y 2,5 m de alto
- Las puertas de acceso a la sala de calderas deben tener un ancho mínimo de 120 cm para permitir la entrega de la caldera (pueden necesitarse medidas mayores según el modelo)
- Debe cumplirse la normativa de protección contra incendios

#### 4.5 Esquema clásico de funcionamiento

Un esquema clásico de funcionamiento se muestra en la figura 4, apreciándose un sistema combinado de biomasa y energía solar térmica para calefacción y agua caliente sanitaria.

Figura 4: Sistema biomasa-energía solar térmica para calefacción y ACS



## 5. Algunos puntos críticos

Desde nuestra perspectiva consideramos que las barreas técnicas relacionadas con las instalaciones ya han quedado superadas vistos los avances que se han desarrollado en los últimos años en cuanto a las calderas, sus accesorios y los equipos complementarios.

Así, de aquí en adelante nos centraremos en los dos criterios que consideramos más relevantes:

- La garantía de suministro de combustible a precio transparente
- El análisis económico y la viabilidad de las propuestas

## 6. Un ejemplo de situaciones especiales: La Rioja

En La Rioja tenemos un panorama representativo de muchas regiones españolas, en relación al aprovechamiento de la biomasa, con sus particularidades.

### 6.1 Garantía de suministro

La biomasa es un recurso local, que no está afectado por fluctuaciones de precio a nivel mundial o por las incertidumbres producidas por las fuentes de combustibles importados.

Además, en el caso de La Rioja, parece una alternativa atractiva debido principalmente a la intensa actividad agrícola de la región, prestando especial atención a la viticultura y sin olvidar los residuos generados en las industrias forestales en la gestión de montes.

#### Residuos forestales

Se originan en los tratamientos y aprovechamientos de las masas vegetales, tanto para la defensa y mejora de éstas como para la obtención de materias primas para el sector forestal (madera, resinas, etc.). Los residuos generados en las operaciones de limpieza, poda, corta de los montes pueden utilizarse para usos energéticos dadas sus excelentes características como combustibles. Con la maquinaria apropiada se puede astillar o empacar para mejorar las condiciones económicas del transporte al obtener un producto más manejable y de tamaño homogéneo. En la actualidad, los inconvenientes asociados a estos residuos, como la dispersión, la ubicación en terrenos de difícil accesibilidad, la variedad de tamaños y composición, el aprovechamiento para otros fines (fábricas de tableros o industrias papeleras), las impurezas (piedra, arena, metales) o el elevado grado de humedad han impedido su utilización generalizada como biocombustibles sólidos.

#### Residuos agrícolas leñosos

Las podas de olivos, viñedos y árboles frutales constituyen su principal fuente de suministro. Al igual que en el caso anterior, es necesario realizar un astillado o empacado previo a su transporte que unido a la estacionalidad de los cultivos aconseja la existencia de centros de acopio de biomasa donde centralizar su distribución. En las figuras 5 y 6 se presenta la distribución de viñedos en La Rioja.

Figura 5: Plano de la distribución de la superficie de viñedo por comarcas

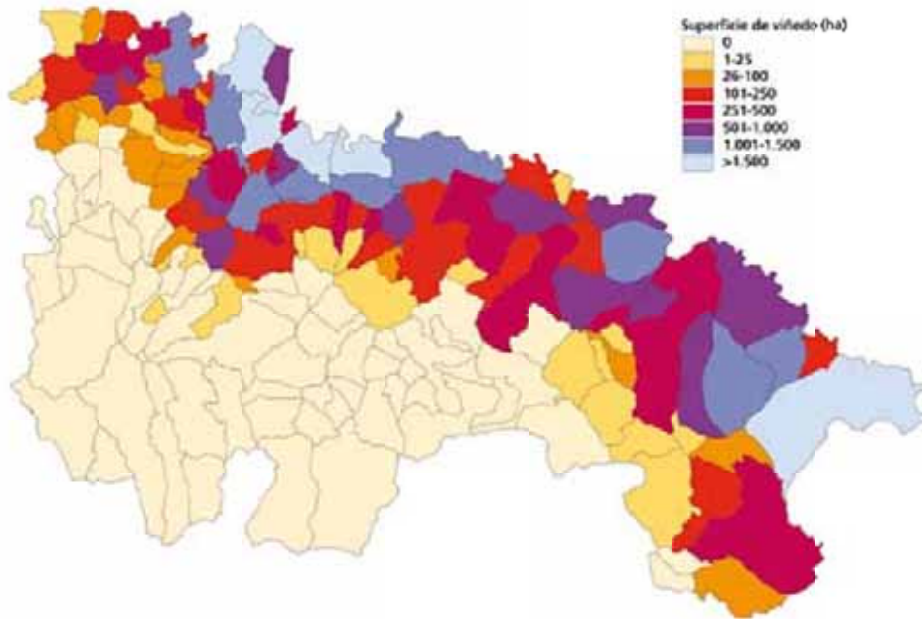
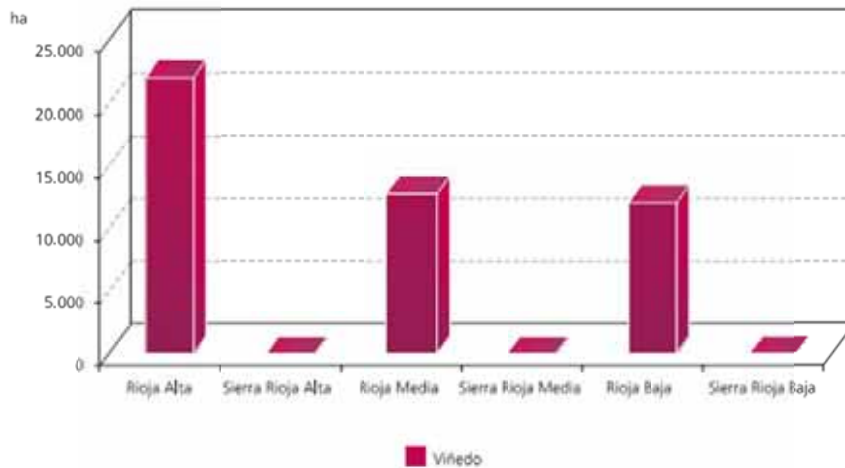


Figura 6: Gráfico de la distribución de la superficie de viñedo por comarcas



La biomasa producida por la vid es de varios tipos y puede clasificarse en:

1. Sarmientos de poda.
2. Pepitas.
3. Raspones.

De los tipos de biomasa antes mencionados, el más interesante desde el punto de vista energético es el sarmiento de poda. Los motivos que impulsan a tomar esa decisión son:

- Los sarmientos de poda se obtienen en los meses de mayor demanda térmica y menor disponibilidad de apoyo solar: octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero; lo que disminuye de forma considerable la necesidad de almacenamiento.
- Una vez troceados, son relativamente fáciles de manipular y almacenar, lo que posibilita su utilización industrial.

- Se obtienen directamente de la vid con un grado de humedad bastante bajo.
- Además, son fácilmente secables lo que evita costes adicionales en su preparación.
- Su poder calorífico es bastante elevado. PCI = 4.483 kcal/kg con una humedad del 10%. Son un buen combustible.
- La vid es un cultivo muy extendido y cuidado. La producción de sarmientos no depende directamente de las variables climáticas. Las vides son cuidadas por los agricultores para asegurar la producción de uva, lo que indirectamente repercute en una producción de sarmientos más constante y segura.
- No se disponen de datos acerca de la producción de sarmiento en ningún municipio ya que se trata de un producto que no se comercializa actualmente. Por tanto se desconoce la producción histórica de sarmientos y el precio que podría suponer su recogida y preparación.
- No obstante, se han realizados estudios previos que estiman la producción de sarmientos en 700 kg/Ha de viña (sarmiento con un 10% de humedad).
- La producción de sarmientos puede variar, como cualquier producto agrario, de un año a otro en función de las condiciones climatológicas que se hayan producido en ese año concreto. No se disponen de datos acerca del histórico de producción de sarmientos pero se estima que la producción variará se forma similar a como lo hace la producción de uva y de vino.

### **Residuos agrícolas herbáceos**

Se obtienen durante la cosecha de algunos cultivos, como los de cereales (paja) o maíz (cañote). También en este caso la disponibilidad del recurso depende de la época de recolección y de la variación de la producción agrícola.

### **Residuos de industrias forestales y agrícolas**

Las astillas, las cortezas o el serrín de las industrias de primera y segunda transformación de la madera y los huesos, cáscaras y otros residuos de la industria agroalimentaria (aceite de oliva, conservera, frutos secos...) son parte de los biocombustibles sólidos industriales. En estos casos la estacionalidad se debe a las variaciones de la actividad industrial que los genera.

## **6.2 El selvicultor como suministrador de servicios energéticos.**

Además de posibles barreras tecnológicas, las principales dificultades en el aprovechamiento energético de estos residuos se encuentran en la dispersión y pequeña escala de las explotaciones, lo que complica la gestión del aprovisionamiento, así como la estacionalidad de la producción.

En comunidades donde su comercialización en el entorno local es complicada, la biomasa en forma de pellets puede ser una solución excelente para su venta en lugares alejados.

La clave para superar ese inconveniente está en localizar el proceso de conversión de energía cerca de una fuente concentrada de biomasa, tal como una serrería, un molino de azúcar o un molino de pulpa.

Mediante el astillado, molturación y compresión de residuos de madera se obtienen unos cilindros pequeños (pellets) de forma que, un posible problema de falta de demanda se convierte en la producción de un combustible de alta calidad. El alto contenido energético y la fácil manipulación de los pellets dan viabilidad económica a su transporte y comercialización a larga distancia.

La maquinaria de pelletización se fabrica en muchas partes de España y Europa.

### 6.3 Suministradores cercanos

Se pueden encontrar suministradores de biomasa por la zona en la que se realiza el proyecto. Hay distribuidores-mayoristas y en Navarra hay fabricantes de pellets y comercializadores. Actualmente, se está construyendo en Burgos una planta destinada a la fabricación de pellets.

También hay distribuidores en provincias algo más alejadas, pero no tanto como para que el coste del combustible se incremente en más de 20-30€/t. A 300 km de distancia se pueden encontrar fabricantes y distribuidores de pellets en Zaragoza, Guipúzcoa, Palencia, Valladolid, Guadalajara o Madrid.

Por lo tanto, el suministro está asegurado, tanto el existente como el proyectado, y es de esperar que mejore la calidad del producto y se establezcan los precios.

## 7. Aspectos económicos generales

En general, los costes de inversión para instalaciones de biomasa son superiores a sus homólogos para instalaciones de combustibles convencionales. Esto se debe, no sólo a la falta de desarrollo de sistemas de producción en serie para algunos componentes, sino que también influyen las características especiales requeridas por los equipos para poder utilizar biomasa de forma eficiente.

En cambio, cuando nos referimos a los costes de operación o explotación de plantas de biomasa, su comparación frente a combustibles convencionales puede ser favorable o no según el tipo de aplicación. La principal componente de los costes de explotación en este tipo de instalaciones es la compra de biomasa. Los costes debidos al suministro de la biomasa varían según la cantidad demandada, la distancia de transporte y los posibles tratamientos para mejorar su calidad, como el secado, el astillado o la pelletización. A ello hay que añadir la disponibilidad del combustible, su estacionalidad y la variación de los precios, íntimamente ligados al comportamiento de las cosechas, en el caso de residuos agrícolas y de la industria agroalimentaria.

Los costes de inversión dependen del uso final de la energía, de tal manera que siempre serán más altos para usos térmicos domésticos (alrededor de 450 €/kW) que para industriales (en el entorno de los 100 €/kW).

En cuanto al combustible, imputable a los gastos de explotación, cuanto más elaborado, envasado, limpio y fácil de transportar sea más se encarece. En usos domésticos la diferencia de precio oscila entre los 60 €/t de las biomásas menos elaboradas y empleadas en grandes redes de calefacción y los 200 €/t para pellets envasados con destino a las calderas o estufas de viviendas unifamiliares, que es donde más se consumen.

En los próximos años se espera que el desarrollo tecnológico y la extensión de los sistemas domésticos conlleven un abaratamiento de los precios y un mejor servicio en calidad y rapidez. Igualmente, el aprovechamiento en España de residuos con grandes producciones, como el hueso de aceituna, la cáscara de almendra o la granilla de uva, está permitiendo diversificar el suministro y contribuir a establecer precios más asequibles.

Por el momento, para el sector doméstico, los combustibles de mayor eficacia y rendimiento son los pellets y los huesos de aceituna molidos. El precio del kilogramo de pellets es mayor, fluctuando entre los 0,11 €/kg si se adquiere directamente en fábrica y los 0,22 €/kg si se compra en hipermercados o gasolineras.

Aunque en España no existe un mercado desarrollado y estable como en algunos países del centro y norte de Europa, existen buenas expectativas para su crecimiento. La calefacción en edificios puede favorecer el desarrollo de un mercado más competitivo en lo que se refiere a la materia prima.

## 8. Comparación de soluciones clásicas y alternativas

Para una vivienda típica de entre 80 y 100 m<sup>2</sup>, de un edificio de viviendas, hemos considerado una solución clásica de caldera de gas natural individual, de 23,6 kW para calefacción, mediante radiadores, y agua caliente sanitaria (ACS), contando con un apoyo solar térmico del 30 %. Frente a la misma hemos considerado dos soluciones colectivas diferentes: la primera mediante una caldera de pellets y la segunda mediante una caldera con residuos de sarmiento semielaborados, siendo el resto de los componentes similares a la solución clásica considerada. Se trata de una solución muy habitual.

En la tabla 2 mostramos sus características: diferencia de inversiones, costes anuales de los combustibles y del mantenimiento, siempre en unas condiciones medias, por vivienda.

**Tabla 2: Resumen de variables para el estudio de viabilidad económica, por vivienda**

	<b>Alternativa 1 (GN)</b>	<b>Alternativa 2 (pellets)</b>	<b>Alternativa 3 (sarmiento)</b>
Inversión (€/vivienda)	BASE	BASE + 3.000	BASE + 4.500
Costes combustible (€/año y viv.)	900	625	200
Costes mantenimiento (€/año y viv.)	140	115	210

En la figura 7 se comparan la alternativa clásica con la correspondiente a la solución con biomasa de pellets, partiendo de los datos de la tabla 2, con la diferencia de inversiones a un interés del 3 %, los costes totales anuales de la solución con gas natural con una evolución del 8 % anual y la correspondiente a los pellets con el 2 %. Puede comprobarse que aproximadamente a los seis años compensa la solución con biomasa clásica mediante pellets.

En la figura 8 se comparan la alternativa clásica con la correspondiente a la solución con biomasa de sarmientos semielaborados, también partiendo de los datos de la tabla 2, con la diferencia de inversiones a un interés del 3 %, los costes totales anuales de la solución con gas natural con una evolución del 8 % anual y la correspondiente a los sarmientos con el 1 %. Puede comprobarse que entre los cinco y seis años compensa la biomasa con sarmientos semielaborados, siendo una solución muy práctica por la idiosincrasia de La Rioja, la Tierra con nombre de vino.

Estos valores son conservadores, pues lo normal es que la evolución de los costes anuales del gas natural sea al alza, con subidas moderadas de los pellets y menores de los sarmientos y sus elaborados, lo que haría más atractiva la biomasa.

Figura 7: Comparativa entre las instalaciones de GN y de biomasa con pellets, por vivienda

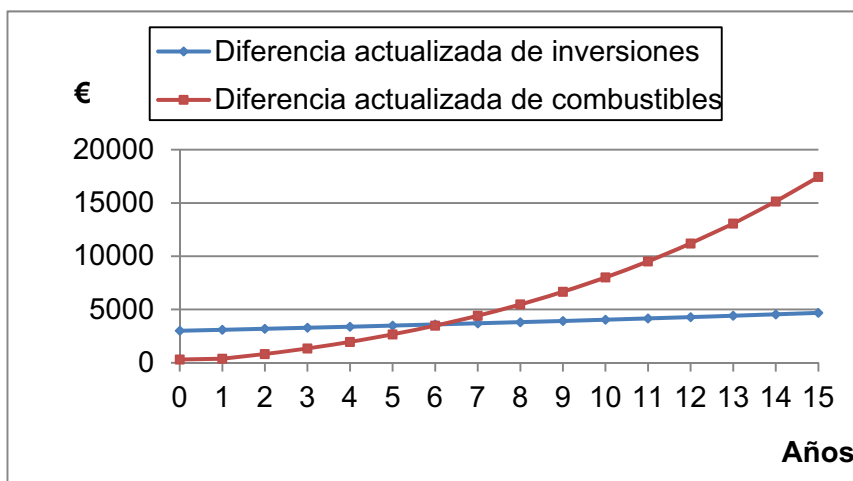
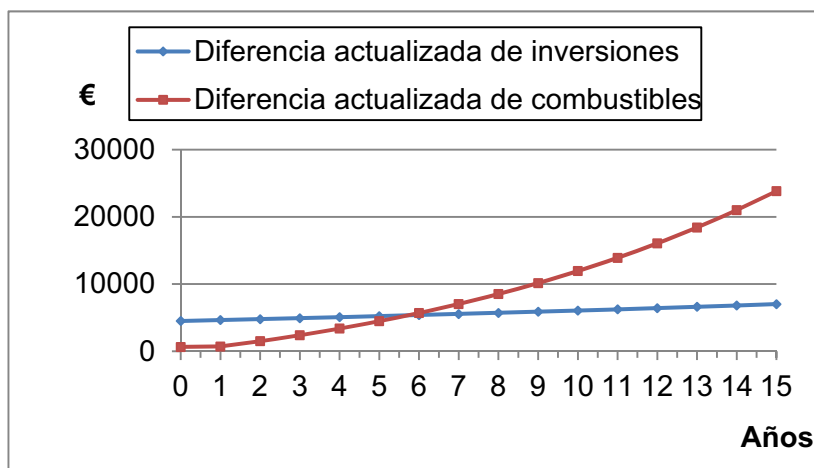


Figura 8: Comparativa entre las instalaciones de GN y de biomasa con sarmientos, por vivienda



## 9. Algunas reflexiones que deben considerarse

La certificación energética debe verse como una oportunidad, y no como un requisito legal a cumplir, siendo aconsejable que haya una coherencia en el Sector, con unos planteamientos más abiertos e innovadores.

Hace falta una formación más realista y adecuada a estos tiempos, marcando las diferencias de la calidad y de la sostenibilidad.

La solución con biomasa posibilita viviendas con calificación (A), con las ventajas futuras que conllevarán las mismas vía descuento de impuestos, subvenciones, etc.

## 10. Conclusiones

Las instalaciones de biomasa conllevan unos ahorros importantes en su explotación para el usuario, con márgenes habituales medios entre el 30 % y el 60 %. En el caso de las inversiones iniciales los márgenes en su contra pueden estar entre el 30 % y el 45 %.

Los márgenes anteriores varían, en más y/o en menos, según las circunstancias, localizaciones, sistemas, precios, políticas energética y fiscal, etc.

La biomasa es la única energía que garantiza el nivel máximo energético de clasificación (A), al contar con emisiones cero de CO<sub>2</sub>, como combustible.

Hay unos problemas de formación de los profesionales, en general, y de los propios usuarios que deben resolverse y que son la condición primera para el desarrollo de la biomasa.

La Administración Española debe potenciar, aún más si cabe, las energías renovables, especialmente tras los planteamientos europeos del famoso 20-20-20 en el año 2020, siendo la biomasa una opción muy válida a todos los efectos.

Los objetivos del 20 % de contribución de las energías renovables, con un 20 % de reducción del consumo energético por el ahorro y la eficiencia y un 20 % de disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> respecto a 1990, son los objetivos europeos para el año 2020.

La biomasa, en un contexto de la planificación integral del territorio, es una solución perfectamente válida y con una rentabilidad muy elevada, consiguiendo en muchos casos un re-equilibrio regional y una forma de conservar el patrimonio de bosques.

Desde el punto de vista de los sistemas térmicos está claro que las instalaciones deben ser colectivas, mejor que individuales, si bien dada la idiosincrasia española será necesaria una labor de formación muy intensa y continua para poder conseguir que la eficiencia y las ventajas de las instalaciones colectivas se imponga progresivamente en los edificios de viviendas.

En relación a los costes de los combustibles, es preciso que haya un mercado claro, libre y competitivo, de forma que haya una progresión adecuada de los mismos y una transparencia. Por otra parte, hay muchas posibilidades de aprovechamientos locales, con residuos que siendo el problema existente se conviertan en la solución: materia prima para las calderas de la biomasa.

Desde el punto de vista operativo se necesitan calderas de alto rendimiento, estéticamente logradas, con sistemas de alimentación y auxiliares perfectamente organizados y clasificados, con sistemas de almacenamiento apropiados y sistemas de alimentación a las calderas modernos y de alta gama.

La mejor certificación energética de los edificios (A) es una opción que puede conseguir un auge extraordinario en el Sector de la Construcción (viviendas, locales comerciales, edificios públicos, etc.).

El uso térmico, individual o colectivo, puede completarse con la generación eléctrica a través de la biomasa, existiendo también muchas posibilidades.

En la actualidad, hay soluciones perfectamente válidas, técnicas y económicas, que pueden fomentar el uso de la biomasa, dependiendo del lugar y del entorno.

Independientemente de todo, es preciso innovar y planificar integralmente el territorio.

En la actualidad, en La Rioja hay una serie de iniciativas públicas y privadas muy interesantes, que son viables y mejoran la calidad de vida de los usuarios y del entorno natural, con biomasa forestal y agrícola (sarmientos). Por otra parte, se pretende una mejora



global desarrollando soluciones generales, tipo calefacción de distrito, aunque estas iniciativas van más lentas de lo esperado.

## 11. Referencias

López-González Luis M. y López-Ochoa, Luis M. "El Sector de la Construcción en La Rioja: La estrategia de la innovación", Grupo de Termodinámica Aplicada, Energía y Construcción (GI-TENECO), Logroño, 2009 (acceso restringido).

López-González Luis M. y López-Ochoa, Luis M. "El Sector de la Construcción en España: La estrategia de la innovación", Grupo de Termodinámica Aplicada, Energía y Construcción (GI-TENECO), Logroño, 2010 (acceso restringido).

Sala-Lizarraga, José M. y López-González, Luis M. "Plantas de valorización energética de la biomasa", Editorial Ochoa, Logroño, 2002.

## 12. Agradecimientos

Tanto el Grupo de Investigación GI-TENECO como los autores agradecen a SAPJE, S. L. (Grupo SAPJE) de Logroño el apoyo constante en todo lo relacionado con las energías renovables y al buen Ingeniero y amigo Álvaro Bolumburu su colaboración y notables aportaciones en estos temas energéticos y en otros relacionados con el Sector del Automóvil.

Este agradecimiento se amplía a los directivos y propietarios del Grupo SAPJE por su visión estratégica de las colaboraciones Universidad-Empresa.

## Correspondencia (Para más información contacte con):

Luis María López Ochoa  
Universidad de La Rioja  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial  
Departamento de Ingeniería Mecánica  
Grupo de Termodinámica Aplicada, Energía y Construcción (GI-TENECO)  
C/ Luis de Ulloa, 20. 26004 Logroño (La Rioja)  
Phone: +34 941 299 516, + 34 618 516609  
Fax: + 34 941 299 794  
E-mail : [luis-maria.lopezo@unirioja.es](mailto:luis-maria.lopezo@unirioja.es)  
URL : <http://www.unirioja.es>