

## POSIBILIDADES DEL APROVECHAMIENTO DE BIOMASA EN LA ZONA DE BAÑOS DE RÍO TOBÍA (LA RIOJA)

LÓPEZ GONZÁLEZ, Luis María <sup>(1)</sup>; LÓPEZ OCHOA, Luis María <sup>(1)</sup>

GARCÍA LOZANO, César <sup>(1)</sup>; LAS HERAS CASAS, Jesús <sup>(1)</sup>

luis-maria.lopez@unirioja.es

<sup>(1)</sup>Universidad de La Rioja, Departamento de Ingeniería Mecánica

### RESUMEN

Muchas zonas rurales de La Rioja, como es el caso de la zona de influencia de Baños de Río Tobía, presentan gran cantidad de residuos provenientes de la agricultura y los bosques. A partir de la biomasa de la zona, se propone la creación de un operador logístico de biomasa (OLB), que permita gestionar la biomasa residual de la misma, de origen diverso y heterogéneo. Se encarga de la recogida de la biomasa agrícola y forestal producida mediante limpiezas, la almacena, la procesa y genera biomasa de calidad que, posteriormente, se convierta en astilla y pellets para uso térmico y/o generación de electricidad. Además, puede ser una gran oportunidad para el desarrollo económico de estos núcleos rurales.

Se ha realizado un estudio de viabilidad técnica y económica, sin subvenciones, de la creación de un OLB, teniendo en cuenta la biomasa disponible anual en la zona que asciende a 7.758 t/año, la inversión requerida, los gastos de personal, combustible y otros, y unas ventas estimadas de 6.120 t/año. Este OLB requiere una inversión de 590 k€ amortizándose en doce años, con un Valor Actualizado Neto (VAN) de 354,79 k€ y un beneficio en un horizonte de veinte años que asciende a los 372,53 k€

La biomasa generada en el OLB se puede aprovechar para la producción de electricidad en centrales de generación eléctrica basadas en ciclo Rankine. Por ello, se ha realizado un estudio de viabilidad de una central termoeléctrica de 1 MWe y se comprueba cómo afecta la variación del precio de venta de la electricidad, en €/kWh, a futuras posibilidades de implementación.

Con una inversión aproximada de 2,50 M€ considerando el precio de venta y compra a la red iguales, 0,1600 €/kWh, se lograría amortizar la central en siete años, con un VAN de 5,11 M€ y un beneficio en un horizonte de veinte años de 5,37 M€. Si se consideran los precios de venta y compra diferentes: Para amortizar la instalación en cinco años, el precio inicial de venta a la red debe ser de 0,1753 €/kWh; para diez años, de 0,1375 €/kWh; para quince años, de 0,1237 €/kWh; y para veinte años, de 0,1159 €/kWh. En este margen de precios y plazos de amortización, los VAN están comprendidos entre 8,68 k€ y 6,88 M€ y los beneficios entre 9,12 k€ y 7,23 M€

La biomasa es una opción viable, positiva y estratégica, como apoyo al desarrollo social y económico de núcleos rurales, lo que sin duda contribuye a un crecimiento integrador, entre otros.

**Palabras clave:** Biomasa, OLB, generación eléctrica.

## 1. Introducción

Desde hace años, nuestro equipo de investigación trabaja en toda la Comunidad Autónoma de La Rioja en temas energéticos y medioambientales, entre otros [1,2].

En esta ponencia se presenta parte de uno de los trabajos desarrollados, en el que se han evaluado los recursos forestales y agrícolas de la zona de Baños de Río Tobía mediante la aplicación SIG BIORAISE, que tomamos como base y son objeto de otra actuación, para considerar el aprovechamiento de los mismos y la logística necesaria.

La biomasa disponible obtenida con BIORAISE se ha validado, comparándola con estudios “in situ” de zonas representativas de cada tipo, con unas labores que se vienen realizando desde hace veinte años de limpiezas, podas, clareos, entresacas, etc. [3]. Todas las labores están planteadas con una visión sostenible de los recursos, por lo que siempre se ha estado en el lado de la seguridad.

La zona de Baños de Río Tobía está formada por los siguientes municipios: Baños de Río Tobía, Bobadilla, Ledesma de la Cogolla, Camprovín, Cárdenas, Badarán, Villaverde de Rioja y Matute.

En las siguientes tablas (Tablas 1 y 2) se muestra la biomasa potencial y disponible de la zona, así como las posibilidades energéticas anuales medias de las mismas.

Tabla 17: Biomasa potencial y disponible de la zona.

| <i>Recurso</i>   | <i>Biomasa Potencial [t/año]</i> | <i>Biomasa Disponible [t/año]</i> | <i>Superficie [Ha]</i> | <i>Potencial [t/Ha]</i> | <i>Disponible [t/año]</i> |
|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>Secano</b>    | 13.253,61                        | 4.876,86                          | 2.868,75               | 4,62                    | 1,70                      |
| <b>Regadío</b>   | 327,36                           | 262,11                            | 37,50                  | 8,73                    | 6,99                      |
| <b>Fronosas</b>  | 3.313,63                         | 1.392,85                          | 3.121,88               | 1,06                    | 0,45                      |
| <b>Coníferas</b> | 757,52                           | 349,32                            | 715,62                 | 1,06                    | 0,49                      |
| <b>Matorral</b>  | 465,00                           | 336,00                            | 793,75                 | 0,59                    | 0,42                      |
| <b>Viñedo</b>    | 677,62                           | 541,12                            | 487,50                 | 1,39                    | 1,11                      |
| <b>TOTAL</b>     | <b>18.794,74</b>                 | <b>7.758,26</b>                   | <b>8.025,00</b>        |                         |                           |

Tabla 18: Biomasa disponible, potenciales energético y eléctrico, y potencia nominal.

| <i>Recurso</i>   | <i>Biomasa Disponible [t/año]</i> | <i>PCI [kWh/t]</i> | <i>Energía [kWh/año]</i> | <i>Energía Eléctrica [kWh/año]</i> | <i>Potencia Nominal [kW]</i> |
|------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| <b>Secano</b>    | 4.876,86                          | 4.745              | 23.140.701               | 5.785.175                          | 826                          |
| <b>Regadío</b>   | 262,11                            | 4.684              | 1.227.723                | 306.931                            | 44                           |
| <b>Fronosas</b>  | 1.392,85                          | 4.901              | 6.826.358                | 1.706.589                          | 244                          |
| <b>Coníferas</b> | 349,32                            | 5.267              | 1.839.868                | 459.967                            | 66                           |
| <b>Matorral</b>  | 336,00                            | 5.185              | 1.742.160                | 435.540                            | 62                           |
| <b>Viñedo</b>    | 541,12                            | 4.938              | 2.672.051                | 668.013                            | 95                           |
| <b>TOTAL</b>     | <b>7.758,26</b>                   | <b>4.827</b>       | <b>37.448.861</b>        | <b>9.362.215</b>                   | <b>1.337</b>                 |

Se disponen de biomasa procedente de secano, regadío, frondosas, coníferas, matorral y viñedo, en las siguientes proporciones: Secano (62,86 %), regadío (3,38 %), frondosas (17,95 %), coníferas (4,50 %), matorral (4,33 %) y viñedo (6,97 %).

Los recursos disponibles anuales ascienden a 7.758 t/año de materia seca al 0 % de humedad y sus PCIs varían entre 4.684 kWh/t y 5.267 kWh/t, ascendiendo la energía anual disponible a 37,45 GWh.

Para el aprovechamiento eléctrico de la biomasa se ha considerado un rendimiento de la central termoeléctrica del 25 %, pudiéndose llegar a producir 9,36 GWh/año eléctricos.

Si la central termoeléctrica trabajara durante 7.000 horas, la potencia nominal a instalar sería de 1,3 MWe, aproximadamente [4].

## **2. Operador Logístico de Biomasa**

Un operador logístico de biomasa (OLB) es una empresa encargada de recoger, preparar y vender la biomasa residual generada en una zona determinada, cuyo objetivo es gestionar la biomasa residual de la zona, de origen diverso y heterogéneo, para su empleo unificado.

Se presentan oportunidades de negocio como proveedores de combustible para centrales termoeléctricas, ya que estas centrales requieren de un suministro de biomasa estable, asegurándolo mediante contratos a largo plazo. Este marco es muy favorable para la creación de OLBs. Otra oportunidad de negocio es la fabricación de biocombustibles, el cual, al ser un mercado joven, es menos estable que el de las centrales termoeléctricas, pero no por ello menos interesante.

Las tareas que deben llevar a cabo los OLBs son, entre otras:

- Recogida de biomasa en campo (con o sin trituración).
- Almacenamiento en parque.
- Procesamiento de la biomasa: Trituración y/o cribado.
- Gestión del almacén y control de humedad.
- Expedición a cliente.

El OLB proporciona un valor añadido a la biomasa agrícola y forestal, al generar un producto energético de origen renovable. Ofrece un servicio integral de gestión de los recursos agrícolas inexistente en la zona.

El diseño de la instalación está preparado para la utilización de diversos tipos de biomasa, lo cual ofrece robustez y seguridad adicional. El modelo de gestión del OLB es extrapolable a otras ubicaciones con similar situación, con alta densidad de viñedo y olivar, con una adecuada versatilidad.

El acopio de biomasa es un aspecto clave para los OLBs, ya que son los encargados de la gestión de los restos de podas agrícolas y forestales con lo que consiguen resolver un problema medioambiental generando rentabilidad. La forma de operar es similar a un servicio de recogida de basuras, ya que se recoge la biomasa en los lugares donde se genera, estando la biomasa disponible en lugares habilitados a tal efecto, los denominados PRBs (Puntos de Recogida de Biomasa).

La biomasa agrícola se recoge a partir de montones acumulados a orillas de las parcelas o limpiando las parcelas donde se genera, y la biomasa forestal se recoge de las zonas donde se realizan tareas de limpieza forestal.

Los proveedores de biomasa, tanto agrícola como forestal, son pequeños agricultores y/o propietarios, con superficies reducidas, que realizan las labores de recogida mediante medios propios; y grandes agricultores y/o propietarios, con extensas superficies, que demandan un servicio de recogida, bien sea mediante contratos o concursos públicos.

## **3. Estudio de viabilidad de un OLB**

La inversión necesaria en equipos, de forma resumida, supone la compra de una trituradora, una criba y una pala cargadora, haciendo un total de 320.000 €

La inversión necesaria para las diversas instalaciones asciende a un total 270.000 € y requiere de la compra de terrenos, construcción de un almacén, urbanización de la zona, dos básculas, vallado y oficinas. Para el conjunto se ha considerado un precio medio de la zona, razonable y realista.

Los gastos de personal ascienden a 170.000 €/año. La plantilla queda formada por un coordinador, un administrativo, un gerente y dos controladores-operadores.

Los gastos de combustible ascienden a 17.980 €/año.

Otros gastos a tener en cuenta son los relativos a las oficinas, seguridad, mantenimiento, seguros y suministros, sumando todos ellos un total de 30.000 €/año.

Se estima que se van a vender 6.120 t/año y, considerando un precio de venta de 45 €/t, los ingresos serán de 275.400 €/año. En estos aspectos siempre se toman soluciones medias, en el lado de la seguridad.

Para el estudio de viabilidad económica se ha considerado un periodo de 20 años, una tasa de incremento de ingresos del 3 %, una tasa de incremento de gastos del 3 %, un interés del 5 % y que no existe ningún tipo de subvención, para estar en el lado de la seguridad del negocio y su sostenibilidad económica.

Tabla 19: Parámetros económicos.

| <i>Parámetros económicos</i>              |         |
|---|---------|
| <b>Inversión [€]</b>                      | 590.000 |
| <b>Gastos [€/año]</b>                     | 217.980 |
| <b>Ingresos [€/año]</b>                   | 275.400 |
| <b>Periodo [años]</b>                     | 20      |
| <b>Tasa de incremento de ingresos [%]</b> | 3,0     |
| <b>Tasa de incremento de gastos [%]</b>   | 3,0     |
| <b>Interés [%]</b>                        | 5,0     |

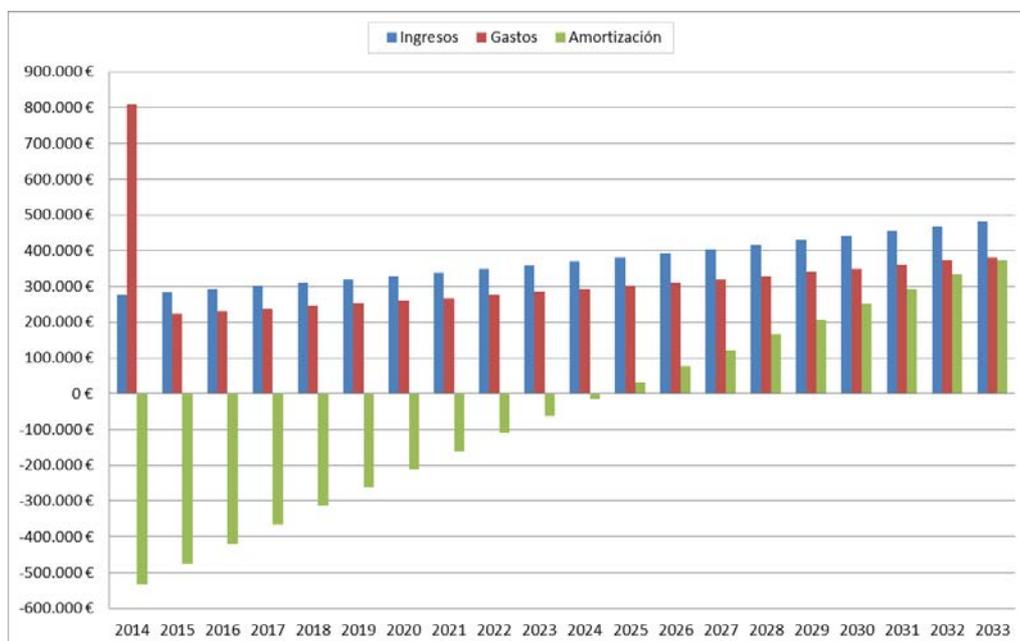


Figura 1: Estudio económico de viabilidad.

La inversión requerida para el OLB se amortizará en 12 años, obteniéndose un VAN de 354.793 € y un beneficio en el horizonte de 372.533 €

#### 4. Estudio de viabilidad de una central termoeléctrica

Para la producción de energía eléctrica se considera una central termoeléctrica basada en un ciclo clásico de Rankine con una potencia nominal de 1 MWe, un funcionamiento de 7.000 horas, un rendimiento del 25 % y empleando como combustible biomasa.

La biomasa requerida es de 6.120 t/año, que con un PCI medio de 4.827 kWh/t y un autoconsumo de la planta estimado en un 6 %, permite producir 6,94 GWh/año.

La inversión necesaria para construir la central termoeléctrica es de 2.500.000 € disponiéndose a pie de parcela de las infraestructuras necesarias para la nueva central: Acceso rodado, redes de abastecimiento y saneamiento, subestación eléctrica y todos los servicios necesarios para su puesta en marcha y correcto funcionamiento.

Es necesario comprar 6.120 t/año, lo que supone un gasto en combustible de 275.400 €/año, considerando un precio de venta de 45 €/t.

Los gastos en oficinas, personal, suministros, mantenimiento y seguros ascienden a una cantidad de 368.000 €/año.

Se han estudiado dos casos: El primero considera que el precio de venta a la red es igual al precio de compra de la red, mientras que el segundo considera el precio de compra de la red a precio de mercado y estudia cómo lograr diferentes periodos de amortización en función del precio de venta a la red.

Para cada estudio de viabilidad económica se ha considerado un periodo de 20 años, una tasa de incremento del precio, tanto de compra de la red como de venta a la red, de la electricidad del 3,5 %, una tasa de incremento del resto de gastos del 2,5 %, un interés del 5 % y que no existe ningún tipo de subvención.

##### 4.1. Caso 1: Precio de venta a la red igual al precio de compra de la red

En este caso, se va a suponer que se realiza con la red un balance neto de precios, es decir, el precio de venta a la red y el precio de compra de la red es el mismo, considerando un precio de 0,1600 €/kWh para el primer año.

A continuación se muestran los parámetros económicos utilizados en el estudio de este caso.

Tabla 20: Parámetros económicos del caso 1.

| <i>Parámetros económicos</i>                                |           |
|---|-----------|
| <b>Inversión [€]</b>  | 2.500.000 |
| <b>Precio de venta en el primer año [€/kWh]</b>             | 0,1600    |
| <b>Precio de compra en el primer año [€/kWh]</b>            | 0,1600    |
| <b>Resto de gastos [€/año]</b>                              | 643.400   |
| <b>Periodo [años]</b>                                       | 20        |
| <b>Tasa de incremento del precio de la electricidad [%]</b> | 3,5       |
| <b>Tasa de incremento del resto de gastos [%]</b>           | 2,5       |
| <b>Interés [%]</b>  | 5,0       |

Los resultados del estudio han sido:

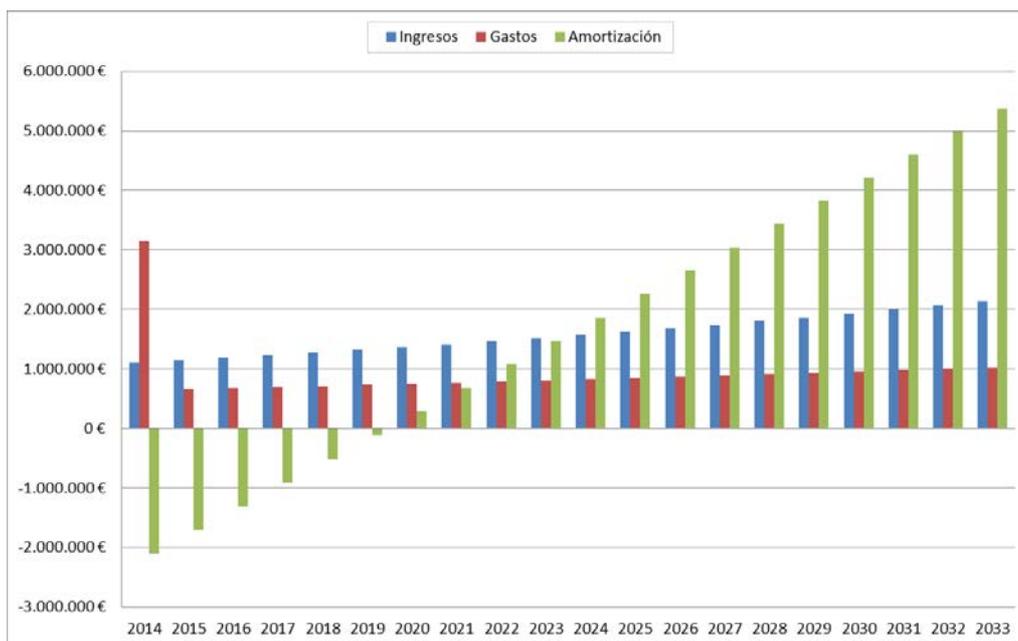


Figura 1: Estudio económico de viabilidad con precio de venta a la red igual que el precio de compra de la red.

En este caso se logra amortizar la instalación en 7 años, con un VAN de 5.112.576 €y un beneficio en el horizonte de 5.368.204 €

**4.2. Caso 2: Obtención del periodo de amortización en función del precio de venta a la red.**

En este caso se va a suponer que el precio de compra de la red es de 0,1600 €/kWh en el primer año y se va a estudiar el tiempo de amortización en función del precio de venta a la red.

Como se ha visto en el caso 1, para precios de venta iguales al precio de compra en el primer año (0,1600 €/kWh), el tiempo de amortización de la instalación es de 7 años. Por lo que se han estudiado tres escenarios más desfavorables que el caso 1 y uno más optimista que el caso 1.

Teniendo todo esto en cuenta, se va a estudiar cuál debe ser el precio de venta para amortizar la instalación en 5, 10, 15 y 20 años.

A continuación se muestran los parámetros económicos utilizados en el estudio de este caso.

Tabla 21: Parámetros económicos del caso 2.

| <i>Parámetros económicos</i>                                |           |
|---|-----------|
| <b>Inversión [€]</b>  | 2.500.000 |
| <b>Precio de compra en el primer año [€/kWh]</b>            | 0,1600    |
| <b>Resto de gastos [€/año]</b>                              | 643.400   |
| <b>Tasa de incremento del precio de la electricidad [%]</b> | 3,5       |
| <b>Tasa de incremento del resto de gastos [%]</b>           | 2,5       |
| <b>Interés [%]</b>  | 5,0       |

Los resultados del estudio han sido:

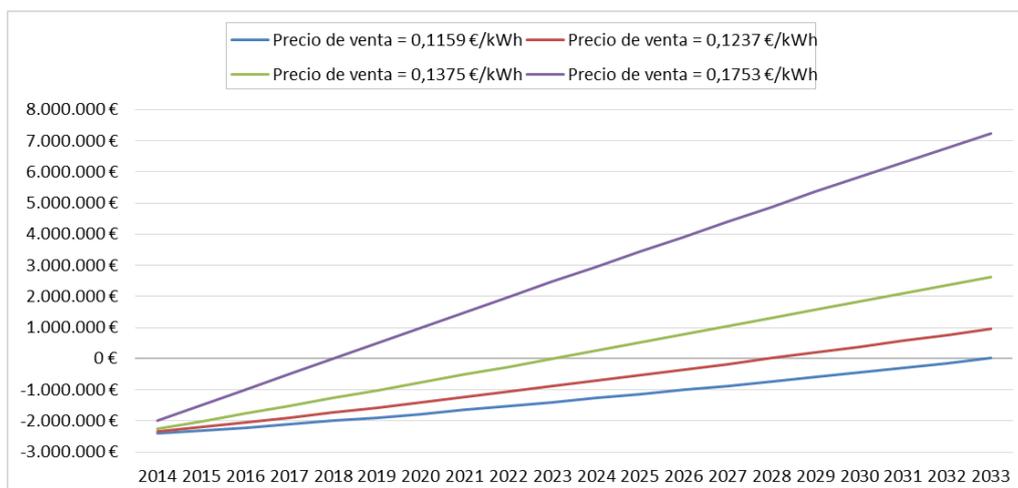


Figura 2: Estudio económico de viabilidad con precio de venta a la red para amortizar en distintos periodos.

Con un precio de venta a la red en el primer año de 0,1159 €/kWh, se logra amortizar la instalación en 20 años, con un VAN de 8.682 €y un beneficio en el horizonte de 9.116 €

Con un precio de venta a la red en el primer año de 0,1237 €/kWh, se logra amortizar la instalación en 15 años, con un VAN de 911.411 €y un beneficio en el horizonte de 956.982 €

Con un precio de venta a la red en el primer año de 0,1375 €/kWh, se logra amortizar la instalación en 10 años, con un VAN de 2.508.548 €y un beneficio en el horizonte de 2.633.976 €

Con un precio de venta a la red en el primer año de 0,1753 €/kWh, se logra amortizar la instalación en 5 años, con un VAN de 6.883.314 €y un beneficio en el horizonte de 7.227.480 €

## 5. Conclusiones

La biomasa disponible en la zona de Baños de Río Tobía es de 7.758 t anuales, que permite producir 9,36 GWh eléctricos anuales, considerando un rendimiento de la central termoeléctrica del 25 %. Con una central de 1,3 MWe se podría trabajar durante 7.000 horas.

Un OLB en la zona de Baños de Río Tobía permite gestionar la biomasa residual de la zona y presenta buenas oportunidades de negocio. La inversión requerida es de 590.000 €y se amortiza en 12 años, con un VAN de 354.793 €y un beneficio en el horizonte de 372.533 €

La biomasa es una opción viable económicamente, positiva medioambientalmente hablando y estratégica en el sentido del apoyo y desarrollo social y económico de núcleos rurales, lo que sin duda contribuye a un crecimiento integrador, entre otros [5,6].

Como complemento al OLB se propone la construcción de una central termoeléctrica de 1 MWe, que supone una inversión de 2.500.000 €, y se ha estudiado su viabilidad económica para diferentes casos.

En el caso 1 se ha considerado el precio de venta a la red igual al precio de compra de la red, lográndose amortizar la central en 7 años, con un VAN de 5.112.576 €y un beneficio en el horizonte de 5.368.204 €

En el caso 2 se ha considerado el precio de venta a la red diferente al precio de compra de la red y se han establecido los precios de venta a la red para poder amortizar la central en 5, 10, 15 y 20. Los precios de venta a la red en el primer año han variado entre 0,1159 €/kWh y 0,1753 €/kWh, los VAN entre 8.682 €y 6.882.314 €y los beneficios en el horizonte entre 9.116 €y 7.227.480 €

Las zonas rurales pueden verse favorecidas con empleo directo e indirecto, posibilitando la creación de puestos de trabajo estables y una planificación integral de las mismas.

En el caso presentado, se pueden comprobar las realidades de los números, positivas y equilibradas, sin triunfalismos y con los lógicos riesgos de un sistema legal que necesita una mayor seguridad y estabilidad.

Todo ello, unido a unas interesantes como necesarias subvenciones estratégicas, para casos y situaciones muy concretos y selectivos, harán que la biomasa pueda contribuir a la obtención del objetivo europeo 20-20-20, en este caso para la Comunidad Autónoma de La Rioja (CAR).

## 6. Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al Gobierno de La Rioja por su apoyo y confianza y al Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Mecánica, D. Israel Eguíluz García por su trabajo, eficacia y dedicación.

## 7. Referencias

- [1] SALA LIZARRAGA, J. M. y LÓPEZ GONZÁLEZ, L. M. *Inventario y Plan Energético de la Comunidad Autónoma de La Rioja (1990-1998)*. Logroño: Gobierno de La Rioja, 1999 (acceso restringido). 842 p.
- [2] SALA LIZARRAGA, J. M. y LÓPEZ GONZÁLEZ, L. M. *Inventario y Plan Energético de la Comunidad Autónoma de La Rioja (1999-2004)*. Logroño: Gobierno de La Rioja, 2004 (acceso restringido). 378 p.
- [3] LÓPEZ OCHOA, L. M. et al. *Puesta al día del Inventario y Plan Energético de la Comunidad Autónoma de La Rioja (2005-2013)*. Logroño: Universidad de La Rioja, 2014 (acceso restringido). 1.296 p.
- [4] SALA LIZARRAGA, J. M. y LÓPEZ GONZÁLEZ, L. M. *Plantas de valorización energética de la biomasa*. Logroño: Editorial Ochoa, 2002. 528 p.
- [5] LÓPEZ OCHOA, L. M. et al. *Estudio previo de diferentes líneas estratégicas como base de un futuro Plan Energético de La Rioja (2014)*. Logroño: Gobierno de La Rioja, 2014 (acceso restringido). 258 p.
- [6] LÓPEZ OCHOA, L. M. et al. *Estudio previo de diferentes líneas estratégicas como base de un futuro Plan Energético de La Rioja (2014)*. Logroño: Gobierno de La Rioja, 2015 (Disponible Resumen ejecutivo). 48 p.