

05-042

ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF BIOMASS INTEGRATION INTO INDUSTRIAL PARKS. ENERING LIFE + PROJECT AS A CASE STUDY

García-Cascales, M. Socorro ¹; Molina-García, Ángel ¹; García Sanchez, Tania ²;
Paredes, José Miguel ³

¹ Universidad Politécnica de Cartagena, ² Universidad de Castilla la Mancha, ³
Centro tecnológico del medioambiente

Along the last decade, the energy interests of most industrialized countries have focused mainly on a reduction of emissions of greenhouse gases, along with a series of policies focused on the promotion of renewable sources decreasing the energy dependence with third countries. Within these uses of natural resources, this paper aims to analyze from an environmental and economic impact that involves the integration of biomass into industrial parks to provide cold/heat for industrial processes. Specifically, we have developed a study from the point of view of economic and environmental advantages would the use of indigenous biomass to reduce electricity demand in the industrial sector, especially in those procedures that have remarkable needs for cold/heat. This analysis includes the case study developed under the European project Enering Life +, real example of integration of this resource. Results of socio-economic and environmental impact of this real case and its extrapolation to the industrial sector of the Region of Murcia are also included in this paper.

Keywords: *Industrial parks; Biomass; Economic and environmental impact*

ANÁLISIS ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL DE INTEGRACIÓN DE BIOMASA EN POLÍGONOS INDUSTRIALES. EL PROYECTO ENERING LIFE+ COMO CASO PRÁCTICO

A lo largo de la última década, los intereses energéticos de la mayoría de países industrializados se han centrado principalmente en una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, junto con una serie de políticas centradas en la promoción de fuentes renovables con las que atenuar la dependencia energética con terceros países. Dentro de estas medidas de aprovechamiento de fuentes naturales, este artículo tiene por objetivo analizar desde el punto de vista medioambiental y económico el impacto que supone la integración de biomasa dentro de polígonos industriales para la obtención de frío/calor industrial. En concreto, se ha desarrollado un estudio desde el punto de vista económico y medioambiental de las ventajas que supondría el aprovechamiento de la biomasa autóctona con el fin de reducir la demanda eléctrica del sector industrial, sobre todo en aquellos procedimientos que poseen necesidades de frío/calor. Este análisis incluye el caso práctico desarrollado al amparo del proyecto europeo Enering Life+, ejemplo real de integración de este recurso para la obtención de frío industrial. Resultados esperados de impacto socio-económico y medioambiental de este caso real, así como su extrapolación al tejido industrial de la Región de Murcia son también incluidos en el presente artículo.

Palabras clave: *Polígonos Industriales; Biomasa; Impacto Socio-Económico y Medioambiental*

Correspondencia: M^a del Socorro García-Cascales socorro.García@upct.es

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado con fondos europeos del programa LIFE + mediante el proyecto (LIFE-11-ENV-ES-542) y agradecer a todos los socios del proyecto INFO, CETENMA, CTON, COIIRM, UPCT y así como a la empresa DIEGO Zamora S.A.

1. Introducción

Las soluciones basadas en fuentes de naturaleza renovable suponen en la actualidad un elemento fundamental asociado a tecnologías de baja emisión para el suministro energético mundial; ganando terreno rápidamente y respaldadas por financiaciones públicas que ascienden globalmente a \$120 mil millones en 2013. Así, y a tenor de la creciente reducción de costos y del apoyo gubernamental continuado, las energías renovables representarán casi la mitad del aumento en la generación total de electricidad para 2040. La cuota de participación de fuentes renovables en la generación de energía se ve más incrementada en los países de la OCDE, con un 37%, y un crecimiento equivalente a la totalidad del aumento neto en el suministro eléctrico de la OCDE. Este crecimiento de generación de energías renovables es más del doble que el medido en países no pertenecientes a la OCDE, encabezados por China, India, América Latina y África. Así, a nivel mundial, las aportaciones de energía eólica suponen la mayor parte del crecimiento en la generación basada en energías renovables (34%), seguido de la energía hidroeléctrica (30%) y energía solar (18%). Considerando que la cuota eólica y solar fotovoltaica en el mix energético mundial se verá cuadruplicada, su integración, tanto desde una perspectiva técnica y de mercado emerge como un importante reto, con integración de eólica de hasta un 20% de la generación total de electricidad en la Unión Europea y con una participación de la energía solar fotovoltaica del 37% de la demanda máxima en Japón durante los meses estivales (IEA,2014a). Este aumento en la capacidad de generación eléctrica se ha sustentado en una clara apuesta por las inversiones públicas, previendo una inversión en torno al 54% para instalaciones convencionales y el resto de fuentes renovables excluyendo las hidráulicas para el período hasta 2035 (IEA,2014b). Todo ello supondrá una importante disminución de los gases de efecto invernadero a tenor de la implantación de soluciones que eliminan estas aportaciones, tal y como se recoge a nivel mundial en la Figura 1.

En paralelo con el desarrollo tecnológico y las soluciones que puedan adoptarse e integrarse, el comportamiento del sector eléctrico está regulado por un conjunto de políticas y normativas de conexión que inciden sobre todos los agentes del sector: productores, consumidores, inversores y demás partes interesadas. Por este motivo, y con el fin de desarrollar eficazmente tanto normas como requerimientos, los responsables políticos han de poseer información precisa y actualizada sobre los factores que influyen en las inversiones relativas a nuevas plantas de generación. De igual manera, un conocimiento económico y de rentabilidad debe ponerse en manos de los clientes privados potenciales, para favorecer la incorporación de fuentes renovables con las que disminuir las necesidades de demanda eléctrica. Sin embargo, existen lagunas en cuanto a datos y a información de carácter económico vinculados a la evolución de las energías renovables, especialmente cuando se comparan con tecnologías no renovables (Mostajo,2013). Más aún, no resulta fácil encontrar respuesta de una manera contrastada de la repercusión económica y el impacto de las renovables a la luz de casos prácticos reales, en muchas ocasiones porque son todavía pocos los ejemplos que sobre ello se tienen, aunque se cuentan con numerosos estudios y escenarios simulados. Dentro de este escenario, el presente artículo describe un caso real de implantación de biomasa como fuente de obtención de frío/calor en procesos industriales, incluyendo un análisis medioambiental y económico del caso de estudio y extrapolando los resultados a polígonos industriales donde las necesidades de frío/calor asociados a procesos suponen un alto porcentaje de la demanda eléctrica global.

Figura 1: Demanda energética mundial y perspectivas futuras

	1990	2000	2012*	2020	2025	2030	2035	2012-2035**
Oil	3 231	3 663	4 158	4 469	4 545	4 600	4 666	0.5%
Gas	1 668	2 072	2 869	3 234	3 537	3 824	4 127	1.6%
Coal	2 230	2 357	3 796	4 137	4 238	4 309	4 398	0.6%
Nuclear	526	676	642	869	969	1 051	1 118	2.4%
Hydro	184	225	313	391	430	466	501	2.1%
Bioenergy***	893	1 016	1 318	1 488	1 598	1 718	1 848	1.5%
Other renewables	36	60	142	311	432	566	717	7.3%
Total (Mtoe)	8 769	10 070	13 240	14 899	15 749	16 534	17 376	1.2%
<i>Fossil fuel share</i>	<i>81%</i>	<i>80%</i>	<i>82%</i>	<i>79%</i>	<i>78%</i>	<i>77%</i>	<i>76%</i>	<i>n.a.</i>
Non-OECD	4 047	4 506	7 606	9 019	9 859	10 623	11 406	1.8%
OECD	4 522	5 292	5 271	5 478	5 461	5 455	5 484	0.2%
CO₂ emissions (Gt)	20.9	23.7	31.5	34.3	35.4	36.2	37.2	0.7%

* 2012 data are preliminary estimates. ** Compound average annual growth rate. *** Includes traditional and modern biomass uses. Notes: Mtoe = million tonnes of oil equivalent; Gt = gigatonnes; Non-OECD and OECD totals exclude international bunkers.

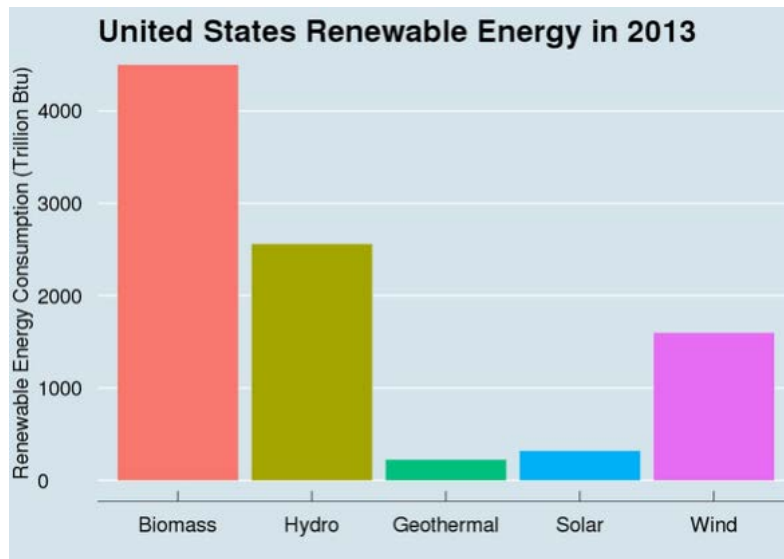
Fuente: International Energy Agency (2014b), World Energy Investment Outlook 2014, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEIO2014.pdf>

2. Biomasa como Solución Renovable

Dentro de las distintas posibilidades existentes en la actualidad de integración de fuentes renovables para disminuir las emisiones y reducir la dependencia energética, el uso de biomasa como combustible sustitutivo de fuentes convencionales ha alcanzado cierta relevancia, ayudado tanto por la diversidad de vegetación y cultivos que pueden utilizarse como por las posibilidades de emplear esta fuente renovable en plantas ya existentes y que en la actualidad son alimentadas mediante carbón (Cuellar, 2009). En cualquier caso, la baja penetración de la biomasa en el mercado eléctrico se debe sobre todo a razones económicas. En general, la biomasa resulta más costosa que el carbón y además presenta rendimientos más bajos que las mismas plantas alimentadas con carbón.

Actualmente, el mercado de la biomasa a nivel global representa en torno al 5% del uso total de la energía en países industrializados, incluyendo los biocarburantes y el uso de pellets (Vakkilainen, 2013). En estos países, se utiliza la biomasa para aplicaciones industriales como fuente calorífica, de generación de electricidad y en el transporte por carretera, así como para calefacción en el sector privado. En 2009, alrededor del 13 % del uso de la biomasa tuvo como finalidad la generación de calor y electricidad, mientras que el sector industrial demandó el 15% y el sector de transporte un 4%. La Figura 2 presenta un resumen desglosado y actualizado a 2013 de las fuentes energéticas renovables referidas a Estados Unidos, donde emerge la biomasa como una de las fuentes de mayor aportación en la actualidad.

Figura 2: Desglose de fuentes energéticas renovables

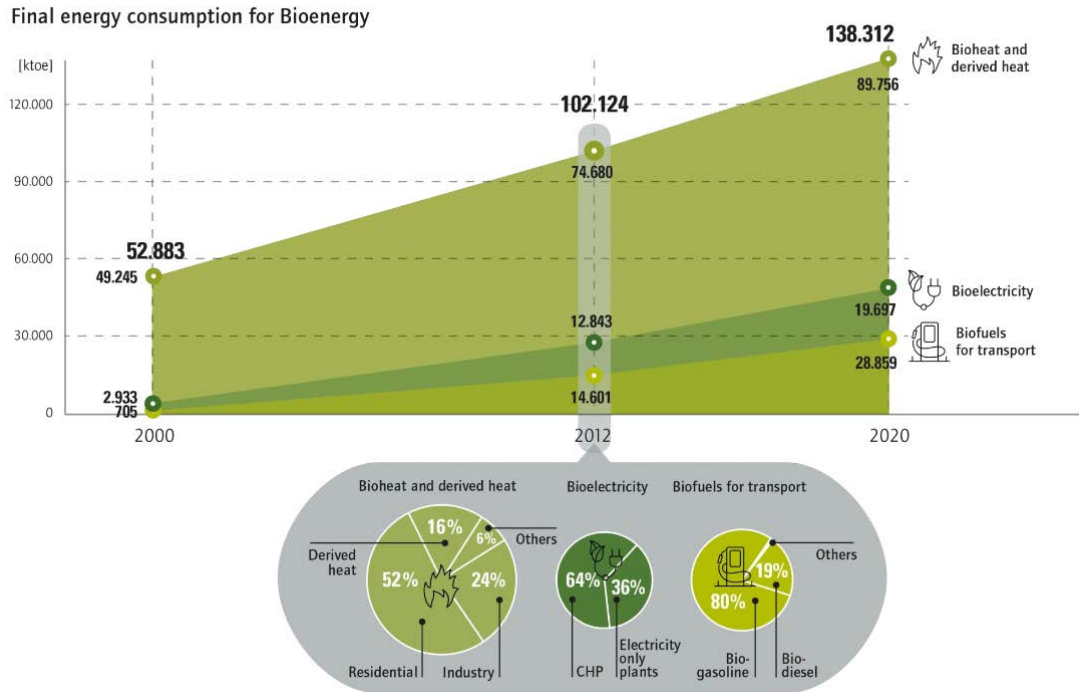


Fuente: *The Energy Collective 2014*; <http://theenergycollective.com/robertwilson190/370286/biomass-worlds-biggest-provider-renewable-rnergy>

En cuanto al desglose de biomasa por usos finales de la misma, indicar que en la actualidad la mayor parte de la misma se destina a uso residencial. Su aportación a nivel industrial, bien como fuente generadora de electricidad o bien como fuente de aportación de calor, se encuentra en una proporción mucho menor, aunque se espera que la bioenergía aumente considerablemente su cuota de participación en un futuro a corto plazo, ver Figura 3. En el sector energético industrial, los países de mayor uso de la biomasa son Brasil con un 16% del uso mundial en el sector, Estados Unidos (9%) y Alemania (7%). De hecho, los 15 países de mayor integración de biomasa aglutinan el 65% del uso global. Entre estos países, hay varios en vías de desarrollo, siendo en ellos necesario unas estimaciones externas debido a la falta de estadísticas oficiales internas. Por ejemplo, en el Congo, Nigeria y Tanzania se estima que el uso de biomasa para estar cerca de 90% del consumo total de energía.

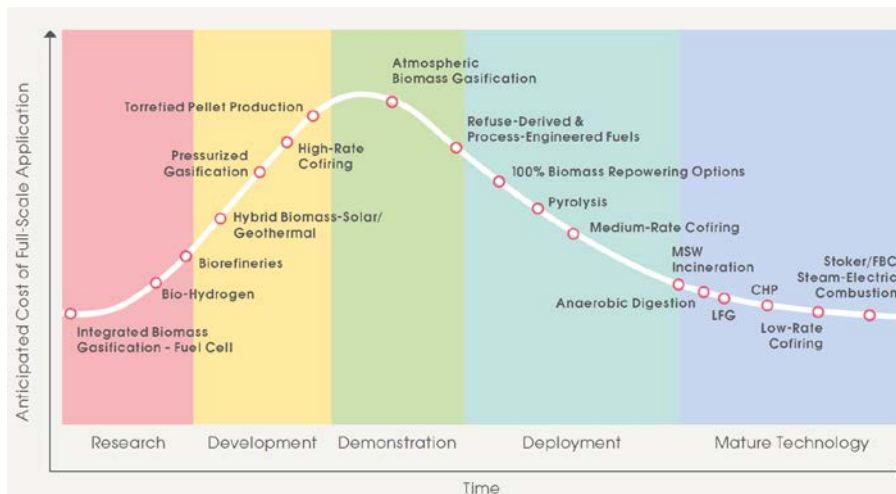
Finalmente, indicar que son varias las tecnologías de aprovechamiento de biomasa como fuente de generación de potencia, tanto eléctrica como calorífica. Muchas de ellas todavía en estudio y que no han sido transferidas a la sociedad como solución comercial accesible. En este sentido, la Figura 4 muestra un esquema representativo del estado de las tecnologías asociadas con la biomasa y las amplias posibilidades que esta fuente proporciona.

Figura 3: Evolución de Bioenergía



Fuente: europeAn bioenergy Outlook 2014; <http://www.aebiom.org/wp-content/uploads/2014/11/Presentation-Statistical-Report-2014.pdf>

Figura 4: Madurez de tecnologías de generación de potencia a través de biomasa



Fuente: EPRI (2011)

3. El Proyecto ENERING Life+

El proyecto Enering, financiado por la Unión Europea dentro del Programa Life+ con referencia LIFE-11-ENV-ES-542, supone una propuesta demostrativa y real de integración de fuentes renovables en polígonos industriales. En concreto, se ha realizado una experiencia piloto aprovechando los recursos solar y de biomasa con el fin de disminuir la demanda eléctrica de las instalaciones del Grupo Diego Zamora ubicadas en Cartagena (Murcia). En concreto, se ha implementado una instalación solar fotovoltaica de 100 kWp y un sistema de refrigeración por absorción con el fin de suministrar las altas necesidades de climatización existentes en la planta donde se fabrican y almacenan licores cuyos requisitos de temperatura son críticos (García-Cascales, 2014).

El sistema de absorción permite cubrir las necesidades de refrigeración de los procesos de fermentación y maceración en frío (por debajo de 0°C), con un total de 352 kW de capacidad de refrigeración y alimentado el sistema a través de la biomasa propia de la zona. En cuanto a las disminuciones de demanda eléctrica, ésta se sitúa en torno al 70%-80% mediante la integración de biomasa como fuente de generación eléctrica y también como apoyo calorífico en parte del proceso industrial.

En cuanto a la reducción de demanda eléctrica y por ende la reducción de emisiones de efecto invernadero, si asumimos una demanda promedio de energía diaria en torno a 1 MWh, esto supondría más de 300 MWh por año. Además, las reducciones de demanda pueden incluso ser más relevantes en las horas pico y los meses estivales, coincidiendo el período donde el sistema es más productivo con las demandas de energía más altas. En términos de ahorro de CO₂, y considerando una producción de CO₂ de 0,523 kg/kWh, se estima que la solución propuesta podría ahorrar en torno a 150 Toneladas de CO₂/año. La Figura 5 muestra las instalaciones sobre las que se ha llevado a cabo la integración de biomasa así como la recepción de la máquina de absorción a su llegada a las instalaciones.

Figura 5: Proyecto Enering Life+, Instalaciones y máquina de absorción Thermax LT10



Fuente: *Elaboración propia*

4. La Región de Murcia. Caso de Estudio

A partir de los resultados obtenidos en el proyecto anteriormente comentado, se ha realizado un estudio general para la Región de Murcia en su conjunto, extrapolando los datos de disponibilidad de biomasa autóctona y estimando los beneficios medioambientales y económicos que generaría. Así, indicar que la Región de Murcia tiene una extensión aproximada de unos 11.314 km² lo que suponen en torno al 2,24% de la superficie total de España. Está ubicada al suroeste de la Península Ibérica, limitando al Norte con Albacete, al Este con Alicante, al Sur con el Mediterráneo, y al Oeste con Almería y Granada. Dentro de la superficie forestal destacan los pastos con arbolado, ya sea denso (52,1%) o ralo (7,6%), que ocupan prácticamente dos tercios de la superficie forestal regional. Resulta ésta una unidad muy heterogénea a la hora de realizar una caracterización adecuada, debido a que se incluyen dentro de este tipo cualquier clase de vegetación sobre la que se superponga un estrato arbóreo, en el caso de la Región de Murcia esta cobertura arbolada es en su gran mayoría de pino carrasco (*Pinus halepensis*). (Serrano, 2015)

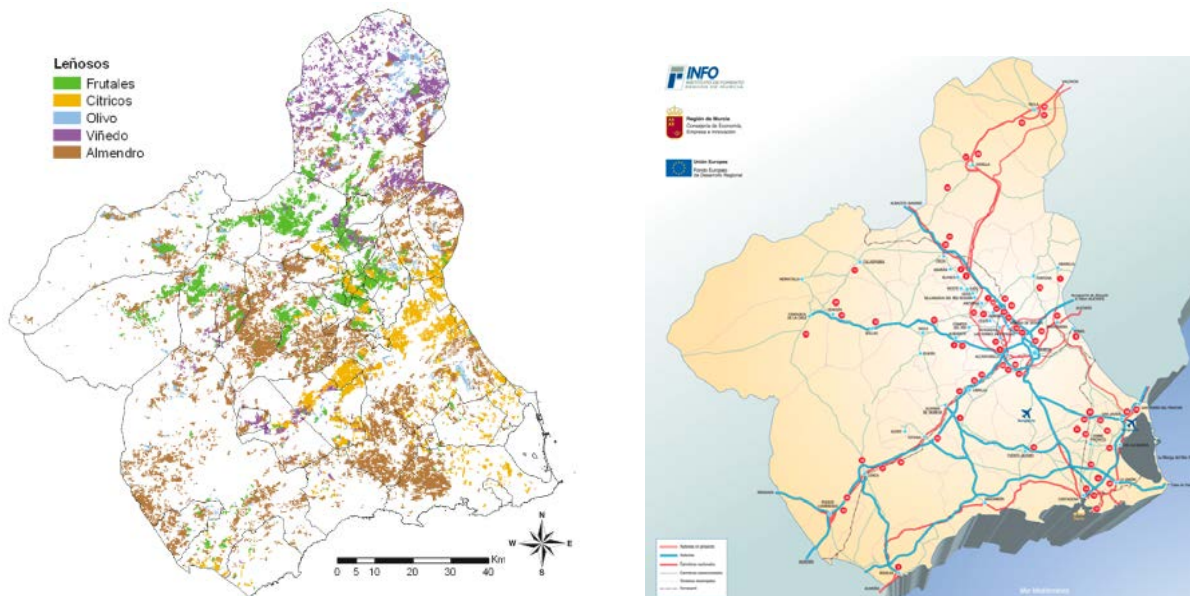
En lo que se refiere a la explotación de la biomasa como recurso renovable, indicar que teniendo en cuenta las características de la Región de Murcia, el potencial explotable está condicionado por la superficie que está siendo cultivada, así como por los residuos forestales y agrícolas. Con respecto a los residuos agrícolas, dado el carácter eminentemente agrícola de la Región, supone uno de los mayores potenciales en energías renovables, ya que en 2007 se contabilizaron 109.554 Ha de cultivos herbáceos, 210.894 Ha de cultivos leñosos y 276.894 Ha de tierra de bosque (Gómez-López, 2010). De hecho, de entre las distintas fuentes de las que puede derivar la biomasa, la procedente de madera de árboles y arbustos es, según la mayoría de autores consultados, la más empleada habitualmente para la generación eléctrica.

En lo que respecta al desglose por los cultivos, la Tabla 1 muestra la distribución porcentual y las Ha correspondientes a cada uno de ellos. De igual manera, y teniendo en cuenta la importancia que poseen los cultivos leñosos para el aprovechamiento de biomasa, la Figura 6 muestra la distribución de cultivos en la Región de Murcia acompañado de un desglose de la ubicación geográfica de los polígonos industriales.

Tabla 1: Distribución de cultivos y pastos (Región de Murcia)

FORMACIÓN	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
Pastos con arbolado denso	265.239	23,4
Pastos con arbolado ralo	38.626	3,4
Arbustivos de alta montaña	1.419	0,1
Arbustivos permanentes de zonas subdesérticas	3.933	0,3
Arbustivos azonales	2.440	0,2
Arbustivos seriales de alto nivel evolutivo	320	0,0
Arbustivos seriales de bajo nivel evolutivo	162.540	14,4
Herbáceos xero-mesofíticos de vivaces y anuales	35.060	3,1
Cereales	159.659	14,1
Almendra y plantaciones mixtas con otras leñosas	135.564	12,0
Hortícolas	131.410	11,6
Frutales	47.555	4,2
Agrios	43.323	3,8
Viñedo	40.563	3,6
Olivo	14.624	1,3
Cultivo forzado	5.243	0,5
Improductivo	35.400	3,1
Humedal y agua	8.476	0,7
TOTAL	1.131.394	100,00

Figura 6: Distribución de los cultivos leñosos y polígonos industriales en la Región de Murcia



Tal y como puede apreciarse, existen dos grandes núcleos de actividad industrial, uno situado en las proximidades de la ciudad de Murcia y el otro ubicado en la zona costera cercana a la ciudad de Cartagena. Eso hace que el estudio de utilización de biomasa y el transporte correspondiente se puedan abordar en base a estas dos zonas de mayor actividad, no existiendo una gran distancia entre ellas.

4. Evaluación Energética y Medioambiental. Resultados

A la hora de valorar la biomasa como fuente renovables se han tenido en cuenta los cultivos que general biomasa leñosa presentes en la Región de Murcia y discutidos en la sección anterior, así como los valores estimativos recomendados por IDEA para el cálculo de rendimientos y de potencial eléctrico (Margarit,2011). De acuerdo con el estudio presentado en (Margarit,2011), la Región de Murcia posee un potencial de biomasa disponible de 1.362.342 Toneladas/año, lo que supone siguiendo estas estimaciones un total de 290.355 Toneladas Equivalente de Petróleo/año. En lo que respecta a los restos agrícolas leñosos, la Región de Murcia posee 1.028.533 Toneladas/año, representando en torno a 231.623 Toneladas Equivalente de Petróleo/año. Estas cifras están en línea con lo comentado en apartados anteriores, donde se hacía mención de que los restos agrícolas leñosos suponen una de las fuentes más destacables de obtención de biomasa, máxime en zonas eminentemente agrícolas como ocurre en la Región de Murcia. Estudios similares pueden encontrarse en (Azara,2006) para la provincia de Huesca, donde se estima la disponibilidad de biomasa de origen agrícola y leñosa en torno a 300.000 Toneladas/año.

En lo que respecta al potencial eléctrico de las superficies cultivadas y dedicadas a cultivos leñosos, y teniendo en cuenta los factores de conversión facilitados por IDAE donde el potencial se encuentra en torno a $PCI = 4100 \text{ kcal/kg} = 4,76 \text{ kWh/kg}$, la Tabla 2 recoge la superficie por comarcas, y la Tabla 3 el potencial de biomasa de la Región de Murcia.

La utilización eficiente de la biomasa autóctona conlleva recorridos por carretera que en ningún momento superan los 50 km de radio, suponiendo una de las alternativas a estudiar de cara a la reducción de la demanda eléctrica, sobre todo en aplicaciones industriales de aportación de calor o bien en generación eléctrica puntual, de acuerdo al potencial eléctrico resultante.

Tabla 2: Superficie de cultivos agrícolas en Ha por comarcas (Región de Murcia)

	ALMENDRO	CITRICOS	FRUTALES	OLIVARES	VIÑEDOS
ALTIPLANO	21.439,00	3.065,00	6.424,00	7.864,00	32.249
NOROESTE	12.080,00	0,00	8.742,00	2.073,00	906
RIO MULA	26.196,00	740,00	4.956,00	300,00	428
VEGA DEL SEGURA	20.864,00	22.194,00	24.350,00	2.646,00	2.893
VALLE DEL GUALENTIN	32.717,00	11.208,00	2.652,00	1.699,00	4.010
CAMPO DE CARTAGENA	22.269,00	6.118,00	430,00	41,00	76
TOTALES	135.565,00	43.325,00	47.554,00	14.623,00	40.562

En referencia a los costes económicos, resulta interesante una comparativa con el fin de conocer los intervalos en los que actualmente se encuentra la obtención de biomasa tanto en Europa como fuera de ella. La Tabla 4 muestra los datos medios de obtención de biomasa para el caso español y el americano, donde se pueden apreciar las claras diferencias en materia de estimaciones de gastos de obtención. En cualquier caso, existen discrepancias en cuanto a los costes de biomasa. Así, en (Faaij,2009) se indica que los costes de biomasa procedente de residuos agrícolas oscilan entre 1 y 7 €/GJ. Esta disparidad de valores a la hora de estimar el coste de biomasa es también discutida en dicha contribución, donde de todas las regiones analizadas se indica que el oeste de Europa (Francia, Italia y España) es una región significativamente atractiva en base a criterios de bajo coste y alto potencial de biomasa.

Tabla 3: Potencial de Biomasa cultivos agrícolas por comarcas GWh/año (Región de Murcia)

	ALMENDRO RRS=1	CITRICOS RRS=1,5	FRUTALES RRS=1,5	OLIVARES RRS=0,8	VIÑEDOS RRS=1
ALTIPLANO	71,49	477,2	440,4	22,0	6,1
NOROESTE	40,2	0,00	599,3	5,8	0,2
RIO MULA	87,3	115,2	339,7	0,8	0,1
VEGA DEL SEGURA	69,5	3.455,8	1.669,2	7,4	0,5
VALLE DEL GUALENTIN	109	1.745,2	181,8	4,75	0,7
CAMPO DE CARTAGENA	74,2	952,6	29,5	0,11	0,1
TOTALES (MWh/año)	451,7	6.746,0	3.259,9	40,9	7,7

Tabla 4: Comparativa de costes económicos de obtención de Biomasa

DENOMINACIÓN	LUGAR/PROCEDENCIA	COSTE APROX.
Residuo Agrícola	EEUU	20 a 50 \$/Tonelada
Residuo Agrícola	España	20 a 25 €/Tonelada

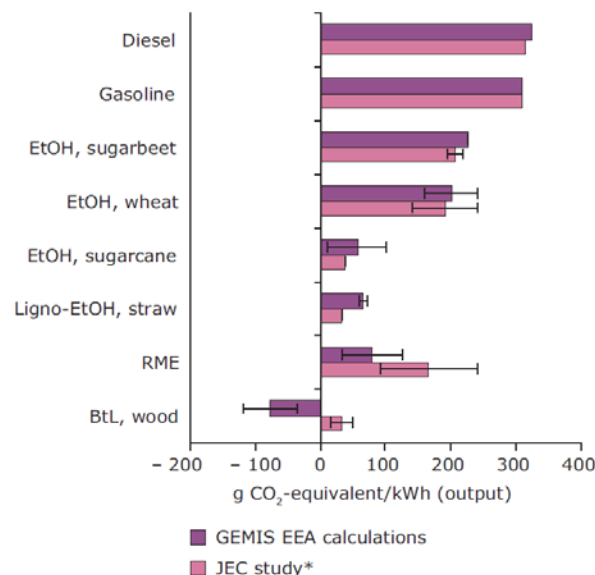
Fuentes: IDAE Estudio de Biomasa 2011-2020. IRENA Biomass for Power Generation 2012

Así pues, en lo que se refiere a la Región de Murcia, el aprovechamiento de biomasa de origen agrícola, suponiendo una disponibilidad en torno a 1 millón de Toneladas/año de dicho origen implicaría un coste de entre 20 y 25 M€/año en lo que se refiere a la obtención de biomasa para la Región de Murcia según datos de partida recogidos en la Tabla 4. Al mismo tiempo, la reducción de Toneladas de Petróleo Equivalentes (Tep)/año estaría en algo menos de 250 millones de Tep/año. Para estos cálculos se ha asumido un coste de transporte de 6 €/Tonelada con una distancia media a destino de alrededor de 60 km y donde se han incluido los gastos derivados de la carga y descarga de la biomasa.

En lo referente al término energético, de la Tabla 3 se deduce un valor aproximado de 10,5 GWh/año de energía procedente de biomasa en la Región de Murcia de origen exclusivamente agrícola. Si tomamos como base para el cálculo económico los valores de la Tabla 4, los cálculos estimativos de costes de biomasa para la Región de Murcia quedarían según las fuentes enmarcados entre los 20 y los 25 M€/año. A estos costes habría que añadir los propios de incorporación de equipamiento para la generación eléctrica o el aporte de calor a partir de esta fuente renovable, los cuales supondrían una inversión inicial para los clientes que así lo demandaran.

Atendiendo a los beneficios medioambientales, se obtendría una clara reducción de gases de efecto invernadero como consecuencia de la obtención potencia y calor a través de biomasa. Estimaciones de la reducción de CO₂ pueden deducirse atendiendo a la producción de 10,5 GWh/año. Así, según (IDAE,2014) se tendría que la electricidad convencional nacional tiene una tasa de emisiones de 0,4 kgCO₂/kWh mientras que la biomasa presenta una tasa de emisiones de 0,018 kgCO₂/kWh, por lo que se tendría una reducción estimada de 400.000 Toneladas de CO₂/año; basando todos los cálculos en una producción energética supuesta de 10,5 GWh/año con fuente de biomasa de origen agrícola.

Figura 7: Comparativa de gases de efecto invernadero: combustibles fósiles y biomasa



Fuente: Maximising the environmental benefits of Europe's bioenergy potential, Technical Report 10/2008

A este respecto, indicar que los actuales análisis de ciclo de vida (LCA, acrónimo inglés) en referencia a la obtención tanto de biomasa como de biocarburantes, reflejan una clara ventaja de esta fuente en comparación con fuentes convencionales, aunque no siempre su obtención está exenta de generación de CO₂. En este sentido, resulta interesante resaltar en este punto las posibles emisiones derivadas de los procesos de biomasa cuyo resumen queda reflejado en la Figura 7.

6. Conclusiones

Se presenta en este trabajo un estudio desde el punto de vista económico y medioambiental de las ventajas que supondría el aprovechamiento de la biomasa autóctona con el fin de reducir la demanda eléctrica del sector industrial, sobre todo en aquellos procedimientos que poseen necesidades de frío/calor. Este análisis incluye el caso práctico desarrollado al amparo del proyecto europeo Ening Life+, ejemplo real de integración de este recurso para la obtención de frío industrial, así como la extrapolación de estimaciones desde el punto de vista económico y medioambiental al resto de la Región de Murcia.

Los resultados muestran que, tomando como referencia la biomasa procedente de la agricultura, principalmente biomasa de origen leñoso, la Región de Murcia dispondría de alrededor de 1 millón de Toneladas/año, estimándose esta fuente energética en torno a 250 Toneladas equivalentes de petróleo/año, con el consiguiente coste económico y medioambiental que el petróleo acarrea, así como la clara dependencia energética con terceros países. Desde el punto de vista de costes, estimando un gasto de 20 a 25 €/Tonelada de biomasa, se tendrían en torno a 20-25M€/año para la obtención de biomasa. Por otro lado, en cuanto a reducción de gases de efecto invernadero, la extrapolación de valores a toda la Región se han estimado alrededor de 400.000 Toneladas de CO₂/año.

7. Referencias

- Azara De F. (2006), Evaluación del potencial de biomasa residual en los ecosistemas forestales y los medios agrícolas en la provincia de Huesca, CIRCE.
- Cuellar A.D. (2009), Plant Power: The cost of using biomass for power generation and potential for decreased greenhouse gas emissions, University of Texas, Austin, EEUU, PhD.
- Faaij A. (2009), European biomass resource potential and costs, Biomass and Bioenergy vol 34(2). DOI: 10.1016/j.biombioe.2009.07.011
- Gómez-López M.D., García-Cascales M.S., Ruiz-Delgado E. (2010), Situations and problems of renewable energy in the Region of Murcia, Spain, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 14, pp. 1253–1262.
- García-Cascales M.S., Molina-García A., Ortuño A. Martínez-Sánchez R. (2014) Proyecto Demostrativo de aprovechamiento de los recursos renovables locales en procesos industriales: Ening Life+ 18th International Congress on Project Management and Engineering, Alcañiz (Teruel)
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía IDAE (2014), Factores de Emisión de CO₂ y Coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España, Versión 03/03/2014.
- International Energy Agency (2014a), World Energy Outlook 2014, Executive Summary <https://www.iea.org/Textbase/npsum/WEO2014SUM.pdf>
- International Energy Agency (2014b), World Energy Investment Outlook 2014, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEIO2014.pdf>
- Margarit I Rosel (2011), J., Evaluación del potencial de la energía de la biomasa, Estudio Técnico PER 2011-2020, Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE)

- Mostajo Veiga, M., Fariña Álvarez P., Fernández-Montes Moraleda M., Kleinsorge A., (2013). Study on Cost and Business Comparison of Renewable vs. Non-renewable Technologies (RE-COST), IEA Implementing Agreement on Renewable Energy Technology Deployment (IEA-RETD).
- Serrano J., Paredes J.M., García-Cascales M.S., Sánchez-Lozano J.M., Molina-García A. (2015) Potential Study of Biomass in the Area of Cartagena (Spain) under the ENERING LIFE+ European Project. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'15) La Coruña
- Vakkilainen E., Kuparinen K., Heinimö J. (2013), Large industrial users of energy biomass, IEA BioEnergy Task 40, Lappeenranta University of Technology