

JORNADAS IDEANDO UN MADRID SOSTENIBLE

Observatorio Crítico de la Energía

www.observatoriocriticodelaenergia.org
www.accionenredmadrid.org

Acción en Red

Potencial de la energía de la biomasa y geotérmica en la Comunidad de de Madrid

Francisco Castejón (Observatorio Crítico de la Energía - Acción en Red)

Silvia Alonso (Observatorio Crítico de la Energía)

Antonio Lucena (Acción en Red)

Biomasa

Dentro del marco de estudio propuesto sobre la situación de la Comunidad de Madrid (CAM) y las posibles políticas a desarrollar es necesario hablar sobre el uso actual y el potencial de la biomasa, y más en concreto, sobre el de los residuos sólidos urbanos (RSU). Cuando se habla de procesos de aprovechamiento de la energía de la biomasa se pueden considerar diferentes métodos que bien implican algún tipo de combustión, con la consiguiente liberación a la atmósfera de contaminantes, ya sea gases de efecto invernadero u otro tipo de gases o partículas, o bien la digestión anaerobia, que produce gas natural. Por esta razón, consideramos que cuando se habla de tratamiento de residuos, se deberían priorizar los procedimientos que tiendan a cerrar los ciclos de materia y eviten totalmente la emisión a la atmósfera de contaminantes, como la fabricación de compost. Sin embargo, dada la gran cantidad de residuos que se generan en nuestra sociedad, resulta necesario reducir el volumen y la concentración de los mismos para evitar problemas mayores. En este marco es en el que vamos a considerar los siguientes procesos de producción de energía a partir de la biomasa.

Se considera biomasa a una gran diversidad de material orgánico, ya sea los residuos procedentes de la agricultura y la ganadería, los cultivos energéticos o los RSU. Para nuestro caso de estudio, la CAM, la aportación de residuos

de la agricultura y la ganadería es pequeña, puesto que estas actividades son poco abundantes, y de momento, no se plantea el uso de cultivos energéticos. También se sumarán a estos residuos del ámbito rural los procedentes de la limpia de bosques, tampoco demasiado abundantes en la comunidad. Por lo tanto, como es natural en una región de carácter urbano principalmente, la mayor aportación de la biomasa hay que achacarla al aprovechamiento de los RSU y los lodos procedentes de las depuradoras que limpian las aguas residuales. La estimación de los recursos de la biomasa en nuestra comunidad que se propone en este apartado se basa en el artículo de Gómez et al [1].

Los residuos agrícolas, ganaderos y forestales

Es necesario tener algún tipo de control sobre estos residuos, dado que si no se gestionan de manera adecuada se puede llegar a situaciones de contaminación de aire y agua, sobre todo en zonas de gran concentración de granjas [2], o bien a incendios incontrolados en el caso de residuos forestales. La gestión de estos residuos ya genera en sí un gasto, sin embargo se podría aprovechar su potencial de alguna manera. La generación de electricidad a partir de los mismos debería realizarse in situ, mediante calderas mixtas, digestión anaerobia y fabricación de pellets. Estimando el coste de las centrales de biomasa a partir de centrales térmicas de similar potencia se ha llegado a la conclusión de que la electricidad obtenida a partir de este tipo de residuos sería de unos 8 c€/kWh. Esto se sitúa en el límite de la rentabilidad, sin embargo, teniendo en cuenta que nos estamos librando de unos residuos de los que de todas maneras teníamos que hacernos cargo, la rentabilidad real aumenta. En general, con los residuos agrícolas, ganaderos y forestales se podrían producir unos 40GWh/año.

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

La CAM produce unas 0,572 toneladas de RSU por persona y año, lo que supone unas 3.5 millones de toneladas en total, donde aproximadamente el 70 % es biomasa susceptible de ser utilizada para obtener energía. Actualmente una fracción de estos residuos son recogidos, seleccionados, reciclados y almacenados, lo que ya en sí es un gasto importante. Es imprescindible mejorar los procesos de recogida selectiva para reciclar aún más fracción de los residuos. Por lo tanto resulta razonable tratar de sacar un beneficio energético de este proceso. Con los residuos de vertedero existen tres tipos de tecnologías ya aplicables para la generación de energía eléctrica: la incineración, la digestión anaerobia y el gas vertedero.

De las dos últimas se obtiene metano que utilizarse mediante un ciclo combinado. Además, al suprimir el biogás que se produce de forma natural en el proceso de descomposición, se combaten los incendios espontáneos que tienen lugar en los vertederos, que son peligrosos y emiten gran cantidad de contaminantes a la atmósfera, y se elimina este potente gas de efecto invernadero. Si se apuesta por el gas de vertedero, se podría alcanzar una producción de unos 400 GWh/año; si se usa la digestión anaerobia para producir biogás se obtendría más o menos

la mitad, 200GWh/año. Al menos durante los años que todavía dispongamos de gas de vertedero, podemos combinar las dos tecnologías, con una producción de unos 600 GWh/año.

La incineración directa de esta materia orgánica también podría ser una opción a la hora de obtener energía eléctrica, en principio mucho más barata que las dos anteriores. Sin embargo, si no se ha separado convenientemente de otros compuestos, tiene el grave problema de la generación de dioxinas y furanos, por lo que se necesitan instalaciones adecuadas que aseguren la mínima emisión de estos contaminantes, lo que encarece el coste del kWh. En un apartado posterior se explicarán los problemas principales de la incineración. Con la incineración de la materia orgánica se podría conseguir una producción de entre 1200 y 2500 GWh/año. Para optar a esto hay que cambiar el sistema de recogida de basuras y separar la materia orgánica del resto, y que las centrales de incineración que cumplan con las normativas de emisiones. De esta forma se podría aspirar a producir unos 2000 GWh/año.

Lodos procedentes de depurar aguas residuales

Con la combustión de lodos se tiene un problema similar a la de la incineración general de RSU, puesto que los compuestos de los lodos pueden ser muy contaminantes. Al incinerarlos se producen ciertas cantidades de dioxinas y furanos, por tanto las instalaciones dedicadas a su uso han de cumplir las especificaciones que explicaremos posteriormente. El coste del kWh procedente de esta fuente es similar al procedente de los residuos forestales y agrícolas: 8 c€/kWh, y se podría aspirar a producir unos 60 GWh/año.

Si recapitulamos, podemos obtener unos 700 GWh/año sin incineración y unos 2200 GWh/año incinerando la biomasa de los RSU orgánicos. En el primer caso, este aporte supone el 2,3% de toda la electricidad y el 6,9% de la electricidad doméstica consumida en la CAM. En el segundo, supone el 6,9% de la electricidad total y el 20,8% de la electricidad doméstica.

La incineración

A continuación se presentan una serie de preguntas sobre la incineración en las que tratamos de explicar en qué consiste, los peligros que tiene y las maneras en las que se pueden reducir estos peligros.

¿Qué es la incineración?

Es un proceso de combustión de residuos sólidos urbanos cuyo objetivo es disminuir su cantidad y aprovechar la energía que contienen. Además de los residuos

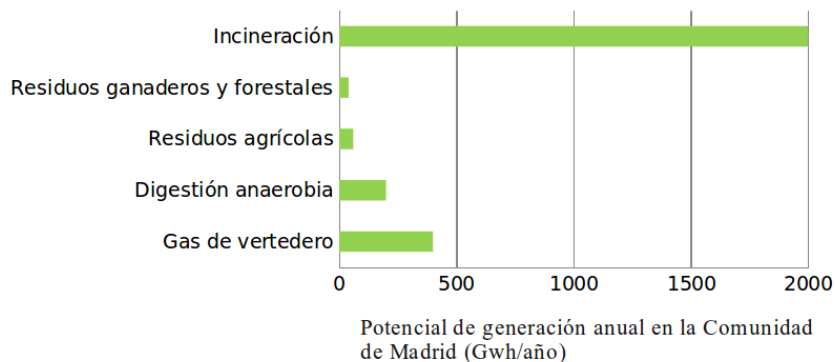


Figura 1: Potencial de generación eléctrica a partir de residuos en la Comunidad de Madrid

orgánicos, de los que se ha hablado más arriba, existen en los RSU otros que también tiene un gran poder calorífico y aumentarían la capacidad de producir energía.

¿Por qué incinerar?

Actualmente, la principal razón por la que se usa la incineración es para reducir el volumen de los residuos acumulados por las actividades humanas. También se puede aprovechar la energía que se obtiene por su combustión. Como ejemplo se puede poner la planta que la compañía Energy Answer International propone en la que se quemarán diariamente 2100 toneladas de residuos al día y se generarán 80MW de potencia [3].

¿Qué peligro tiene la incineración?

En la combustión de los residuos se generan y se emiten dioxinas y furanos. Las dioxinas y furanos son compuestos químicos halogenados que se obtienen en procesos de combustión de hidrocarburos en presencia de cloro. Se forman en la chimenea de salida, cuando se produce un enfriamiento gradual de los gases de la combustión. Aparecen en distintos procesos industriales, sobre todo los relacionados con la metalurgia dado que algunos metales, como el cobre, son grandes catalizadores de las reacciones que los generan, pero en los procesos de incineración de residuos también aparecen en cierta medida, sobre todo en incineraciones poco o nada controladas. Estos compuestos son muy estables y permanecen en agua, aire y suelo durante cientos de años, los seres vivos no los metabolizan, se van acumulando y pueden acabar afectando a la salud humana, tanto a corto plazo (manchas en la piel, acné) como a largo plazo (cáncer, diabetes, daños neurológicos, deterioro del sistema reproductivo) [4].

Unas pequeñas cantidades de dioxinas y furanos, muy difíciles de detectar, ya son perjudiciales para la salud.

¿Cómo se puede evitar la aparición de dioxinas en el proceso de incineración?

Lo primero que hay que conseguir es que el material que llegue a la incineradora tenga el menor porcentaje posible de residuos precursores de dioxinas, lo cual implica un proceso exhaustivo de selección. Una vez en la incineradora, la combustión se tiene que realizar a altas temperaturas, por encima de los 850°C en una primera cámara de combustión, durante más de 2 segundos, con un nivel adecuado de oxígeno, la recomendación europea establece que sea un 6 % de exceso de O₂. Posteriormente se necesita una nueva etapa de combustión en una cámara de postcombustión a una temperatura de unos 1200°C para la eliminación del material carbonáceo. La parte más crítica es la del enfriamiento posterior, que debe ser lo más rápido posible: de al menos 300°C/s y preferiblemente más de 1000°C/s en la franja de 200°C-500°C, la más proclive a la formación de dioxinas [4] [5]. De todas maneras, incluso con una instalación que cumpla todos estos requisitos, siempre van a aparecer cierta cantidad de dioxinas. A lo que se puede aspirar es a reducir estas emisiones lo suficiente como para que no se acumule en grandes cantidades.

¿Qué normativa existe respecto a las emisiones de dioxinas?

En 1993 la Unión Europea creó el Proyecto de Dioxinas Europeo cuyos objetivos eran la identificación de las fuentes industriales relevantes de dioxinas y furanos, la cuantificación de sus emisiones y la evaluación de las tecnologías de disminución [6]. En el marco de este proyecto se hizo un estudio sobre las emisiones de dioxinas y furanos en varios procesos industriales, entre ellos el tratamiento de residuos. Sobre las emisiones de España apenas se tiene registro de datos ya que las autoridades españolas no han hecho estudios al respecto y lo que se tiene es por investigaciones fuera de España. Por este motivo no se consideran las estimaciones hechas como demasiado veraces y la Comisión Europea recomienda enormemente programas para obtener datos más realistas [6]. De todas maneras, en lo que respecta al campo de la incineración de basuras, la UE no tiene una legislación establecida ni se tiene previsto en un futuro cercano hacer una. De momento los países que más plantas de incineración tienen son Francia, el Reino Unido y Bélgica, en el resto de países la cantidad de residuos que se trata en plantas de incineración es muy baja. Sin embargo, para la prevención de la contaminación del aire, se han establecido unos límites a la emisión de dioxinas, que no deberían superar los 0,1 ng I-TEQ/m³ ¹.

¿Existen instalaciones que puedan cumplir estos límites de emisiones?

¹I-TEQ: Factor Internacional de Equivalencia Tóxica

Se han realizado estudios sobre cómo deben ser las instalaciones. Deben cumplir los requisitos de funcionamiento especificados anteriormente. En la actualidad esta tecnología está disponible en Reino Unido y Francia, donde la incineración está muy implantada se está siguiendo un proceso de reconversión de las centrales para adaptarse a la recomendación europea de emisiones [4]. Como ejemplo de instalaciones que cumplen con la normativa, se puede nombrar a las que ofrece la compañía Energy Answer [7], y a la compañía HERA Plasma, que tiene un prototipo en Barcelona [8].

¿Cuál es nuestra opinión sobre la incineración?

Opinamos que a la vista de los datos que se tienen sobre la incineración, no consideramos que esta deba ser una primera opción en cuanto a tratamiento de residuos. Se debería priorizar los procedimientos que tiendan a cerrar los ciclos de materia y eviten totalmente la emisión a la atmósfera de contaminantes, tanto dioxinas como de cualquier otro tipo. Y en el caso de que se haga uso de ella se debería usar una incineradora de nueva generación que elimine totalmente las dioxinas y que reduzca al máximo las emisiones. Una separación previa de los residuos dejando los residuos orgánicos separados del resto ayudaría a introducir la incineración.

Energía geotérmica

La energía geotérmica consiste en aprovechar el calor del interior de la tierra para obtener energía. Se calcula que el calor de la tierra supone aproximadamente 1,5 veces la potencia de energía primaria consumida en el mundo. Es obvio, sin embargo, que en la actualidad no es practicable utilizar todo este potencial. Sin embargo tampoco es sensato desaprovecharlo prácticamente todo, tal y como ocurre hoy. El posible aprovechamiento geotérmico se basa en que la temperatura aumenta en promedio unos 3 grados por cada cien metros de profundidad. La forma más eficiente de aprovechar este calor es el calentamiento del agua para climatización u obtención de agua caliente sanitaria. El uso de la climatización permitiría usar el subsuelo como foco para elevar la temperatura del agua o de algún fluido portador de calor. A esta se la conoce como geotérmica de baja temperatura.

Pero también existen formaciones volcánicas que alcanzan altas temperaturas a baja profundidad. El aprovechamiento de esta energía es más sencillo. Bastará con inyectar agua u otro fluido y obtener vapor, que podría mover una turbina. A estos aprovechamientos se los conoce como energía geotérmica de alta temperatura.

La Comunidad de Madrid no dispone de formaciones geotérmicas de alta temperatura a baja profundidad, por lo que por el momento solo tiene sentido el

uso de la geotérmica de baja temperatura. Esta se puede usar en sistemas de climatización introduciendo un intercambiador de calor en masas del suelo que garanticen temperaturas de unos 25°C o 30°C. De esta forma se puede usar esta ayuda térmica para climatizar edificios o, incluso, calentar agua en el sector residencial o de servicios. Los intercambiadores pueden ser horizontales, que exigen excavar a menos profundidad, o verticales que exigen llegar a profundidades de unos 400 m.

En nuestra comunidad, en que la mayoría de la población vive en ambientes urbanos, con poco espacio entre viviendas, el sistema más práctico debería basarse en intercambiadores verticales. El aprovechamiento del calor interior de la tierra debería usarse mediante una bomba de calor, que puede funcionar mediante electricidad o gas. También podría usarse el fluido caloportador como entrada de una caldera de condensación, que debería emplear menos energía para alcanzar la temperatura deseada. Lo cierto es que existen muy pocas experiencias de este tipo de instalaciones, por lo que es difícil conocer sus costes. Pero la diferencia entre tener un foco frío de unos 10°C de media y un foco en que se parte de una temperatura de 30°C supone gasto cero para la climatización y un ahorro de aproximadamente un 50 % para el agua caliente sanitaria. Nuestra propuesta sería básicamente estudiar la disponibilidad de geotérmica y calcular el coste de introducir estos intercambiadores de calor verticales. Si instalásemos sistemas de este tipo en un 50 % de los hogares y de las instalaciones de servicios, así como en las piscinas, se podría alcanzar un ahorro global del 28 % de la energía consumida en el sector doméstico y de servicios. Esto implicaría un ahorro del 6 % de la energía primaria consumida en la Comunidad de Madrid.

Comentario de ABM: La bibliografía aparece comentada en el documento original.

Referencias

- [1] Antonio Gómez, Javier Zubizarreta, Marcos Rodrigues, César Dopazo, Norberto Fueyo. "Potential and cost of electricity generation from human and animal waste in Spain". *Renewable Energy* (2009) 1-8.
- [2] European Nitrogen Assessment Sources, effects and policy perspectives. 2011. Editores: Sutton, M. et al ESF- Nitrogen in Europe. 664pp.
- [3] <http://www.energyanswers.com/development/currentprojects/areciboresourcerecoveryfacility/>
- [4] John Perez, Jorge Espinel, Alonso Ocampo. Carlos Londoño: "Dioxinas en procesos de incineración de desechos", Universidad de Colombia, Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental (2002)
- [5] Arturo Romero Salvador. Incineración de Residuos Sólidos Urbanos, CSIC: Instituto de catálisis y petroquímica, monografías (2001)
- [6] European Commission, Directorate General for Environment (DG ENV). "The European Dioxin Emission Inventory Stage II, Vol1"

[7] Patrick F. Mahoney, Gary G. Pierce, Gordon L. Sutin. "Mínimo de dioxina con una recuperación máxima de recursos", Energy Answers Corporation (1997)

[8] <http://www.conama9.org/conama9/download/files/SDs/248941568pptRMartins.pdf>