



Combustible Alternativo

Ficha Técnica de Tecnología

Introducción

El objetivo de las fichas técnicas de tecnologías es recopilar y disponibilizar la información asociada a las distintas tecnologías existentes para la valorización de residuos, que facilite la toma de decisiones de los productores y otros interesados en la selección de las posibles alternativas.

La información presentada tiene un carácter orientativo para la evaluación de las tecnologías. Se recomienda que los generadores de residuos realicen un análisis en profundidad de las condiciones de generación de los residuos, sus características, y la disponibilidad de recursos para la implementación de las alternativas.

La información aquí presentada puede ser complementada con las Fichas Técnicas de Residuos por Sector, según corresponda, disponibles en: <http://biovalor.gub.uy/materiales/>.

Descripción

El uso de residuos como combustibles alternativos se refiere al aprovechamiento de la energía contenida en los residuos mediante su combustión controlada para sustituir parcial o totalmente el uso de combustibles tradicionales.

Cabe mencionar que para que el sistema sea considerado como combustible alternativo, es condición necesaria la generación de energía térmica aprovechable. De esta manera, se evita incluir aquellos sistemas que no logran obtener energía útil de los residuos, requiriendo de otros combustibles auxiliares, operando así como incineradores de residuos.

Tipo de residuos

Los residuos que pueden ser destinados a este tipo de tecnología de aprovechamiento energético son aquellos que poseen un poder calorífico relativamente alto y bajo contenido de humedad.

De acuerdo a los sectores priorizados por el Proyecto Biovalor, se pueden destacar, entre otros, los siguientes residuos a ser considerados como combustibles alternativos:

- Estiércol vacuno de tambos, feed-lots y frigoríficos
- Contenido ruminal de frigoríficos
- Virutas de cuero sin cromo de curtiembres
- Escobajos de vitivinícolas
- Plumas de faenado de aves
- Residuos de la producción oleaginoso

A continuación se presentan algunos datos orientativos sobre valores promedio de los principales parámetros de distintas corrientes de residuos para el diseño de sistemas de aprovechamiento de residuos como combustibles alternativos.

Sector	Residuo	Poder Calorífico Superior (kcal/kg b.s.)	Poder Calorífico Inferior (kcal/kg b.s.)	Humedad (% b.h.)	Cenizas (% b.s.)
Bodegas	Escobajos	4.000 – 4.300	3.700 – 4.100	65 - 80	5 - 10
Frigoríficos	Sólidos aguas verdes	3.500 – 5.500	3.200 – 5.200	60 – 75	3 - 15
Curtiembres	Virutas de cuero s/cromo	3.600 – 5.150	3.100 – 4.800	30 - 60	4 – 7,5
Tambos	Estiércol prensado	3.000 – 4.250	2.800 – 4.000	75 – 85	15 – 35
Almazaras	Carozos de aceitunas	4.450 – 4.750	4.100 – 4.400	6 – 15	0,5 – 1,5

Dado que los valores de Poder Calorífico (PCI o PCS) se expresan en base seca, es necesario corregir estos valores por la humedad de quema de los materiales para obtener el valor de Poder Calorífico Efectivo.

La humedad de quema no necesariamente corresponde a la humedad en que se generan los residuos, ya que estos pueden ser sometidos a procesos de deshidratación y secado posteriores a su generación dependiendo de las necesidades y recursos disponibles.

El poder calorífico efectivo se determina de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$PC_{ef} = PC \cdot \left(1 - \frac{H}{100}\right) - \frac{H}{100} \cdot \Delta H_{vap,H_2O}$$

PC_{ef} : Poder calorífico efectivo (PCI o PCS) (kcal/kg b. h.)

PC : Poder calorífico (PCI o PCS) (kcal/kg b. s.)

H : Humedad de quema (% b. h.)

$\Delta H_{vap,H_2O}$: Entalpía de vaporización de agua (540 kcal/kg)

La energía térmica puede ser determinada a partir del poder calorífico efectivo y la cantidad de residuos, según la siguiente ecuación:

$$ET = M \cdot PC_{ef} \cdot \eta$$

ET : Energía térmica generada (kcal/año)

M : Cantidad de residuos a sistema de combustión (kg/año)

η : Eficiencia de la combustión. Depende de las instalaciones.

Puede encontrarse entre 0,7 y 0,8 si se usa el PCS, y entre 0,8 y 0,9 si se usa el PCI.

Parámetros de control

De los residuos

Poder Calorífico	<p>El Poder Calorífico es la cantidad de energía que puede ser liberada en la combustión de un material. Este puede expresarse como Poder Calorífico Inferior o Superior, considerando en este último que el agua producida durante la combustión es condensada liberando el calor latente.</p> <p>En general, para ser usado como combustible alternativo, el Poder Calorífico Inferior de los residuos debe ser superior a 3.000 kcal/kg.</p>
Humedad	<p>La humedad de los residuos puede ser una limitante para su uso como combustibles alternativos. Por un lado, el poder calorífico se ve reducido, dado que es necesario evaporar mayor cantidad de agua, y por otro lado, si bien depende del tipo de quemador y hogar, un contenido de humedad elevado puede afectar la forma de la llama, la transferencia de calor y la mezcla con el aire.</p>
Cenizas	<p>El contenido de cenizas en los residuos no presenta mayores problemas para su combustión, aunque puede tener efecto sobre el nivel de emisiones de material partículas, además de ser un residuo sólido que se genera y debe ser dispuesto.</p>
Cloro	<p>La presencia de cloro en los residuos puede provocar la generación de dioxinas y furanos durante su combustión. Estos compuestos son contaminantes persistentes, que se bioacumulan y biomagnifican, y son altamente carcinogénicos.</p> <p>El contenido de cloro en los residuos debe encontrarse por debajo de 4.000 ppm, expresadas en base seca.</p>
Metales pesados	<p>Los metales pesados presentes en los residuos, pueden ser liberados junto a las cenizas volantes como material particulado. Una vez liberados al entorno, estos pueden causar diversos efectos sobre el medio ambiente y la salud humana.</p>

Operativos

Temperatura	<p>La temperatura dentro del hogar es el parámetro operativo de mayor importancia y el que debe ser sometido a mayor control para contar con una operación eficiente, debido a que un descenso de la temperatura, puede comprometer la generación de vapor o agua caliente, además de no lograr una combustión completa y liberación de contaminantes.</p> <p>Además, una temperatura elevada del hogar asegura la destrucción de los contaminantes que eventualmente puedan estar presentes en los residuos.</p>
--------------------	---

Productos obtenibles

Calor	<p>El calor liberado en la combustión de los residuos, puede ser aprovechado para distintos usos.</p> <p>Tal como se plantea en la presente ficha, el uso de residuos como combustibles alternativos supone la existencia de instalaciones donde se utilizan combustibles tradicionales para la generación de calor de procesos, vapor, energía eléctrica, etc., los cuales son sustituidos parcial o totalmente.</p>
--------------	---

Instalaciones necesarias

El objetivo de la presente tecnología es la sustitución total o parcial en el uso de combustibles tradicionales. Por lo tanto, se asume que ya existen las instalaciones de combustión necesarias, más allá de algunas adaptaciones que puedan llegar a requerirse.

En general, la forma más sencilla para la incorporación de residuos como combustibles alternativos es en calderas a leña, ya sea para la generación de vapor, calor u otro tipo de fluido térmico. Esto se debe a que, dadas las características tanto de las instalaciones como de los residuos, estas pueden ser fácilmente adaptables.

Una de las instalaciones que pueden ser necesarias, dependiendo de las instalaciones y las características de los residuos, es el sistema de acondicionamiento, deshidratación y/o secado de los residuos.

En general, la humedad de los residuos no debe superar 40 %, para que la temperatura del hogar no descienda y pueda ocasionar problemas en la combustión del material. La deshidratación puede lograrse de diversas formas, dependiendo de las características del material, la cantidad generada y la forma en que estos se gestionan. Una alternativa es mediante prensas extrusoras u otros tipos de filtrado a presión, con lo cual se alcanzan valores de humedad en el entorno del 70 %. El material extrusado debe ser luego sometido a un sistema posterior de secado natural, o cual puede realizarse en lechos de secado o incluso utilizando los humos calientes que salen de la caldera. Otro método que puede ser utilizado para reducir la humedad, consiste en mezclar el residuo con otro material de baja humedad, como puede ser aserrín, cáscara de arroz, etc.

Una operación que puede ayudar la combustión, consiste en el briqueteado para la confección de un material densificado, que puede tomar forma cilíndrica, que contribuye a la aireación y no se genere un sólido compacto en la parrilla de combustión.

Dependiendo de los sistemas de quema y las características de los residuos, puede ser necesario incorporar sistemas de control de las emisiones, como lavado de gases, retención de particulado, etc. Se recomienda realizar análisis frecuentes de los gases de escape de los sistemas de combustión y comparar los resultados con el sistema operando sólo con combustibles tradicionales sin la incorporación de residuos.

Barreras para su implementación

La principal barrera identificada para la implementación de este tipo de tecnología en nuestro país corresponde a la falta de un marco normativo que regule el uso de residuos con este destino.

En el marco del Decreto 182/13, que reglamenta la gestión de los residuos sólidos industriales y asimilados, se está trabajando en la elaboración de una pauta técnica que defina las características que deben cumplir los residuos y las condiciones en que estos deben ser utilizados para su uso como combustibles alternativos.

Referencias bibliográficas

1. **Chesapeake Bay Foundation, 2012.** Manure to Energy. Sustainable Solutions for the Chesapeake Bay Region. Maryland Technology Development Corporation - Farm Pilot Project Coordination, INC.
2. **European Commission, 2006.** Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries. Integrated Pollution Prevention and Control.
3. **European Commission, 2006.** Reference Document on Best Available Techniques for Waste Incineration. Integrated Pollution Prevention and Control.
4. **Lundgren, J., Pettersson, E., 2009.** Combustion of horse manure for heat production. Bioresource Technology, nº 100, 3121–3126.
5. **Luostarinen, S., 2011.** Examples of Good Practices on Existing Manure Energy Use: Biogas, Combustion and Thermal Gasification. Baltic Forum for Innovative Technologies for Sustainable Manure Management