

ESTUDIO DE VALORIZACIÓN DEL RECHAZO DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN Y COMPOSTAJE DE RESIDUOS URBANOS: OBJETIVO VERTIDO CERO

Gallardo, A.; Bovea, M.D ; Colomer, F.J.; Carlos, M.; Albarrán, F.

Abstract

In this communication, the results obtained in the study of the refuse from a recycling and composting plant are submitted. The main objective of this research has been to look for an alternative to dispose refuses instead of landfill. Refuse is formed by an amount of different materials that are not recovered for recycling, either because they are not possible to be recycle or because exceed the legal limit destined to recycling. Firstly, a physical and chemical characterization to a representative sample of the refuse of the plant was made; secondly, different alternatives to take profit of this product and the necessary characteristics for it study were studied; thirdly, necessary processes to turn the refuse into a subproduct with some of value were analyzed and finally, the most suitable option was chosen following economical and environmental criteria. The main goal of this works was to reveal than the refuse can be turn into refuse-derived fuel. Therefore, with a small modification in its composition, would be possible to profit the refuse as fuel in Spanish factories for cement works, observing Spanish laws and rules. So, applying that, the disposal of wastes in landfills would be minimized and even avoided.

Keywords: recovery and composting plant, municipal solid waste, valorisation, refuses, refuse-derived fuel.

Resumen

En esta ponencia se presentan los resultados obtenidos en el estudio de valorización del rechazo de una planta de recuperación y compostaje de residuos urbanos. El objetivo ha sido buscar una alternativa de valorización al rechazo que hasta el momento se elimina en vertedero controlado. El rechazo está formado por un conjunto de materiales que no son recuperados para el reciclado, bien porque no se pueden reciclar o bien porque exceden el límite legal destinado al reciclado. En primer lugar se realizó una caracterización física y química a una muestra representativa del rechazo de la planta. Posteriormente se estudiaron las posibles alternativas de aprovechamiento de dicho producto y las características exigidas para ello. Se estudiaron y valoraron los procesos necesarios para convertir el rechazo en un subproducto valorizable. Finalmente se decidió la opción más adecuada desde el punto de vista económico y medioambiental. Como resultado se obtuvo que el rechazo se podría transformar en un combustible derivado de residuos (CDR) y que una pequeña modificación en su composición, se cumpliría con los requisitos exigidos por las cementeras españolas para su utilización como combustible.

Palabras clave: planta de recuperación y compostaje, residuo urbano, valorización, rechazo, combustible derivado de residuos.

1. Introducción

La Planta de Reciclaje y Compostaje (PRC) de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de Onda, perteneciente a RECIPLASA, clasifica y compostea los RSU de diversos municipios. En la clasificación se separan de forma manual y mecánica diferentes fracciones, las cuales son llevadas a plantas de reciclaje para su reaprovechamiento o tratadas (residuos biodegradables) mediante un proceso de compostaje.

Sin embargo, al final de esta clasificación existe un rechazo, o fracción mezcla residual formada por todos los componentes característicos de los RSU que no han podido ser separados en la clasificación debido a su estado. Esta es la principal causa por la cual miles de toneladas de RSU tratados son almacenadas en el vertedero municipal, con la consecuente necesidad de control para evitar posibles riesgos al medio ambiente.

En la actualidad el vertedero de la empresa RECIPLASA está en sus últimos años de vida, por lo que la empresa se plantea la posibilidad de ampliarlo, o bien reducir de alguna forma el rechazo generado en la planta.

2. Objetivo

El objetivo del estudio es buscar alternativas para minimizar la generación de rechazo en la planta, con lo que se podría ampliar la vida útil del vertedero. Para ello se han llevado a cabo los siguientes trabajos:

Caracterización física y química del rechazo de la PRC de RSU de Onda.

Clasificación del rechazo según la normativa y sus propiedades.

Estudio de alternativas de valorización del rechazo.

Diseño del procesado del rechazo para su posible valorización.

3. Funcionamiento de la planta

La PRC de Onda trata los residuos sólidos urbanos (y asimilables) procedentes de 8 municipios de la provincia de Castellón (Alcora, Almassora, Benicàssim, Betxí, Burriana, Castellón, Onda y Vila-real), con una población total de 400.000 habitantes aproximadamente. En ella se separan de forma manual y mecánica las diferentes fracciones que conforman el residuo, las no biodegradables se destinan a plantas de reciclaje para su reaprovechamiento, mientras que la materia orgánica biodegradable es compostada en la misma planta (figura 1). Las fracciones separadas son:

voluminosos (separación manual)

plásticos (separación manual)

papel/cartón (separación manual)

material compuesto tipo brick (separación manual)

fracción orgánica (separación mecánica en trómel)

metales (separación mecánica)

El rechazo de este proceso está constituido por una mezcla de todos los materiales característicos de los RSU. Algunos podrían ser separados pero otros, debido a su estado o a su composición, no se podrían reciclar nunca (los pañales, por ejemplo). A este rechazo se le ha denominado Material Mezcla (MM).

Diariamente se generan en la PRC de Onda aproximadamente 200 toneladas de MM, con una humedad variable que, en la estación del año estudiada (primavera), se sitúa en torno al 35% aproximadamente.

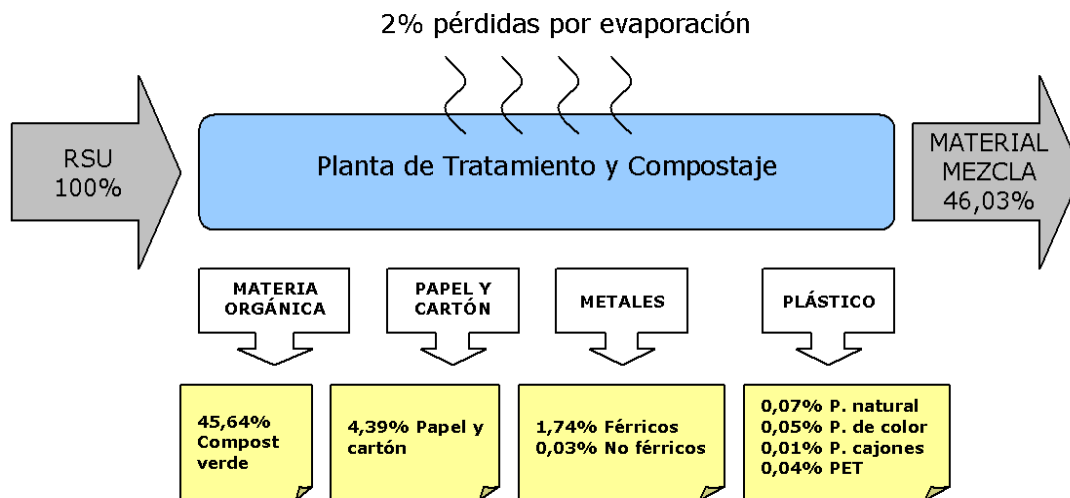


Figura 1 Esquema de proceso de la Planta de Reciclaje y Compostaje de Onda. (Datos medios de la estación de primavera)

4. Caracterización física y química del material mezcla

Se ha realizado la caracterización del MM durante un periodo de 3 meses (abril, mayo y junio de 2005). Para ello se ha tomado un conjunto de muestras representativas correspondientes a dos semanas no consecutivas. Se han elegido aquéllas en las que no hubiera acontecimientos importantes que pudieran introducir distorsiones.

La planta procesa la generación semanal en seis días (los domingos no se trabaja) por lo que se tomaron 12 muestras que corresponden a la generación de 14 días, suficiente para el período a estudiar [1]. Cada día de muestreo se extrajeron alrededor de 8.000 kg de MM de la cadena de producción, fraccionando la extracción con una frecuencia adecuada para aumentar la representatividad de la muestra. Al día siguiente se procede al cuarteo de la misma, según se muestra la figura 2. Dicha operación se realiza en una superficie limpia e impermeable de la Planta. La muestra final para análisis en laboratorio tiene un peso de 120 kg aproximadamente.

En el Laboratorio de Residuos de INGRES de la Universitat Jaume I se procede al análisis físico y químico de las 12 muestras, cuyos resultados serán tratados estadísticamente para presentar unos datos medios que caractericen el MM producido en la PRC de Onda durante el período primaveral del año 2005.

La caracterización física ha consistido en determinar:

Composición física del material mezcla, sobre materia húmeda (smh)

Determinación de la humedad del material mezcla

Composición del material mezcla, sobre materia seca (sms)

Determinación de la fracción combustible, sobre materia seca y húmeda

Distribución de tamaños del material seco.

La caracterización química ha consistido en determinar las propiedades:

Cenizas

Nitrógeno y Azufre

Poder Calorífico Inferior

Halógenos (Cloro y Fluor)

Metales pesados (V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, As, Cd, Sb, Hg, Tl y Pb)

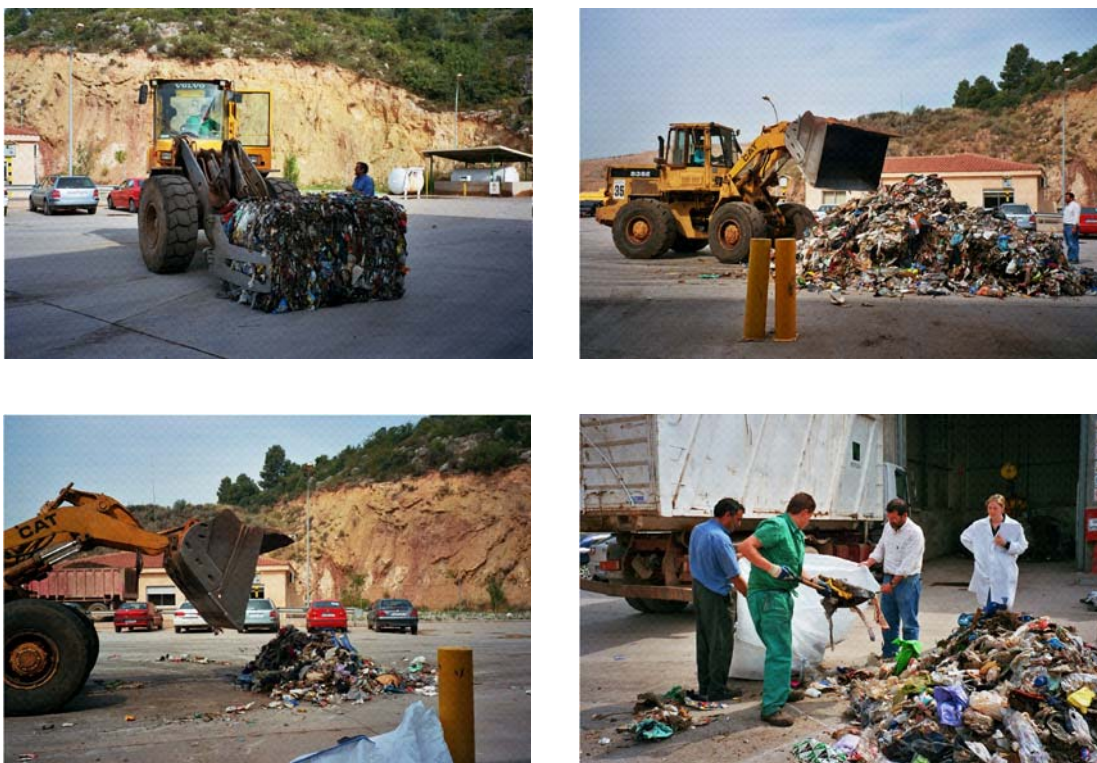


Figura 2. Mezcla y cuarteo del Material Mezcla en las instalaciones de RECIPLASA.

La composición física es el término utilizado para describir los componentes individuales que constituyen los residuos y su distribución relativa, basada en porcentajes en peso. Para su determinación se sigue el proceso descrito en la figura 3, realizado sobre una superficie lisa, limpia y aislada del viento [2].



Figura 3. Pesaje de la muestra y separación manual en categorías.

Para determinar en qué categorías puede clasificarse el MM, se han tenido en cuenta los procesos previos por los que ha pasado el mismo y la propia composición del material. De esta forma se ha clasificado en las categorías que muestra la tabla 1.

El contenido de humedad permite conocer el porcentaje en peso de agua y de materia seca que contiene el residuo. Es importante conocer el porcentaje de humedad del MM, ya que de ello dependerá, tanto su poder calorífico como la necesidad de implantar un tratamiento térmico previo. Para su determinación se ha seguido el procedimiento establecido en la norma UNE 32 002 [3]. La humedad media del MM fue del 34,46%.

Una vez conocida la humedad de la muestra, se puede expresar la composición del MM en base seca (o sobre materia seca, sms) (tabla 1).

CATEGORÍA		COMPOSICIÓN MEDIA (%)
Restos de comida y poda		12,34
Celulosa sanitaria		2,75
Papel y cartón		28,64
Plásticos	PET (1)	4,19
	PEAD (2)	3,38
	Lámina (PEBD) (4)	13,48
	PP (5)	1,39
	PS (6)	1,25
	Otros	3,46
Vidrio		1,71
Tetrabrick		2,19
Madera		3,34
Calzado		1,75
Textiles		8,28
Goma, caucho y cuero		0,84
Metales	Férreos	4,62
	No férreos	0,92
	Papel de aluminio	0,28
RP's		0,20
Tierra, cenizas, cerámica		1,86
Otros		3,12

Tabla 1. Composición del Material Mezcla (sobre materia seca).

Si se pretende aprovechar energéticamente el material, es necesario considerar el MM como una combinación de materiales combustibles y no combustibles. La fracción no combustible está formada por las categorías: vidrio, metales, tierra, cenizas y cerámica. El resto de categorías forman la fracción combustible. En la tabla 2 se muestran los resultados del porcentaje medio de fracción combustible del MM.

	COMPOSICIÓN (%)
Fracción Combustible en MM	
Sobre masa seca (sms)	87,49
Sobre masa húmeda (smh)	90,77
Fracción No Combustible en MM	
Sobre masa seca (sms)	12,51
Sobre masa húmeda (smh)	9,23

Tabla 2. Porcentaje de las fracciones combustible y no combustible, sobre masa seca y húmeda, en el Material Mezcla.

Las cenizas conforman el rechazo de la incineración de los materiales. Están formadas por los compuestos inorgánicos presentes inicialmente en la sustancia carbonosa y en las materias minerales asociadas. El cálculo del porcentaje de cenizas permite conocer la cantidad de inquemados que se puede generar y prever así su gestión. Para esta determinación se ha seguido la metodología empleada para los combustibles minerales sólidos [4]. En la tabla 3 aparecen los resultados medios del contenido en cenizas correspondiente al Material Mezcla analizado.

	CENIZAS (%)
En Fracción Combustible (sms)	10,69
En Material Mezcla (sms)	21,87
En Material Mezcla (smh)	14,39

Tabla 3. Contenido en cenizas de la Fracción Combustible y el Material Mezcla.

Conocer el poder calorífico o contenido energético de un material es imprescindible para evaluar su viabilidad y rendimiento en una valorización energética. La determinación del Poder Calorífico Inferior (PCI) del MM se realiza siguiendo el procedimiento establecido en la norma UNE 32 006 [5]. Los resultados medios de los PCI del MM analizado se indican en la tabla 4.

	PCI (kcal/kg)
Fracción Combustible (sms)	5.101,7
Material Mezcla (sms)	4.463,9
Material Mezcla (smh)	2.751,0

Tabla 4. Poder calorífico inferior (PCI) de la Fracción Combustible y del Material Mezcla

La determinación del porcentaje de azufre (S) y nitrógeno (N) de un material es de especial interés cuando se le quiere aplicar la combustión térmica. El azufre provoca la formación de SO_2 , compuesto responsable de la lluvia ácida. El nitrógeno, durante su combustión, da lugar a diversos óxidos de nitrógeno (NO_x), responsables del smog fotoquímico. Se han determinado los porcentajes medios, en peso, de S y N en la fracción combustible del MM (tabla 5).

Respecto a los metales pesados y halógenos, se han determinado los considerados por el R.D. 653/2003 sobre incineración de residuos. En la tabla 5 aparecen las concentraciones medias de metales pesados y halógenos de la fracción combustible del MM analizado.

5. Alternativas de aprovechamiento

Los RSU están clasificados en el Catálogo Europeo de Residuos [6] con el código CER 20 03 01. Si en su procesamiento se separan los materiales reciclables, los materiales fermentables y los materiales no combustibles se alcanzan un poder calorífico elevado, con lo que se pueden considerar como Combustible Derivado de Residuos (CDR), con código CER 19 12 10.

En conclusión, el MM se puede aprovechar como combustible (CDRSU) para ser utilizado como combustible alternativo en otros procesos industriales, aunque se sigue considerando como un residuo no peligroso y debe ser gestionado como tal. La Ley 10/1998 de Residuos [7] dicta las obligaciones derivadas de la posesión por parte del productor o valorizador de un CDRSU y las condiciones de manipulación, almacenamiento y transporte.

Las características físicas y químicas de los CDRSU son muy variables y dependen principalmente del residuo y el tratamiento aplicado. Este tipo de combustibles no está siempre sujeto a unos parámetros específicos de calidad pero, en cualquier caso, sus características físicas y químicas deben adecuarse a las necesidades de los procesos en los que van a ser utilizados.

En la Unión Europea se estima que las cantidades totales de combustibles alternativos producidos a partir de RSU suman alrededor de 3 millones de toneladas anuales [8]. Esta capacidad de producción de CDRSU esta viéndose incrementada en países como Austria, Bélgica, Finlandia, Italia y Holanda, con la construcción de nuevas plantas de tratamiento mecánico-biológico.

Las siguientes opciones de utilización y valorización energética de CDRSU están siendo aplicadas o podrían serlo en el futuro:

Valorización en planta en un mecanismo integrado de conversión térmica, que puede incluir incineración en parrilla o en lecho fluidizado, gasificación o pirolisis.

Valorización en planta externa que emplee incineración en parrilla o camas fluidizadas, gasificación o pirolisis.

Coincineración en hornos de carbón (coal fired boilers).

Coincineración en hornos de cemento.

Cogasificación con carbón o biomasa.

Según un estudio de la Comisión Europea sobre la utilización de combustibles derivados de residuos [8], las cantidades totales de CDRSU utilizadas en Europa en instalaciones exclusivas de valorización energética de residuos, en centrales térmicas, en plantas de calefacción urbanas (district heating plants) y en procesos industriales como molinos de papel u hornos de cemento, han sido estimadas en más de 2 millones de t/año. También se ha destacado en este estudio que no siempre es posible asegurar una salida para estos combustibles y en Alemania, por ejemplo, cantidades de este producto tienen que ser almacenadas.

En el futuro se prevé que las cantidades de CDR quemadas aumenten mediante planeamientos de capacidad creciente, principalmente en Bélgica, Italia y Reino Unido. Existen también planes para utilizar los CDR en otros procesos como la gasificación o pirolisis.

En la PRC de Onda, la valorización que se le podría dar al MM, podría pasar por la generación de un CDRSU. En cuanto a su utilización, Castellón está situada equidistante de dos grandes cementeras, por lo que la coincineración en hornos de cemento podría ser una solución aceptable. Con ello todo el MM se valorizaría y el vertido de la planta sería cero. Por tanto el siguiente paso sería ver si el CDRSU producido en Onda cumple con las exigencias del sector de cemento en España.

6. Características del CDRSU de Onda

En Europa no existen unos estándares de calidad generales para el uso de los combustibles derivados de residuos. Sin embargo algunos países ya han tomado iniciativas para reducir los riesgos y promover el uso de CDR en procesos industriales, estableciendo criterios mínimos de calidad para estos combustibles. En países como Finlandia, Italia y Holanda se han introducido estándares de calidad (tabla 5) y en Alemania se ha creado incluso un certificado de calidad RDF [8].

Por otro lado, con un alcance más generalizado, el organismo EURITS (Asociación Europea de Compañías de Tratamiento Térmico de Residuos Especiales) ha publicado unos criterios estándar para los residuos coincinerados en plantas cementeras como combustible alternativo [9].

También algunos países como Suecia y el Reino Unido han expedido estándares de calidad específicos para el uso de CDR en la industria del cemento [8] por motivos de adecuación a los procesos. Otros países, como la región flamenca de Bélgica, aplican los estándares EURITS para el uso de CDR en la producción de clínquer.

En España, la industria cementera también impone unas ciertas limitaciones a las características de los CDR a valorizar [10], según muestra la tabla 5.

Si se considera que del material mezcla de la PRC de Onda se puede extraer la fracción no combustible, se podría obtener un CDRSU con las características que aparecen en la tabla 5. Comparando las características de la fracción combustible del material mezcla con los estándares aplicables en otros países (tabla 5), se puede concluir que:

El CDRSU de Onda cumple los estándares de calidad en lo que respecta a los valores de poder calorífico.

Cumple con los estándares referentes al S y N.

El contenido en halógenos también cumple con todos los estándares de calidad, excepto para los límites impuestos en Finlandia para los combustibles de muy alta calidad.

En cuanto al contenido de metales pesados, aunque se observa que no cumple en la mayoría de los casos, debería hacerse un análisis más extenso para determinar con precisión estos parámetros, ya que estos valores tan pequeños necesitan de un muestreo más extenso.

Respecto al cumplimiento de los requisitos de la industria cementera española, el CDRSU de Onda cumple con todos los parámetros a falta de averiguar el Ba y los PCB.

7. Procedimiento de transformación del rechazo

Una línea de producción de CDR consiste en varios procesos en serie, con el objetivo de acondicionar los residuos mezcla para obtener un combustible con unas características homogéneas determinadas y con un elevado poder calorífico. Dado que la humedad y la materia no combustible disminuyen el poder calorífico del material mezcla, el objetivo de este procesamiento es la minimización de la humedad y la reducción de la producción de cenizas para mejorar la calidad y la eficacia en la combustión.

Parámetro	Unidad	Fracción Combustible Onda	Generales		Cemento		
			Italia	Finlandia Calidad I	España	EURITS	Suecia
Humedad	%	0	<25		<1		<10%
Poder calorífico	MJ/kg	20,6	15.000		*	15.000	25,1 – 31,4
	kcal/kg	5.101,7	3.588		>5.000	3.588	6.005-7.512
Contenido cenizas	%	10,69	20		<10	5	0,6-0,8
Cl	%(m/m)	0,335	0,9	<0,15		0,5	<1%
S	%(m/m)	0,103	0,6	<0,20	<3	0,4	<0,5%
N	%(m/m)	0,901	-	<1,0	<3	0,7	
F	%(m/m)	0,0062	-			0,1	
K, Na	%(m/m)	*	-	<0,20			
Al	%(m/m)	*	-	4)			

Hg	mg/kg	82,66	-	<0,1			<5
Cd	mg/kg	9,80	-	<1,0			<5
Pb	mg/kg	63,86	200		<2.500		<100
Cu	mg/kg	108,92	300				
Mn	mg/kg	136,27	400				
Cr	mg/kg	135,49	100		<1.500		<30
Zn	mg/kg	*	500			500	<2.000
Ni	mg/kg	19,92	40				<10
As	mg/kg	21,411	9				
Ba	mg/kg	*			<5.000		
Cd+Hg	mg/kg	92,46	7				
Br/l	mg/kg	*				0,01	
Hg/Ti	mg/kg	*				2	
As, Se (Te), Cd, Sb	mg/kg	87,06				10	
Mo	mg/kg	*				20	
V, Cr, Co, Ni, Cu, Pb, Mn, Sn	mg/kg	475,04				200	
V	mg/kg	5,95					<50
Zr	mg/kg	*					<300
Halógenos	%	0,3412			<5		
PCB	mg/kg	*			<50		<5

Notas: 1) El valor límite concierne a una cantidad de combustible $\leq 1000 \text{ m}^3$ o una cantidad producida y suministrada durante un mes, y debe ser verificada para una frecuencia respectiva. 2) % (m/m) indica porcentaje en masa. 3) Contenido total (K+Na) de la porción soluble en agua e intercambiadora de iones de la materia seca. 4) El Al metálico no está permitido, pero se acepta dentro de los límites de precisión. 5) El Al metálico se extrae mediante separación en origen y en el proceso de producción del combustible. El contenido de Al metálico se establece separadamente.

Tabla 5. Cumplimiento del Material Mezcla con los estándares de calidad

Para la fabricación de CDRSU en la PRC de Onda se recomienda la siguiente línea de procesado:

- Trituración. El objetivo de la trituración es la obtención de una mezcla final homogénea y con un tamaño de partículas relativamente uniforme. Para ello se utilizan molinos de martillos, molinos batientes o trituradoras cortantes, según el tamaño de partículas deseado y el grado de homogeneización. Este proceso, además de facilitar la identificación y extracción de los materiales no combustibles de la mezcla de residuos, aumenta la eficacia de la combustión y el valor del combustible.

- Separación de partículas metálicas. Se pueden usar imanes permanentes o electroimanes. La efectividad de esta etapa aumenta con la trituración previa, ya que los metales se liberan de las bolsas o contenedores y de la contaminación de otros materiales.
- Separación de metales no férricos. Separación por corrientes de Foucault. La reducción del tamaño de partículas previa también aumenta la eficacia de este proceso.
- Reclasificación en trómel. Esta etapa permite recircular todo el material que no ha alcanzado el tamaño deseado hacia la alimentación de la etapa de trituración.
- Separación de inertes. El uso de una mesa densimétrica permitirá la separación de piedras y otros materiales inertes que no contribuyen al poder calorífico del combustible.
- Secado. Si se desea obtener un material más seco se incorpora una etapa de secado para rebajar la humedad. Los vapores del secado deben depurarse por medio de ciclones y torres de lavado de gases. Esta etapa supone un incremento del coste de producción debido a su consumo de combustible, y puede evitarse si no es necesario aumentar el poder calorífico del producto.
- Densificación. El objetivo de la densificación (o compactación) es incrementar la densidad de los materiales residuales para que se puedan almacenar y transportar más eficazmente. El proceso consiste en la utilización de empacadoras, extrusoras o peletizadoras, dependiendo del tamaño de partículas obtenido en la etapa de trituración.

El resultado tras aplicar el procedimiento descrito a una muestra de la fracción combustible del MM a escala de laboratorio se puede ver en al figura 4. El ensayo se realizó en el Laboratorio de Residuos que el grupo de investigación INGRES.



Figura 4. Imágenes de la fracción combustible del MM y de las pastillas de combustible

7. Conclusiones

Después del análisis detallado de las características físicas y químicas del MM de la PRC de Onda, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- La humedad del MM es inferior a la del RSU no tratado. Sin embargo, sigue siendo elevada para lograr un buen PCI. Por otro lado, el contenido en materia orgánica húmeda confiere inestabilidad al material, ya que a ciertas temperaturas podrá empezar a fermentar. Sería interesante reducir esta humedad.
- La fracción combustible seca del MM es un buen combustible, desde el punto de vista de su homogeneidad y de su poder calorífico (5.100 kcal/kg). La antracita, que es el mejor carbón tiene 6.700 kcal/kg y el lignito, de peor calidad, 2.177 kcal/kg. Por tanto, para obtener un buen combustible a partir de la MM será necesario eliminar la humedad y la fracción inerte.
- El porcentaje de cenizas de la fracción combustible seca es del 10%, porcentaje razonablemente bajo para este tipo de material.
- El bajo contenido en azufre del material, 0,1% sms en la fracción combustible, lo hace mucho mejor que cualquier carbón (los carbones de mejor calidad varían entre 0,8 y 1%). El contenido en N también es más bajo que los carbones (están entre 1-1,4%). Consecuentemente para un carbón con el mismo PCI, el impacto sobre el medio ambiente será ligeramente inferior.

Respecto a la transformación del MM en un CDR:

- La fracción de MM de la PRC de Onda tiene las características óptimas para ser procesada y convertida en combustible derivado de residuo sólido urbano (CDRSU), que se puede utilizar en procesos industriales de combustión.
- Existe tecnología suficiente para convertir el MM generado en la PRC de Onda en un CDRSU que cumpla con las exigencias de las cementeras españolas, tanto desde el punto de vista de la composición físico-química como de tamaño necesario para que el producto se pueda introducir por los mecheros de los hornos.
- El CDRSU producido podría coincinerarse en cualquiera de los hornos cementeros del entorno de Castellón. Con ello se alcanzaría el objetivo de la producción cero de residuos en la PRC de Onda.

Referencias

- [1] Gallardo A.: Análisis de residuos sólidos, Publicaciones de la Universitat Jaime I, 2002
- [2] ASTM D 5231-92: Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste. Annual book of Standards, 1992.
- [3] UNE 32-002: Combustibles minerales sólidos. Determinación de la humedad de la muestra para análisis
- [4] UNE 32-004-84: Combustibles minerales sólidos. Determinación de cenizas

[5] UNE 32-006: Combustibles minerales sólidos. Poder calorífico mediante determinación en calorímetro automático

[6] Decisión 2000/532/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, que sustituye a la Decisión 94/3/CE por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos y a la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos (DOCE 226 de 5/09/2000). Modificada por Decisión 2001/119/CE de la Comisión, de 22 de enero de 2001 (DOCE L-47 de 16-02-2001)

[7] Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE nº 96, de 22/04/1998)

[8] European Comisión – Directorate General Environment. “Refuse Derived Fuel, Current Practice and Perspectives. Final Report”. (B4-3040/2000/306517/MAR/E3)”

[9] EURITS Publication. “Methodology for the Determination of Technical Co-incineration Criteria”. February 1996. <http://www.eurits.org/pages/publications.asp>

[10] Elias X.: La valorización energética de los residuos: una alternativa compatible con el Protocolo de Kyoto. Residuos, 80: 32-52, 2004

Correspondencia

Antonio Gallardo Izquierdo.
INGRES Ingeniería de Residuos.
Depto. Ingeniería Mecánica y Construcción
Universidad Jaume I
Avda. Vicente Sos Baynat S/N, 12071 Castellón
gallardo@emc.uji.es