

GESTIÓN DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

BEATRIZ FERREIRA (ITENE), JUAN LUIS MARTÍ (ITENE), ROGELIO CALVO (URBASER), CARLOS ROMÁN (URBASER), ALBERTO BAHILLO (CIEMAT), CECILIA BERGANZA (CEMEX), BENITO BLANCO (APPLUS)

Procesos avanzados de residuos para la obtención de Combustible Sólido Recuperado – Proyecto ProCSR

El proyecto ProCSR, liderado por Urbaser, tiene como objetivo la obtención de Combustible Sólido Recuperado (CSR) de óptima calidad a partir de dos flujos de residuos: el rechazo de línea de tratamiento y la fracción bioestabilizada procedente de la fracción orgánica.

En la actualidad, aproximadamente el 74% de los residuos domésticos y comerciales asimilables a domésticos (servicios de restauración y bares) generados en España acaban siendo eliminados en vertederos.

La jerarquía de residuos recogida en la Directiva 2008/98/CE, cuya transposición al derecho español se lleva a cabo mediante la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados antepone la valorización energética a la eliminación en aquellos casos en que la reutilización y el reciclado no sean posibles. Es por ello que parte de estos residuos pueden valorizarse como combustible alternativo en sectores muy intensivos en energía que, además, se encuentran afectados por el comercio de derechos de emisión.

En este ámbito, el Comité Europeo de Estandarización recibió en el año 2002 el mandato de la Comisión Europea de elaborar las especificaciones técnicas relativas al uso de Combustible Sólido Recuperado (CSR) que, con posterioridad, deberán convertirse en estándares europeos y ser transpuestos por los organismos de normalización nacionales. A tal efecto, se constituyó el comité técnico CEN/TC 343 de Combustibles Sólidos Recuperados que, en la actualidad, ha desarrollado normas técnicas relativas a clasificación, calidad, métodos de análisis y trazabilidad de estos combustibles.

En este sentido, Urbaser, líder en el tratamiento de residuos con más de 7,7 millones de toneladas al año, lidera un consorcio junto con Cemex, Applus+, Itene

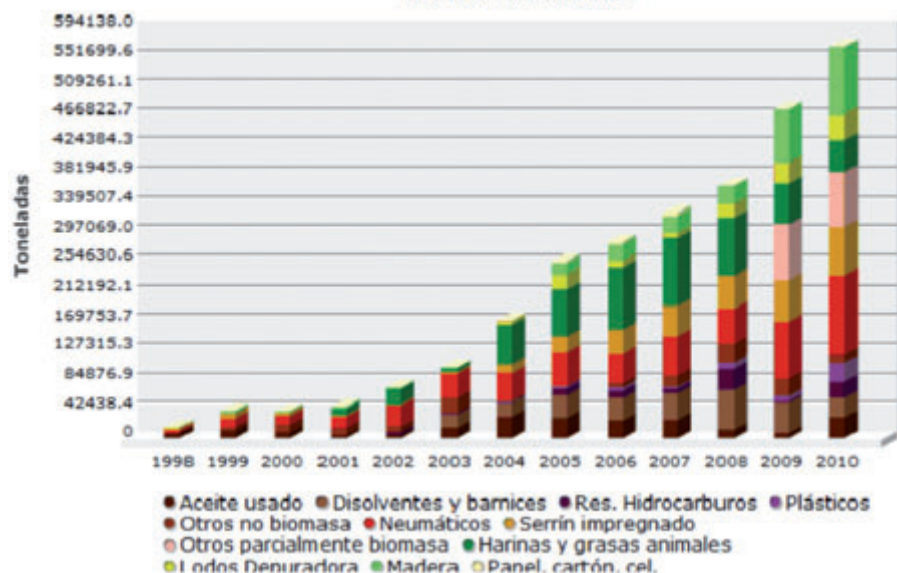
y Ciemat para el desarrollo del proyecto ProCSR. Un proyecto que tiene como objetivo la obtención de CSR de óptima calidad a partir de dos flujos de residuos: el rechazo de línea de tratamiento y la fracción bioestabilizada procedente de la fracción orgánica.

Uso de residuos como combustibles sólidos recuperados en plantas cementeras. El uso de los residuos como combustible alternativo en las instalaciones intensivas en consumo de energía está perfectamente contrastado a nivel mundial. Así lo demuestran los niveles de sustitución de combustibles fósiles alcanzados en países como Suiza u Holanda, con tasas del 50% y 83%, respectivamente. Sin embargo, en España la media de 2010 apenas alcanza el 16%.

CEMEX ha apostado por esta tendencia y durante la última década, a nivel mundial, se ha focalizado en estudiar, analizar e investigar sobre la utilización de residuos con el objetivo de realizar una correcta valorización energética. Ante los buenos resultados obtenidos, se decidió comenzar las pruebas industriales en España, y para ello se llevaron a cabo las pruebas de valorización con un combustible alternativo procedente de las fracciones rechazo del RSU y el residuo industrial (RI), el Enerfuel, en las instalaciones de Alicante, Buñol (Valencia) y Alcanar (Tarragona) durante 2008 y 2009.

Los resultados de las pruebas pusieron de manifiesto que la valorización de estos residuos no suponía impactos añadidos a los del resto de los combustibles fósiles utilizados tradicionalmente en la industria cementera. Por este motivo, y una vez

Uso combustibles alternativos en España 1998-2010. Fuente Oficemen



Ratios de combustibles alternativos en España 2010.

aprobada su utilización por las autoridades, se ha extendido la práctica del uso de este tipo de combustible alternativo en algunas de las plantas integrales de cemento en España.

Así mismo, se ha continuado trabajando con gestores de residuos autorizados para la obtención de CSR a partir de distintas fracciones del RSU, como en el proyecto que se presenta en este artículo.

El combustible que se obtenga tiene que cumplir unos determinados requisitos para poder ser empleado en las plantas cementeras, como son una humedad menor del 20%, granulometría de 0 a 3 cm, o un nivel de cloro inferior al 0,7%.

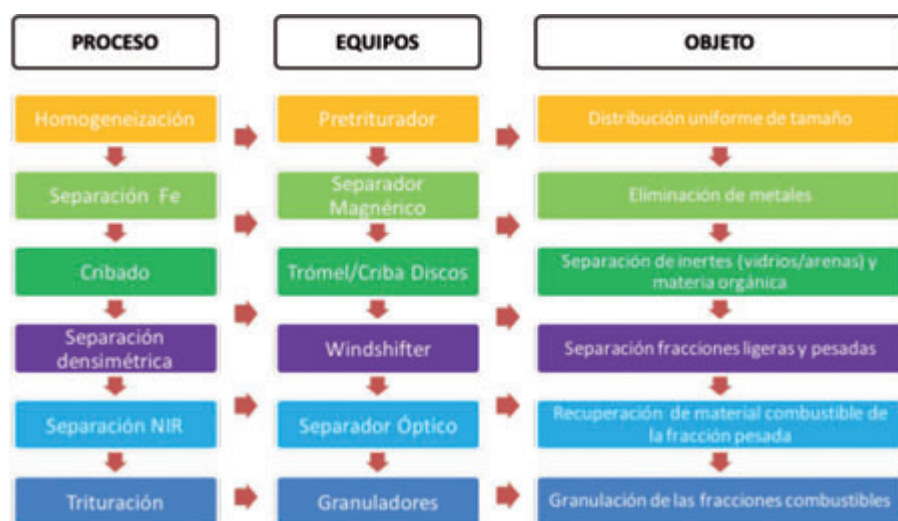
Además, las fábricas de cemento habrán tenido que invertir en nuevas instalaciones que permitan valorizar estos nuevos combustibles. Como consecuencia de las inversiones realizadas, en tan solo un año CEMEX ha conseguido incrementar sus porcentajes de sustitución térmica un 10%, pasando del 33% en 2010 a un 43% en 2011.

Durante el proyecto ProCSR, se realizarán nuevas pruebas industriales en las instalaciones de CEMEX con el CSR obtenido a partir de las dos fracciones de residuos objeto de estudio, con el fin de analizar la posibilidad de disponer de nuevos combustibles alternativos que permitan seguir aumentando los porcentajes de sustitución y los distintos beneficios obtenidos hasta el momento.

Procedimiento de muestreo

En este proyecto se ha desarrollado un procedimiento específico de muestreo que integra tanto el estudio previo de los procesos y requisitos técnicos exigibles para cada caso como las consideraciones operativas necesarias. La configuración de este procedimiento consta de dos fases:

- Fase 0 (pre-operacional): fase clave para la obtención de datos fiables y rigurosos sobre los que elaborar el plan de muestreo, para lo que será de especial relevancia observar la variabilidad intrínseca, de cara a limitar la fase posterior de intervención directa.
- Fase 1 (validación plan de muestreo): el número de muestras y distribución que se precise por instalación guarda relación directa con los indicadores derivados de la fase previa, lo cual deberá



Procesos más comunes para producir CSR a partir de la fracción rechazo del RSU.

estar ajustado a las necesidades técnicas que respeten la máxima representatividad.

- Esta planificación muestral se basa tanto en los procedimientos internos de Applus+ sobre toma de muestra y caracterización de residuos como en los criterios de la norma UNE-EN 14899:2007, que sirve de guía metodológica básica.

El esquema de trabajo que se siguió en la parte experimental permitió obtener las muestras representativas necesarias sobre las que realizar tanto los procesos de caracterización como de extracción de las muestras para su envío a laboratorio. Una vez analizadas las mismas, se obtienen datos composicionales y químicos de los residuos analizados, correspondiéndose con los diversos puntos y ciclos de tratamiento considerados previamente.

Estos trabajos se están desarrollando en un total de 6 plantas de tratamiento de Urbaser, previamente definidas y con unas características totalmente conocidas.

El objeto es comparar las características que tienen las muestras seleccionadas con las exigidas a los CSR para su coincineración, según criterios del comité de normalización CEN/TC 343, pudiendo establecer así los procesos más adecuados en cada caso.

Acondicionamiento requerido para fabricar el CSR

El acondicionamiento del residuo es una de las tareas clave para la obtención de un CSR óptimo para su combustión en plantas industriales, dado que el combustible

debe sufrir una serie de transformaciones para que pueda ser alimentado. La heterogeneidad de este residuo convierte a esta etapa en una de las claves del proyecto, siendo necesario definir el proceso más adecuado para cada una de las tipologías objeto de estudio: Fracción rechazo y Fracción bioestabilizada.

En este aspecto fundamental del proyecto, Urbaser aporta su conocimiento basado en más de 20 años de experiencia en el tratamiento de residuos, para, a partir de las caracterizaciones obtenidas en el procedimiento de muestreo, definir el proceso más adecuado a cada una de las fracciones objeto de estudio.

Fracción rechazo del RSU

Debido a la heterogeneidad de la composición del rechazo procedente de las plantas de tratamiento de RSU, será preciso realizar varias operaciones previas con el fin de alcanzar los niveles de calidad fijados por las industrias a las que va destinado.

En la siguiente figura, se observan los procesos más comunes que tienen lugar en las instalaciones de producción de CSR, así como los equipos empleados y el objeto que se persigue.

El diseño particular de cada uno de los procesos y su adecuada combinación en función de la caracterización macroscópica del residuo será lo que nos garantice la obtención de la calidad establecida para el CSR en el presente proyecto. Urbaser, con la colaboración de ITENE, está trabajando para la determinación del proceso más adecuado en función de las propiedades específicas del residuo de las plantas estudiadas.

Propiedades y aspectos	Valor, descripción
Estado físico	Sólido
Contenido energía (MJ/kg)	16,178 MJ/kg
	14,816 MJ/kg (después de clasificación automática)
Contenido energía (MJ/kg) mediana	16.700 MJ/kg
	14.400 MJ/kg (después de clasificación automática)
Contenido energía (MJ/kg) percentil 80%	19.100 MJ/kg
	15.900 MJ/kg (después de clasificación automática)

Contaminantes	Media	Mediana	Percentil 80%
Be (mg/kg)	0,11	0,09	0,10
Cl (%)	0,92	0,80	1,30
F (mg/kg)	0,02	0,02	0,02
S (%)	0,13	0,10	0,20
As (mg/kg)	1	0,48	1,46
Cd (mg/kg)	4,11	2,10	5,60
Co (mg/kg)	5,92	4,23	6,32
Cr (mg/kg)	144,57	82,73	208,61
Cu (mg/kg)	1.978,93	480,96	2.500,40
Hg (mg/kg)	0,35	0,28	0,43
Mn (mg/kg)	115,26	105,00	143,36
Ni (mg/kg)	43,41	14,19	27,33
Pb (mg/kg)	263,71	131,60	236,50
Sb (mg/kg)	53,18	20,41	66,81
Se (mg/kg)	0,45	0,46	0,47
Sn (mg/kg)	31,86	16,64	34,26
Te (mg/kg)	0,23	0,18	0,19
Tl (mg/kg)	0,2	0,18	0,19
V (mg/kg)	6,42	5,19	7,63

Valores adecuados del CSR para su desclasificación como residuo [6].

El ACV, que se desarrollará en el proyecto por parte de ITENE, tiene como objetivo evaluar los impactos ambientales derivados de la utilización de la fracción rechazo de RSU y bioestabilizada como combustible alternativo en cementeras, y compararlos con los impactos provocados por su incineración y gasificación. Para ello, el alcance del estudio incluye tanto el propio proceso de valorización de los residuos, como el pre-tratamiento, el postratamiento y su transporte.

En lo que respecta a la unidad funcional, se están barajando dos posibilidades:

- Gestión de 1.000 Tn de la fracción rechazo del RSU y la fracción bioestabilizada.
- Obtención de 1 MJ de energía a partir de la valorización de la fracción rechazo del RSU y la fracción bioestabilizada.

Para evaluar los impactos ambientales provocados en los distintos procesos de valorización se va a emplear la herramienta informática SimaPro 7.3, utilizando la metodología de evaluación de impacto "CML 2001 (all impact categories) V2.05 / World, 1990", que incluye distintas categorías de impacto, siendo las principales las mostradas en la siguiente tabla:

Se deberá prestar especial atención a la correcta asignación de impactos que se deriven de los procesos de valorización, en particular de la co-combustión en cementera. En dicho proceso, se produce la entrada de varios combustibles como son el coque de petróleo y el combustible derivado de residuos, por lo que no resulta sencillo asignar a qué combustible corresponden las distintas emisiones que se emiten a la salida. Existen diferentes métodos de asignación de los impactos ambientales,

entre los que se encuentran: asignación arbitraria, másica, energética o mediante factores de emisión. Para este proyecto se ha considerado la asignación de impactos mediante factores de emisión a priori como la mejor opción.

Una vez conocidos los impactos ambientales que se producen a lo largo del ciclo de vida, se podrán identificar aquellos procesos o etapas con mayor influencia. La comparación de los tres procesos de valorización (co-combustión en cementera, incineración con recuperación de energía y gasificación), además de la eliminación en vertedero, permitirá conocer cuál de ellos provoca un menor impacto ambiental, permitiendo así tener criterios suficientes para la elección del proceso de valorización más adecuado desde el punto de vista ambiental.

Conclusiones

El establecimiento de un procedimiento específico de muestreo es fundamental para garantizar las condiciones de repre-

sentatividad de las fracciones contenidas en el rechazo; siendo el tratamiento estadístico de los resultados una herramienta decisiva para la consecución de este objetivo.

La tecnología para la obtención de CSR de alto poder calorífico se encuentra disponible en la actualidad, siendo el factor determinante un elevado conocimiento de los límites de la misma para su correcta integración en un proceso adecuado a las características del residuo que se trata y a la calidad del CSR que se pretende obtener.

Actualmente, el sector cementero muestra ser el más dinámico en el uso de CSR como combustible de sustitución. La calidad que este sector impone al CSR se puede alcanzar a partir de la fracción rechazo de RSU y la fracción bioestabilizada, si bien existen barreras administrativas y económicas (de proceso y de mercado) que impiden, en algunos casos, la implantación de procesos complejos que garanticen la obtención de CSR de alta calidad ◀◀

Categoría de impacto	Unidades
Agotamiento recursos abióticos	kg Sb eq
Acidificación	kg SO2 eq
Eutrofización	kg PO43- eq
Calentamiento global	kg CO2 eq
Disminución de la capa de ozono	kg CFC-11 eq
Toxicidad en humanos	kg 1,4-DB eq
Ecotoxicidad en ecosistemas de agua dulce	kg 1,4-DB eq
Ecotoxicidad en ecosistemas de agua marina	kg 1,4-DB eq
Ecotoxicidad en ecosistemas terrestres	kg 1,4-DB eq
Creación de ozono fotoquímico	kg C2H4 eq

Categorías de impacto analizadas CML 2001.