

**CARACTERIZACIÓN DE LOS  
RECHAZOS DE LAS PLANTAS DE  
RECUPERACIÓN Y COMPOSTAJE  
DE RESIDUOS MUNICIPALES Y  
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA  
SU VALORIZACIÓN**



En los últimos años, Andalucía ha experimentado un avance considerable en el cumplimiento de la jerarquía en la gestión de los residuos, si bien todavía existen determinadas corrientes de residuos valorizables para los que aún deben plantearse opciones de gestión prioritarias. Este es el caso de los rechazos generados en los distintos procesos de recuperación y compostaje de los residuos municipales; dado que estos rechazos ya han sido sometidos a varias operaciones durante el tratamiento, el material que contienen no se puede reciclar, ni compostar, ni biometanizar.

El destino actual de dichos rechazos en la Comunidad Autónoma es su **depósito en vertedero**; anualmente se eliminan en torno a **2 millones de toneladas de rechazos**. A la pérdida de recursos materiales que supone el desaprovechamiento de los residuos hay que añadir los impactos ambientales asociados a este tipo de instalaciones (emisiones de gases de efecto invernadero, generación de lixiviados, entre otros), especialmente en el caso de los rechazos procedentes del tratamiento de los residuos domésticos, dado el contenido de materia orgánica aún presente en los mismos. Con el objetivo de

### Jerarquía de Residuos



reducir las cantidades de estos rechazos que acaban en los vertederos andaluces es necesario proponer soluciones renovadoras con las que, por una parte, se optimice el aprovechamiento de los recursos contenidos en estos residuos y por otra, se evite que los vertederos de apoyo a las instalaciones de tratamiento se colmaten a un ritmo mucho más rápido del previsto, acortándose además drásticamente sus horizontes de vida.



Una de las alternativas de reaprovechamiento de este tipo de residuos es la **valorización energética**; en este sentido, el Plan Director Territorial de Residuos no Peligrosos de Andalucía (2010-2019), aprobado por Decreto 397/2010, de 2 de noviembre, propone entre las actuaciones encaminadas a promover el cumplimiento

de la jerarquía, la realización de estudios de caracterización de las fracciones de residuos susceptibles de ser valorizados energéticamente, así como el desarrollo de estudios técnicos sobre producción de combustibles sólidos recuperados a partir de fracciones no reciclables de residuos y el análisis del aprovechamiento de dichas fracciones en las instalaciones cementeras existentes en Andalucía.

En este contexto, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio ha desarrollado durante los años 2012 y 2013 un estudio para caracterizar los rechazos procedentes de las plantas de recuperación y compostaje, y de las plantas de selección de envases ligeros con el objetivo de, por una parte, determinar su **composición material** y sus **características físico-químicas**, y por otra, evaluar el cumplimiento de los **parámetros de admisión en las fábricas de cemento** y de los **requisitos aplicables a los Combustibles Sólidos Recuperados (CSR)** conforme a la especificación técnica CEN/TS 15359.

## Valores límite para la admisión de residuos en cementeras

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) define el Combustible Sólido Recuperado (CSR) como *“el combustible sólido preparado a partir de residuos no peligrosos para ser valorizados energéticamente en instalaciones de incineración o co-incineración, que cumplen la clasificación y especificaciones establecidas en la Especificación Técnica CEN/TS 15359 del Comité Europeo de Normalización”*. Los combustibles derivados de residuos (CDR) responden a una definición más amplia y abarcan muchas tipologías de residuos (peligrosos, no peligrosos, líquidos, sólidos),

cuyo poder calorífico alto permite su valorización energética y que habitualmente sólo tienen que cumplir las especificaciones establecidas entre el proveedor del combustible y el usuario final.

En la actualidad, en España no existe como tal una demanda de CSR producidos bajo la especificación técnica CEN/TS15359, sino una demanda emergente y creciente de CDR que cumplan los requisitos técnicos definidos por la instalación de valorización energética de destino y los requisitos medioambientales establecidos por el Órgano Ambiental de la Comunidad Autónoma donde se ubica la instalación. Hasta ahora, dicha demanda de CDR se centra principalmente en las plantas cementeras.

Parámetros	Valor límite (*)
Azufre	< 3-6%
Talio	< 50 mg/kg
Mercurio	< 10 mg/kg
Cd+Tl+ Hg	< 100 mg/kg
Sb+As+Cu+Co+Ni+Pb+Mn+Sn+V+Cr	0,5%
Poder calorífico inferior (PCI)	> 1.500 Kcal/kg
Cloro total	< 1-2 (contenido en halógeno expresado como cloro en %)
Flúor total	< 0,2-1 %
PCB	<50 mg/kg

Los requisitos impuestos por las autorizaciones ambientales integradas de las fábricas de cemento para la valorización energética de residuos, en el caso de Andalucía, son los siguientes:

(\*) El intervalo de valores indicado se corresponde con los diferentes umbrales que se recogen en las autorizaciones ambientales integradas de las cementeras que admiten residuos como combustibles alternativos.

la consideración de CSR, sino que se trataría de Combustibles Derivados de Residuos (CDR). Los CSR se clasifican en función de tres parámetros dando lugar a cinco clases:

En España la norma que reula el CSR es la norma **UNE-EN 15359:2012**.

**Especificaciones para el uso como combustible sólido recuperado (CSR) y clasificación de calidades conforme a la especificación técnica CEN/TS 15359**

Parámetros	Base	Unidad	Categorías				
			1	2	3	4	5
<b>Poder Calorífico Inferior</b>	Base húmeda	MJ/kg	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 10	≥ 3
<b>Cloro</b>	Base seca	%	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 1,0	≤ 1,6	≤ 3,0
<b>Mercurio (mediana)</b>	Base húmeda	mg/MJ	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,50
<b>Mercurio (percentil 80)</b>	Base húmeda	mg/MJ	≤ 0,04	≤ 0,06	≤ 0,16	≤ 0,30	≤ 1,00

Los CSR tienen que cumplir la clasificación y las especificaciones técnicas establecidas en la norma técnica CEN/TS 15359 del Comité Europeo de Normalización. Si no cumplen estos estándares fijados por el CEN el material resultante no tendría

## Estudio de caracterización de los rechazos de las plantas de recuperación y compostaje y de las alternativas para su valorización

Para el desarrollo del estudio se han visitado 8 de las 21 instalaciones de recuperación y compostaje existentes en Andalucía.

Las corrientes de rechazos caracterizadas han sido las siguientes:

residuos voluminosos (cajas, plásticos, maderas) que son separados manualmente para facilitar las operaciones de tratamiento posteriores.

3. Rechazo del triaje secundario, compuesto por textiles, plásticos, cartones, materia orgánica no recuperada y otros materiales.

4. Rechazo de la etapa de afino del compost

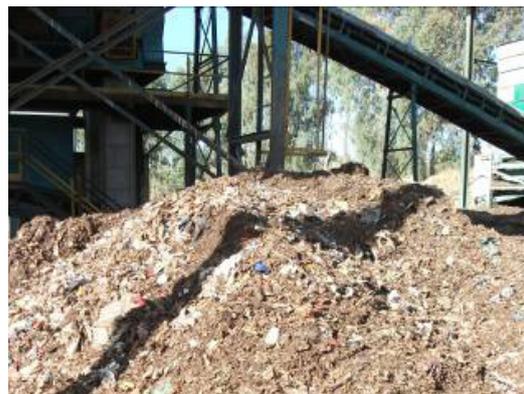
Provincia	Denominación de la instalación
Almería	Centro de Tratamiento, Compostaje y Vertedero de Apoyo de Gádor
Cádiz	Complejo Medioambiental Sur de Europa (Los Barrios)
Córdoba	Complejo Medioambiental de Residuos Urbanos de Córdoba
Huelva	Centro de Tratamiento de Residuos Urbanos de Villarrasa
Jaén	Complejo de Tratamiento Integral de Residuos Urbanos El Guadiel (Linares)
Málaga	Complejo Medioambiental Costa del Sol (Casares)
Sevilla	Complejo Medioambiental La Vega (Alcalá del Río) Complejo Medioambiental Montemarta-Cónica (Alcalá de Guadaíra)

1. Rechazo de la selección previa en la admisión de los residuos, formado principalmente por residuos voluminosos (enseres, muebles, colchones), así como textiles, madera y plásticos de gran tamaño.

2. Rechazo del triaje primario, compuesto por otros

producido, formado por dos corrientes, el rechazo del trómel (fracción que supera un determinado tamaño) y el correspondiente a la mesa densimétrica (fragmentos de vidrio, plástico, piedras, huesos de frutos, etc.).

5. Rechazo de la línea de selección y clasificación de envases ligeros (contenedor amarillo), compuesto principalmente por bolsas de plástico, papeles y cartones no recuperables, restos de materia orgánica y otros impropios.



### **Caracterización visual “in situ” de los rechazos de voluminosos**

Generalmente, los rechazos generados en la etapa de admisión de los residuos en las plantas están constituidos por residuos voluminosos (colchones, muebles, enseres) que son enviados directamente a vertedero; dadas las características físicas de estos residuos, durante el estudio no se tomaron muestras sino que se caracterizaron in situ en las visitas a la instalaciones.

integrantes de los rechazos a través de su separación manual, de acuerdo con la siguiente clasificación:

- Materia orgánica: restos de alimentos y otros residuos biodegradables procedentes de hogares, comedores, mercados, restaurantes, etc.
- Restos de jardín y podas: tallos, ramas, pasto, hojas, etc.

### **Rechazo primario de voluminosos a la entrada en planta**



**Caracterización del resto de rechazos.**

#### **Composición material**

El proceso de caracterización consiste en determinar la composición, en tanto por ciento en peso, de las distintas categorías de los materiales

### **Rechazo secundario de voluminosos en la zona de triaje**



- Papel y cartón: envases y embalajes, papel en todas sus formas (prensa, de oficina,...) y de texturas y colores diversos.
- Celulosas: toallitas higiénicas, pañales, papel higiénico, servilletas, etc.

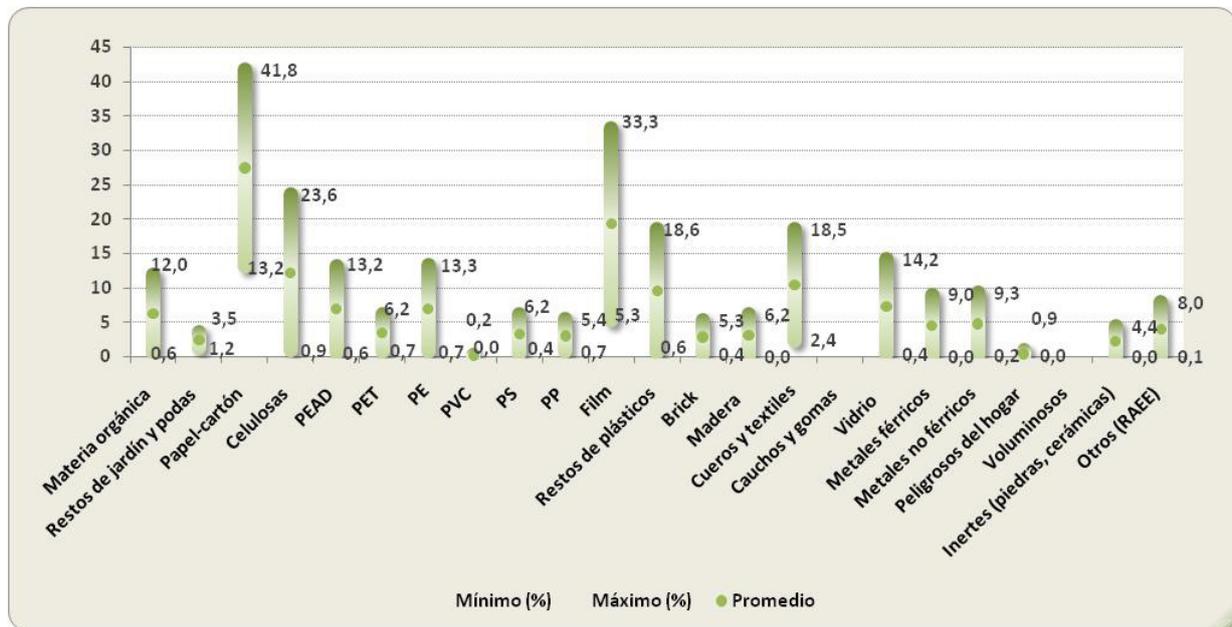
- Plásticos: polietilentereftalato (PET), polietileno de alta densidad (PEAD ó HDPE), cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno expandido (PS), polipropileno (PP), plástico film o polietileno de baja densidad (PEBD ó LDPE), y resto de plásticos.
- Brick: envases de cartón encerado, del tipo de envases de leche fresca o tetrapack.
- Madera: ya sea como materiales de desecho de utensilios domésticos, embalajes o residuos de construcción y demolición.
- Cueros y textiles: piel curtida de cualquier origen, en cualquier forma y color; trapos, prendas de ropa, tapicerías, etc.
- Cauchos y gomas: suelas de zapatos, restos de neumáticos, piezas de máquinas, etc.
- Vidrio: transparente o de color (ámbar, verde, azul, etc.), tanto envases como no envases.
- Metales férricos: hierro y acero procedentes de envases, materiales de construcción, etc.
- Metales no férricos: aluminio, latón, cobre, etc.
- Peligrosos del hogar: envases que han contenido sustancias peligrosas, etc.
- Voluminosos: residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, embalajes (cajas de fruta o de botellines), maletas, etc.
- Inertes: piedras, cerámica y loza (restos de platos, tazas, ollas), restos de construcción (yeso, ladrillos, escayola, etc.).
- Otros: cualquier otro residuo no clasificado anteriormente.



En general, los rechazos de las plantas de recuperación y compostaje de residuos municipales y de las plantas de selección de envases ubicadas en Andalucía se caracterizan por su **gran heterogeneidad** en lo que a su composición por materiales se refiere. Los materiales mayoritarios presentes en los rechazos son el **papel-cartón** y los **plásticos**, tanto procedentes de los residuos de envases como de otras tipologías de residuos; ambos materiales, deseables desde el punto de vista de su poder calorífico, aparecen en la totalidad de las muestras de rechazos evaluadas.

El plástico (principalmente, el tipo de plástico más frecuente en los rechazos, mientras que la materia orgánica presenta sus valores más elevados en el caso de los rechazos procedentes de las plantas de selección de envases. La presencia de otros materiales, como los metales o los textiles, en las corrientes de rechazos es variable y en general, se ha observado poca presencia de vidrio e inertes (cerámicas, piedras), siendo estos últimos materiales no deseados para la valorización energética de los residuos objeto del estudio.

En el caso de los plásticos, el plástico film (principalmente, procedente de las bolsas de

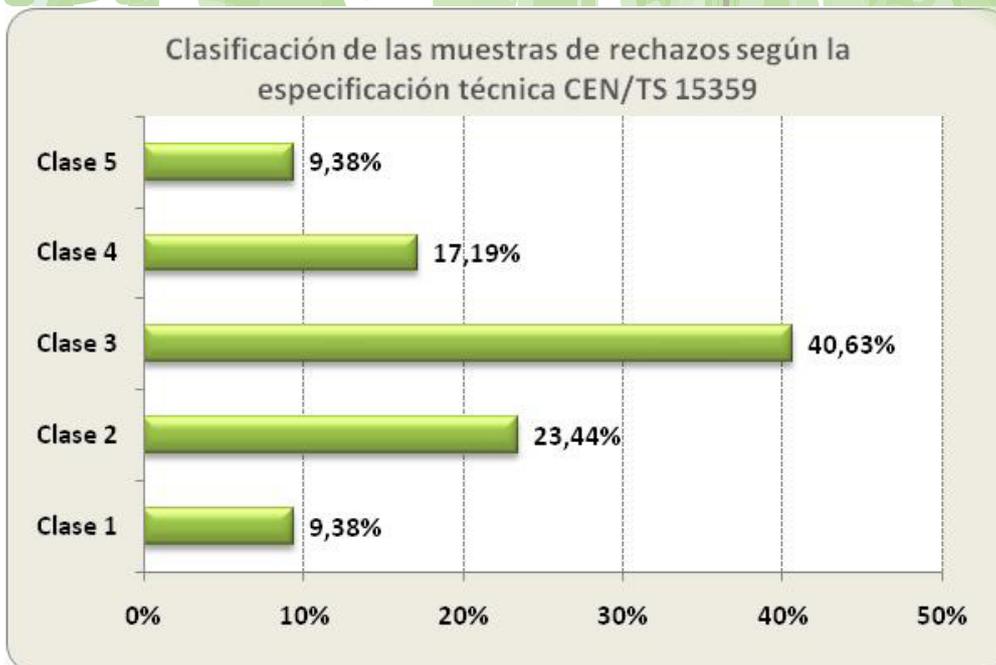


## **Determinación de los parámetros físico-químicos. Adecuación para su valorización energética**

Con respecto a la composición idónea para su aprovechamiento energético, existen dos corrientes de rechazos que se consideran no aptas para la producción de combustibles alternativos; este es el caso del rechazo procedente de la selección previa a la entrada en planta, constituido por residuos de gran tamaño separados en la primera clasificación (colchones, chatarra, etc.), y del rechazo del afino de compost en mesa densimétrica, que tampoco es adecuado debido a su elevado contenido en materiales inertes (vidrio, piedras, etc.). El resto de corrientes estudiadas (rechazo secundario de voluminosos en zona de triaje, rechazo de triaje primario, rechazo de triaje secundario, rechazo de afino de compost en tromel y rechazo de selección de envases ligeros) sí pueden considerarse válidas para la fabricación de combustibles.

Por otra parte y en relación con las características físico-químicas de los residuos objeto de estudio, los análisis realizados a las muestras

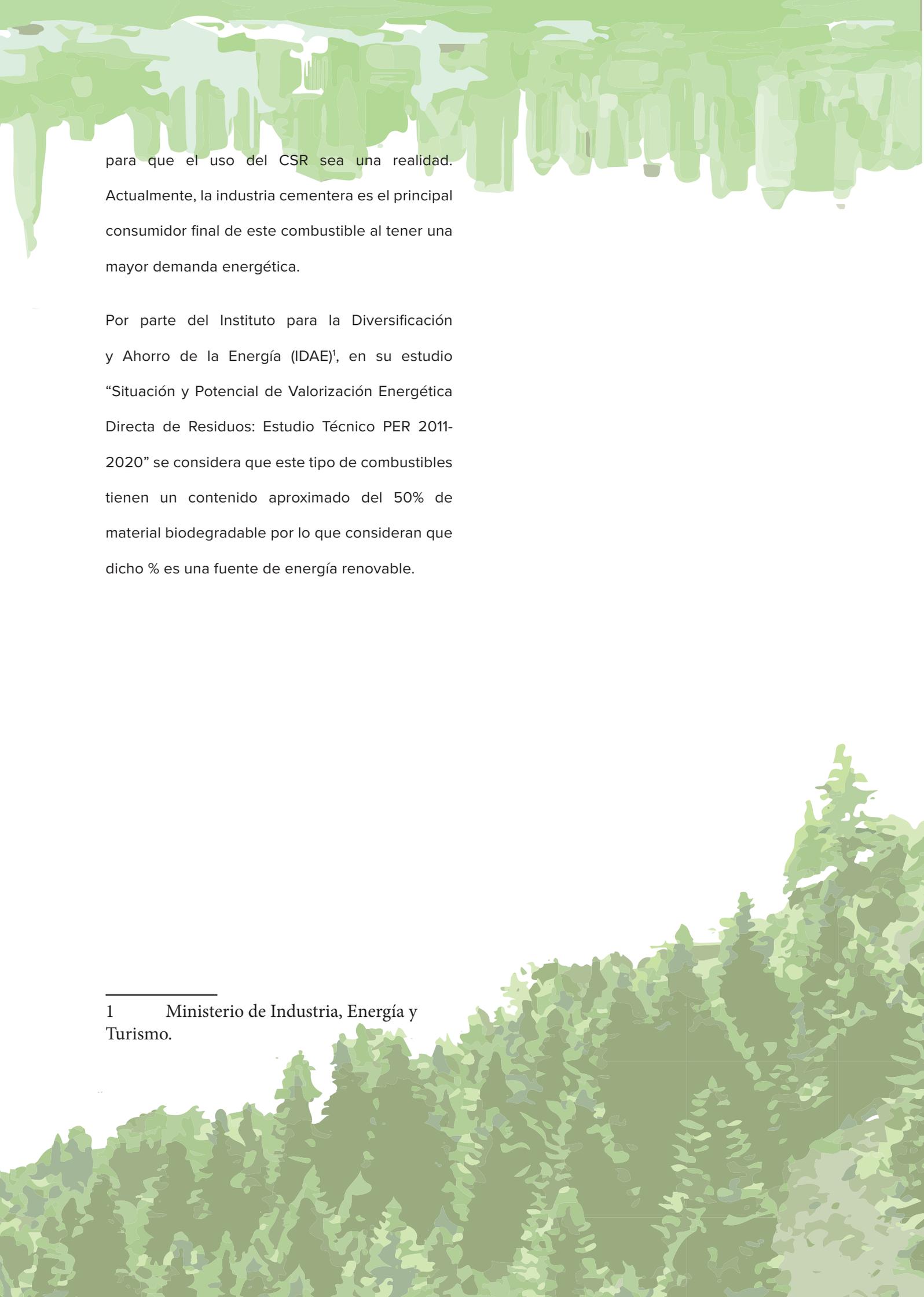
de rechazos han demostrado **que se cumplen las especificaciones para su admisión en las fábricas de cemento y los establecidos por la especificación técnica del CEN/TS para los CSR**, salvo en algunos casos, debido al contenido en cloro por la presencia de PVC en los residuos. Los tipos de combustibles que, según la especificación técnica CEN/TS 15359, se podrían obtener a partir de las corrientes de rechazos muestreados se muestran en la gráfica siguiente, en la que se representan los porcentajes de muestra que cumplen los requisitos para cada una de las clases definidas en dicha especificación técnica:



Como paso previo a su empleo como combustible alternativo, sería necesario un acondicionamiento de los rechazos para estabilizar la materia orgánica presente, disminuir el contenido en humedad de cara a mejorar su poder calorífico inferior, además de la separación de los inertes que dificultan su procesado o disminuyen la calidad del producto final, la eliminación de los materiales que contienen cloro o mercurio en aquellos casos que así lo requieran, o la adecuación del tamaño y la densidad mediante su trituración, cribado y compactación. El CSR se puede comercializar a granel, o bien, en forma de balas, briquetas o pellets, en función de los requisitos para su

transporte y alimentación al horno cementero.

La fabricación de CSR a partir de los rechazos del tratamiento de residuos municipales está tecnológicamente resuelta y comporta numerosas ventajas económicas y ambientales. El combustible así obtenido tiene un poder calorífico importante pudiéndose utilizar como sustituto de los combustibles derivados del petróleo. No obstante, en España no existe un mercado consolidado debido a la necesidad de establecer un marco normativo que impulse a las entidades implicadas en la gestión de residuos y los consumidores finales a establecer los mecanismos necesarios



para que el uso del CSR sea una realidad. Actualmente, la industria cementera es el principal consumidor final de este combustible al tener una mayor demanda energética.

Por parte del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)<sup>1</sup>, en su estudio “Situación y Potencial de Valorización Energética Directa de Residuos: Estudio Técnico PER 2011-2020” se considera que este tipo de combustibles tienen un contenido aproximado del 50% de material biodegradable por lo que consideran que dicho % es una fuente de energía renovable.

---

<sup>1</sup> Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

