



# ESTUDIO SOBRE LOS IMPACTOS SOCIO-ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE LA VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS RESIDUOS URBANOS EN ESPAÑA Y ANDORRA

Septiembre de 2015

**f-advisory**  
Grupo GARRIGUES

  
**AEVERSU**  
ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE VALORIZACIÓN  
ENERGÉTICA DE R.S.U.

# ÍNDICE

<b>1. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO</b> .....	3
<b>2. RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	4
<b>3. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES</b> .....	7
3.1 Marco normativo y planificación de Residuos Urbanos en la Unión Europea y España.....	7
3.2 Generación y caracterización de residuos municipales.....	8
3.3 La importancia de una adecuada gestión de los residuos urbanos.....	12
3.3.1 Los principales impactos ambientales asociados a la gestión de residuos urbanos.....	12
3.3.2 La importancia del problema del cambio climático.....	12
3.3.3 La dependencia europea y española de los combustibles fósiles.....	14
3.4 La Directiva de eficiencia energética y el impulso de la distribución de calor y frío.....	16
<b>4. SITUACIÓN DEL SECTOR DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS URBANOS EN ESPAÑA Y ANDORRA</b> .....	18
4.1 Tratamiento de residuos municipales.....	18
4.1.1 Análisis global.....	18
4.1.2 La valorización energética.....	25
4.1.3 La capacidad de generación de empleo del sector residuos.....	27
4.2 Situación actual y grado de cumplimiento de objetivos.....	29
4.2.1 Objetivos fijados por la Directiva 2008/98/CE y la Directiva 1999/31/CE.....	30
4.2.2 Otros objetivos.....	37
4.3 Situación actual de la valorización energética de residuos urbanos en España.....	39
<b>5. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE LAS INSTALACIONES DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA</b> .....	40
5.1 Análisis de los beneficios ambientales de la valorización energética frente a la eliminación en vertedero.....	40
5.1.1 Comparación de la valorización energética y la eliminación en vertedero en huella de carbono.....	40
5.1.2 Comparación ambiental de la valorización energética y la eliminación en vertedero.....	41
5.2 Cálculo de los impactos sociales y económicos de la valorización energética.....	44
5.2.1 Cálculo de impactos directos.....	44
5.2.2 Cálculo de impactos indirectos e inducidos.....	45
5.2.3 Impactos económicos complementarios: ahorros.....	46
5.2.4 Comparativa de impactos económicos directos de la valorización energética y la eliminación en vertedero.....	48
5.3 Comparativa entre los impactos de la valorización energética y la eliminación en vertedero.....	50
<b>6. VALORIZACIÓN ENERGÉTICA: EL RETO DE LA TRANSPARENCIA INFORMATIVA</b> .....	51
<b>ANEXO: BIBLIOGRAFÍA</b> .....	53

## 1. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

AEVERSU es la Asociación de Empresas de Valorización Energética de residuos urbanos (RU). Agrupa a 10 empresas – 9 en España y una en Andorra - cuya actividad es el tratamiento de los residuos urbanos mediante la valorización energética, que supone la producción de electricidad y calor mediante el aprovechamiento del poder calorífico de los residuos evitando el depósito de los mismos en el vertedero.

El objetivo de las empresas asociadas en AEVERSU es el potenciar el desarrollo de la valorización energética de la fracción no reciclable de los RU, que de otra manera iría destinada a vertedero, conforme a la jerarquía establecida en la Directiva Marco de Residuos y la Ley 22/2011<sup>1</sup>.



**Figura 1. Asociados AEVERSU.**

AEVERSU ha encargado a G-advisory un estudio en el que se valoren los impactos de la valorización energética en España y Andorra, considerando el marco tecnológico y de gestión de residuos actualmente existente. En particular, se revisan en el presente estudio las siguientes ideas fundamentales:

- i) Los objetivos de gestión de residuos urbanos establecidos en normativa, tanto en el ámbito de la preparación para el reciclado (50% en 2020) como en el progresivo desvío de materia orgánica de los vertederos (máximo del 35%/1995 en 2016).
- ii) La importante dependencia energética del exterior existente en Europa y, en particular, en España, así como el papel que puede jugar la valorización energética de la fracción no reciclable española.
- iii) El concepto de huella ambiental y huella de carbono aplicado a las diferentes tecnologías de tratamiento de residuos urbanos.
- iv) El importante peso que, desgraciadamente, todavía tiene la eliminación de residuos urbanos en vertedero, frente a otras alternativas más ventajosas según la jerarquía europea de residuos.
- v) El potencial papel que puede desarrollar la valorización energética en el marco de la economía circular, actualmente en desarrollo en Europa.
- vi) Los impactos económicos directos, indirectos e inducidos derivados de la actividad de valorización energética de residuos urbanos.

<sup>1</sup> Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

## 2.RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio ha sido elaborado con objeto de presentar una visión actualizada de la valorización energética de residuos urbanos en España, así como las oportunidades para el sector de gestión de residuos derivadas de la extensión de la aplicación de la misma.

A continuación se exponen las principales conclusiones del estudio.

### 1) La valorización energética es prioritaria frente a la eliminación en vertedero en la jerarquía europea de gestión de residuos



**a.** La gestión de residuos en Europa se rige por la Directiva 2008/98/CE, también denominada Directiva Marco de Residuos ("DMR"). Dicha norma establece una jerarquía en las opciones de tratamiento de residuos, en la que la valorización energética tiene un lugar superior, y por tanto más prioritario en la definición de políticas, que la eliminación en vertedero.

**b.** Una de las principales consecuencias de la citada jerarquía es que numerosos países europeos (Alemania, Suecia, Holanda, Dinamarca, Bélgica y Austria) han prácticamente eliminado la opción de vertido (valores inferiores al 4%) y desarrollado fuertemente la valorización energética (valores entre el 35% y el 54% de los residuos urbanos gestionados).

### 2) La Unión Europea ha establecido importantes y ambiciosos objetivos vinculantes en relación a los residuos urbanos, siendo la valorización energética una solución clara para el apoyo a la consecución de los mismos



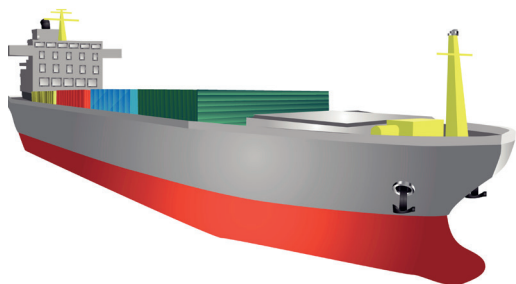
**a.Objetivo 1:** la DMR establece que para los residuos domésticos y comerciales las cantidades destinadas a la preparación para la reutilización y el reciclado de las fracciones de papel, metales, vidrio, plástico, biorresiduos y otras fracciones reciclables deberá alcanzar, en conjunto, como mínimo el 50% en peso antes de 2020. En España, con los datos más actualizados disponibles de 2012, nos encontramos todavía en un 29%.

**b.Objetivo 2:** la Directiva 1999/31/CE ("Directiva de Vertido") establece como límite que la entrada en vertedero de residuos de materia biodegradable en 2016 no supere en un 35% sobre lo generado en 1995, equivalente a 4,2 millones de toneladas. En 2012, nuevamente con los datos más actualizados disponibles, España vertía 5,6 millones, por lo que nos encontramos a más de 1 millón de toneladas del objetivo inmediato requerido.

La valorización energética tiene un papel que cumplir en la consecución de los objetivos anteriores, fundamentalmente en el tratamiento de los rechazos resultantes de las instalaciones de separación, tratamiento y reciclado, así como en la captación de los flujos de residuos que actualmente son directamente enviados a vertedero. En síntesis, dicho papel radica en poner en valor un recurso que de otra manera se convertiría en un residuo. Es más, el desarrollo de la valorización energética va unida al propio desarrollo del reciclado, tal y como se comprueba en el resto de países de la Unión Europea donde se observa en la gestión de residuos urbanos una relación positiva entre la tasa de reciclado y la de valorización energética.



### 3) Es imprescindible incrementar la autosuficiencia energética de España



a. España tiene un enorme problema con la dependencia energética exterior. En 2008-2012, el 77% de nuestra energía primaria no renovable fue comprada fuera de nuestras fronteras y, en particular, el 99% del petróleo. Ello deriva en un extraordinario coste económico para el sector público y privado. Según las últimas cifras de 2013, España estaría asumiendo en la balanza comercial un déficit anual de casi 41.000 millones de euros por la compra de la energía que no somos capaces de generar de manera autosuficiente.

b. Por tanto, la dependencia energética del exterior es un problema estructural que hay que combatir con todos los recursos disponibles, incluyendo la valorización energética de residuos urbanos.

### 4) La valorización energética es claramente mejor en términos de gases de efecto invernadero que la eliminación en vertedero

a. El cambio climático es actualmente uno de los principales retos a nivel internacional que está todavía sin resolver. Dicho reto no es únicamente de carácter ambiental, sino también económico y social. Es por ello que en el Foro de Davos, un foro fundamentalmente de carácter económico y político, el cambio climático está ampliamente reconocido como uno de los principales riesgos a los que se enfrenta la humanidad. Asimismo, la Unión Europea ha endurecido los objetivos de reducción de emisiones, estableciendo un objetivo vinculante de un 40% de reducciones en 2030 respecto de 1990, doblando el anteriormente existente.



b. En este contexto de lucha contra las emisiones de gases de efecto invernadero, la valorización energética supera ampliamente a la eliminación en vertedero, cuyas emisiones netas son un 175% mayores a las de la primera (0,755 t-CO<sub>2</sub>e/t-RU vs 0,276 t-CO<sub>2</sub>e/t-RU).

### 5) En términos ambientales, la valorización energética tiene otras ventajas adicionales respecto de la eliminación en vertedero



a. La eliminación en vertedero implica un mayor impacto ambiental que la valorización energética en términos de ocupación del suelo, motivo por el cual esta tecnología ha proliferado más activamente en países con escasez del mismo.

b. La generación de lixiviados por la eliminación de residuos urbanos en vertedero, los cuales deben ser monitorizados y gestionados durante décadas, deriva en riesgos de contaminación sobre las aguas mucho más elevados que en la valorización energética. Es más, como consecuencia de la supervivencia del vertedero más allá de la finalización de la vida útil del mismo, los impactos perduran durante mucho tiempo.

c. Las plantas de valorización energética, a diferencia de los vertederos, recuperan importantes cantidades de materiales lo cual contribuye a la economía circular.

d. Adicionalmente, las plantas de valorización energética están sujetas a un estricto control ambiental, generalmente más riguroso y exhaustivo que en instalaciones de eliminación, donde la realización de dicho control es muchas veces complicado por la propia naturaleza de la instalación en cuanto a su extensión y configuración geológica.

## 6) La valorización energética tiene impactos económicos y sociales positivos y significativos, siendo ampliables los mismos en el horizonte de 2020



a. La valorización energética tiene actualmente importantes impactos económicos y sociales. La actividad genera anualmente ingresos por valor de 273 millones de euros y un valor añadido bruto de 90 millones. Asimismo, emplea directamente a más de mil trabajadores.

b. Asimismo, la valorización energética genera una notable capacidad de arrastre. Así, por cada millón de euros de ingresos, genera 1,4 millones de euros adicionales de ingresos indirectos e inducidos en la economía. De igual forma, por cada millón de euros de Valor Añadido Bruto, se generan 1,3 millones adicionales, y por cada empleado directo, más de 1,4 indirectos e inducidos.

c. Las cifras anteriores de actividad económica y empleo pueden ampliamente duplicarse en el horizonte de 2020 si en España se desarrolla la valorización energética hacia el promedio europeo, donde representa un 26% de la gestión de residuos urbanos. Así, pasaríamos de un tratamiento en la actualidad de 2,3 millones de toneladas anuales a 5,3 en el año 2020. Nótese en este sentido que las plantas de valorización energética generan 3 veces más inversión por tonelada de capacidad que los vertederos, lo cual derivaría en una mayor capacidad de generación de actividad económica.

## 7) La valorización energética contribuye al desarrollo y la competitividad del sector industrial español

a. La existencia de la generación a partir de fuentes que ofertan su energía a un precio menor, da como resultado la fijación de precios marginales más bajos. A esta circunstancia contribuye la valorización energética. Así, se ha estimado en 26,3 € de ahorro por cada MWh de energía eléctrica procedente de plantas de valorización energética. Por tanto, la proliferación de la actividad resultaría en el empuje hacia precios de electricidad más competitivos.

b. La valorización energética genera empleo en un sector de la economía, el de gestión de residuos, de gran importancia estratégica. Es más, el empleo generado en esta actividad es altamente cualificado, lo cual favorece el desarrollo de una población activa cada vez más preparada en el ámbito industrial. Este aspecto es relevante considerando que se prevé que la industria española alcance el 20% del PIB en el año 2020.



## 8) La necesidad de seguir informando y educando sobre la valorización energética



a. Las plantas de valorización energética han presentado históricamente una importante controversia, asociada ésta fundamentalmente a consideraciones ambientales, y de sanidad ambiental, conforme a información publicada en medios de comunicación.

b. Es cierto que el sector necesita continuar en la realización de un esfuerzo importante de información y comunicación para que el ciudadano y resto de agentes socioeconómicos reciba la información de la manera más directa y transparente posible, incluyendo las múltiples ventajas de esta tecnología.

## 3. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

### 3.1. Marco normativo y planificación de residuos urbanos en la Unión Europea y España

La gestión de residuos en Europa se rige por la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas directivas, también denominada Directiva Marco de Residuos ("DMR"). La DMR se transpuso al ordenamiento jurídico español a través de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, que sustituye a la anterior Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos. Ambas introducen como principio rector de toda la legislación y la política de gestión de residuos, una jerarquía de cinco niveles, entendida como un orden de prioridad a seguir en la adopción de medidas para la gestión de los mismos. La jerarquía establecida es la siguiente:

- 1) Prevención
- 2) Preparación para la reutilización
- 3) Reciclado
- 4) Otro tipo de valorización, por ejemplo la valorización energética
- 5) Eliminación



No obstante, la Directiva permite cierta flexibilidad en la aplicación de la citada jerarquía, debiéndose analizar en cada caso las mejores opciones ambientales, considerar las características de los diferentes flujos de residuos a tratar y sus posibles alternativas, teniendo siempre en cuenta los principios generales de precaución, sostenibilidad, viabilidad técnica y económica y protección de los recursos.

La jerarquía introduce una clara diferencia entre la incineración entendida como operación de eliminación y la incineración con recuperación de energía considerada como valorización energética de residuos, siendo muy destacable que, por primera vez, se dé prioridad de forma expresa a la valorización energética frente a la eliminación de los residuos. Es decir, la incineración energéticamente eficiente (cumplidos unos rendimientos recogidos en la propia Ley 22/2011) es una opción de gestión que ha de anteponerse a la opción de eliminación, si bien debe estar condicionada al cumplimiento de los objetivos de prevención y reciclado de la nueva política de gestión orientada a la prevención y a maximizar el aprovechamiento material de los residuos.

En este sentido, la DMR y la Ley 22/2011 establecen una serie de objetivos de reciclado y valorización. En concreto, para los residuos domésticos y comerciales las cantidades destinadas a la preparación para la reutilización y el reciclado de las fracciones de papel, metales, vidrio, plástico, biorresiduos u otras fracciones reciclables deberá alcanzar, en conjunto, como mínimo el 50% en peso antes de 2020. Con el fin de conseguir un reciclado de alta calidad se establecerá la recogida separada de residuos siempre que sea técnica, ambiental y económicamente factible. Además se da particular importancia a la mejora de la gestión de los residuos orgánicos, introduciendo como nueva categoría de residuos: los biorresiduos, instando a la implantación de la recogida separada de los mismos para optimizar los tratamientos de compostaje y/o biodigestión.

Los objetivos fijados deberán alcanzarse adoptando medidas a través de los planes y programas implantados en el ámbito estatal y autonómico. Así, la DMR incorpora la obligación de establecer planes de prevención y gestión de residuos, que deben integrar en su proceso de desarrollo o revisión la toma en consideración de los impactos medioambientales asociados a su generación y gestión.

En España, a nivel estatal, está actualmente vigente el Programa Estatal de Prevención de residuos 2014-2020, aprobado en noviembre de 2012, y el Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015 (PNIR), aprobado en diciembre de 2008.

- El Programa Estatal de Prevención de Residuos, desarrolla la política de prevención de residuos, conforme a la normativa vigente para avanzar en el cumplimiento del objetivo establecido en la DMR y la Ley 22/2011 de reducir los residuos generados en 2020 en un 10 % respecto del peso de los residuos generados en 2010.
- El PNIR revisa e integra los planes específicos existentes previamente para distintos tipos de residuos y marca las líneas directrices para la mayor parte de los residuos. Incluye unos objetivos generales del Plan

y una serie de objetivos concretos cuantitativos y cualitativos para cada tipo de residuos, si bien no todos ellos son de obligado cumplimiento. Cabe señalar que durante el 2014 se ha tramitado su revisión para adaptarlo al cumplimiento de los objetivos comunitarios y se espera que el nuevo plan sea publicado en 2015. Además el PNIR incluye la Estrategia Española de Reducción del vertido de residuos municipales biodegradables, elaborada para dar cumplimiento a los objetivos fijados por la Directiva 1999/31/CE<sup>2</sup>. En concreto, el Real Decreto 1481/2001 establece en su artículo 5 que la cantidad total en peso de residuos urbanos biodegradables destinados a vertedero no superará los siguientes porcentajes de la cantidad total de residuos urbanos biodegradables generados en 1995:

	16/07/2006	16/07/2009	16/07/2016
<b>% Residuos municipales biodegradables vertidos respecto a los residuos municipales biodegradables generados en 1995</b>	<b>75%</b>	<b>50%</b>	<b>35%</b>

**Tabla 1. Objetivos de vertido de residuos biodegradables de la Directiva 1999/31/CE y el Real Decreto 1481/2001.**

De acuerdo a la información recogida en PNIR, esto supondría pasar de 7,8 Mt de residuos biodegradables vertidos en 2006 a 4,2 Mt en 2016.

Cabe señalar que está pendiente la revisión y aprobación del nuevo marco normativo de residuos europeo. La Comisión Europea a través del Paquete de medidas sobre economía circular ha venido realizando la revisión de las seis Directivas de residuos<sup>3</sup>, en el que se establecían porcentajes ambiciosos de reciclaje para 2030 así como la prohibición del vertido en 2025, la obligación de la recogida selectiva en origen de los biorresiduos y la reducción del 30% de los residuos alimentarios. No obstante, recientemente el paquete de economía circular se ha retirado y la Comisión Europea presentará una nueva propuesta, más ambiciosa, a finales de 2015.

En relación a este punto es de señalar que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) ha presentado a finales de febrero de 2015, con motivo del procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica, el borrador de Plan Estatal Marco de Residuos (PEMAR) donde se indica que la nueva propuesta irá previsiblemente encaminada, entre otros, a un incremento del reciclaje y una reducción del vertido. De igual forma, este borrador de documento de planificación de los distintos tipos de residuos, incluidos los urbanos, realiza un análisis más detallado de los objetivos a 2020, así como de las principales líneas de actuación para la consecución de los mismos.

### 3.2 Generación y caracterización de residuos municipales

Las normas de carácter comunitario y de carácter nacional sobre residuos no establecen una definición consensuada para residuo urbano o municipal, por lo que a los efectos de cumplir con las obligaciones de información a la Comisión Europea y a Eurostat se consideran residuos municipales aquellos que se generan en los hogares (residuos domésticos o domiciliarios), así como aquellos similares a éstos y que proceden de comercios, oficinas e instituciones públicas y servicios, entre ellos los servicios municipales como: limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas y los animales domésticos muertos. Su gestión es competencia de las Entidades Locales o de las Diputaciones Forales y son residuos recogidos por los servicios municipales o por servicios afines contratados por los Ayuntamientos.

Para el cumplimiento de las obligaciones de información con la Comisión Europea (especialmente de cara a la comunicación sobre el cumplimiento del objetivo de preparación para la reutilización y reciclado, tal y como se recoge más adelante en este informe) y a criterio de ésta, no se consideran residuos municipales los siguientes: residuos de construcción y demolición, lodos de depuradora y vehículos fuera de uso.

<sup>2</sup> Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos que fue incorporada al derecho interno mediante el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

<sup>3</sup> Directiva Marco de Residuos; Directiva 1999/31/CE, relativa al vertido de residuos; Directiva 94/62/CE, relativa a los envases y sus residuos; Directiva 2000/53/CE, relativa a los vehículos al final de su vida útil; Directiva 2006/66/CE relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores; Directiva 2012/19/CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.



La falta de una definición precisa y armonizada sobre qué residuos se incluyen dentro de los residuos municipales o urbanos genera una gran disparidad de datos en función de las distintas fuentes de información disponibles y dificulta enormemente la comparación de los mismos. Se trata de un problema bien conocido y, en este sentido, la propia Comisión Europea lo abordaba en la propuesta inicial del Paquete de medidas sobre economía circular.

En el año 2012 en España la cantidad de residuos recogidos de competencia municipal fue de 21,9 millones de toneladas, de acuerdo a los últimos datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística<sup>4</sup> (en adelante, INE). Las cantidades que se indican en la Tabla 2 corresponden a residuos domésticos y comerciales, procedentes de hogares y del sector servicios (comercios, oficinas e instituciones públicas o privadas) así como otros residuos generados en el ámbito municipal (residuos procedentes de la limpieza viaria, residuos de mercados, etc.).

CATEGORÍAS DE RESIDUOS	TONELADAS
Residuos domésticos y similares (domésticos y vías públicas)	17.911.646
Residuos domésticos voluminosos mezclados (enseres domésticos)	403.637
Residuos metálicos	34.640
Residuos de vidrio	735.547
Residuos de papel y cartón	1.085.574
Residuos de plásticos	130.509
Residuos de madera	130.509
Residuos textiles	14.656
Equipos eléctricos desechados y componentes de equipos electrónicos desechados	32.179
Residuos de pilas y acumuladores	1.876
Residuos animales y vegetales	799.776
Envases mixtos y embalajes mezclados	641.266
<b>TOTAL RESIDUOS MEZCLADOS</b>	<b>18.315.103</b>
<b>TOTAL RESIDUOS DE RECOGIDA SEPARADA</b>	<b>3.583.547</b>
<b>TOTAL RESIDUOS</b>	<b>21.898.650</b>

**Tabla 2. Recogida de residuos municipales en España 2012. Fuente: INE.**

Atendiendo a los datos recogidos en la Tabla 3, se aprecia un descenso en la generación de residuos municipales en España en los últimos años.

-La tasa de decrecimiento medio anual para el periodo 2005-2012 es del 2%, de modo que en 2012 se recogieron en nuestro país cerca de 22 millones de toneladas, un 14,7% menos que en 2005. Nótese en todo caso que en este intervalo temporal ha tenido lugar una importante crisis económica que ha repercutido sobre el consumo y, derivado de ello, en la reducción de la generación.

-De los últimos 9 años, en el año 2006 se produjo la mayor producción de residuos municipales, con algo más de 26 millones de toneladas.

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Generación (1000t)	25.683	26.209	26.154	25.317	25.108	23.774	22.672	21.896	20.931*

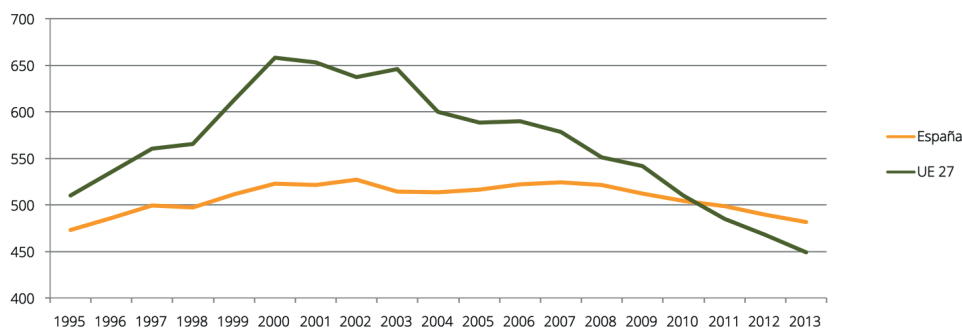
\* Dato 2013 estimado. Último dato de Eurostat disponible.

**Tabla 3. Evolución de la generación de residuos municipales en España 2005-2012. Fuente: Eurostat.**

<sup>4</sup> Los datos correspondientes a residuos domésticos mezclados, vidrio, papel y cartón, residuos animales y vegetales así como los residuos de envases mixtos, han sido suministrados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente al INE.

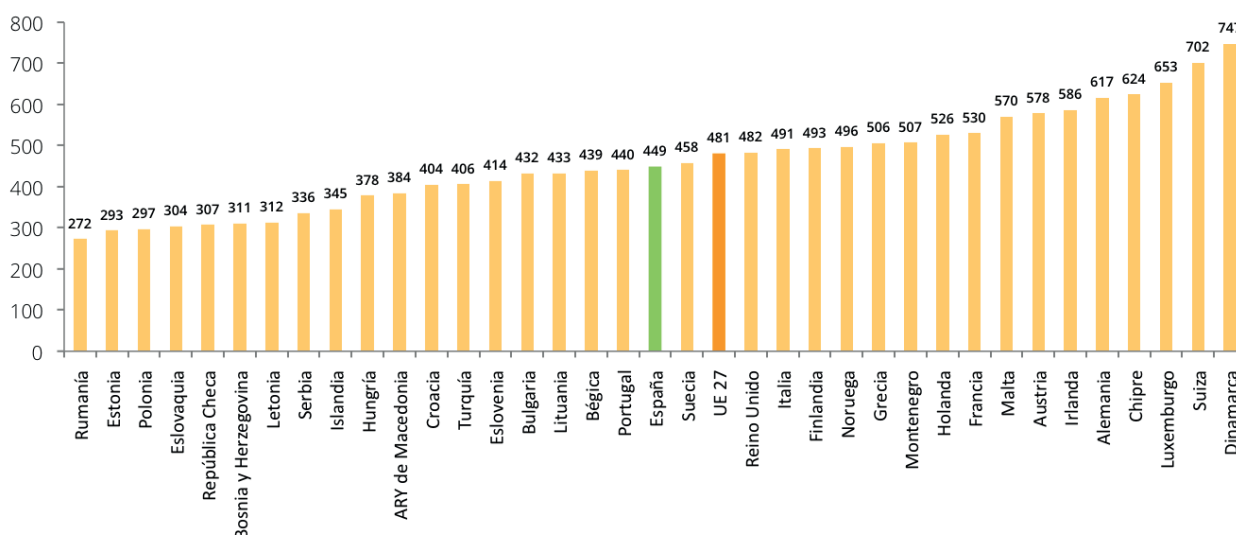
Si se analizan estas cantidades por habitante se observan en España dos tendencias muy claras: el aumento que se produjo entre 1995 y el año 2000, y el descenso iniciado a partir de ese año (Figura 2).

Si se analizan estas cantidades por habitante (Figura 2) se observa que el año 2000, con 658 kg, se registró la cifra de mayor generación de residuos por habitante de los últimos años, iniciándose, a partir de ese año, un descenso continuado (con la excepción de un pequeño aumento en 2003). Los sólo 449 kg/habitante generados en 2013 colocan a España en el décimo octavo país en generación de residuos municipales dentro del entorno europeo (Figura 3), ofreciendo desde 2011, un valor inferior al de la media de la UE (situado alrededor de los 481 kg/habitante en 2013). El descenso en la generación de residuos urbanos por habitante en España se ha producido a un ritmo superior al experimentado por la UE, como se puede apreciar al comparar la pendiente de la Figura 2.



\* Dato 2013 estimado. Último dato de Eurostat disponible.

**Figura 2. Evolución de la generación de residuos municipales por habitante (kg/hab-año) en España y Europa. Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat.**



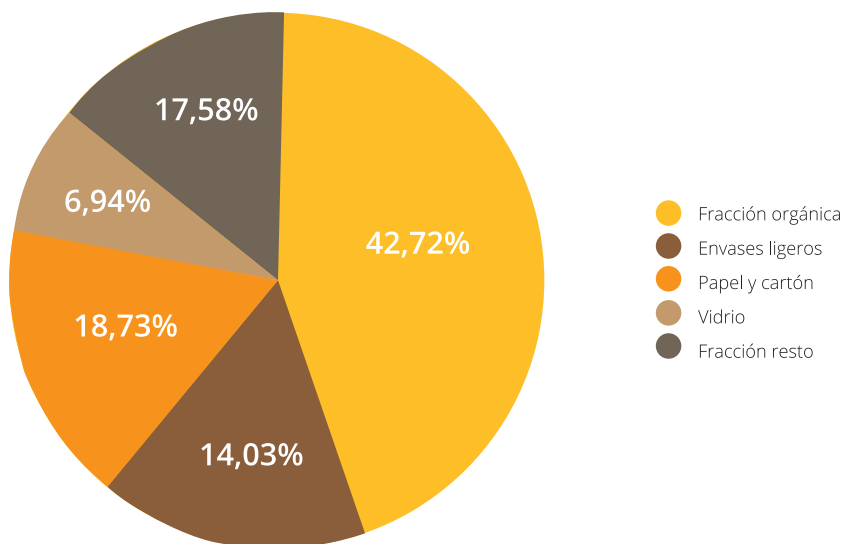
\*Los datos de Alemania, Irlanda, Grecia, España, Francia, Chipre, Luxemburgo, Polonia, Rumanía y Turquía son estimados y pueden ser revisados por Eurostat.

**Figura 3. Generación de residuos municipales por habitante (kg/hab-año). Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat.**

El Programa Estatal de Prevención de Residuos recoge como objetivo reducir los residuos generados en 2020 en un 10 % respecto del peso de los residuos generados en 2010<sup>5</sup>. De este modo, teniendo en cuenta la cantidad de residuos municipales generados en 2010 recogida en la Tabla 3, el objetivo de generación para 2020 sería de 21.396.960 toneladas de residuos municipales.

En relación a la composición de los residuos municipales en España, el Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen doméstico realizado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2011) ha determinado la composición de los distintos flujos que componen los residuos de competencia municipal (fracción orgánica, envases ligeros, vidrio, papel y resto) y a partir de esta información se ha estimado la composición de la bolsa tipo, que se refleja en la Figura 4. La fracción orgánica es la más relevante cuantitativamente y representa el 42,7% del total, el papel/cartón el 18,7 %, los envases ligeros el 14,0%, el vidrio el 6,9 % y el resto el 17,6% que incluiría residuos de muebles, aparatos eléctricos y electrónicos, pilas, textiles.

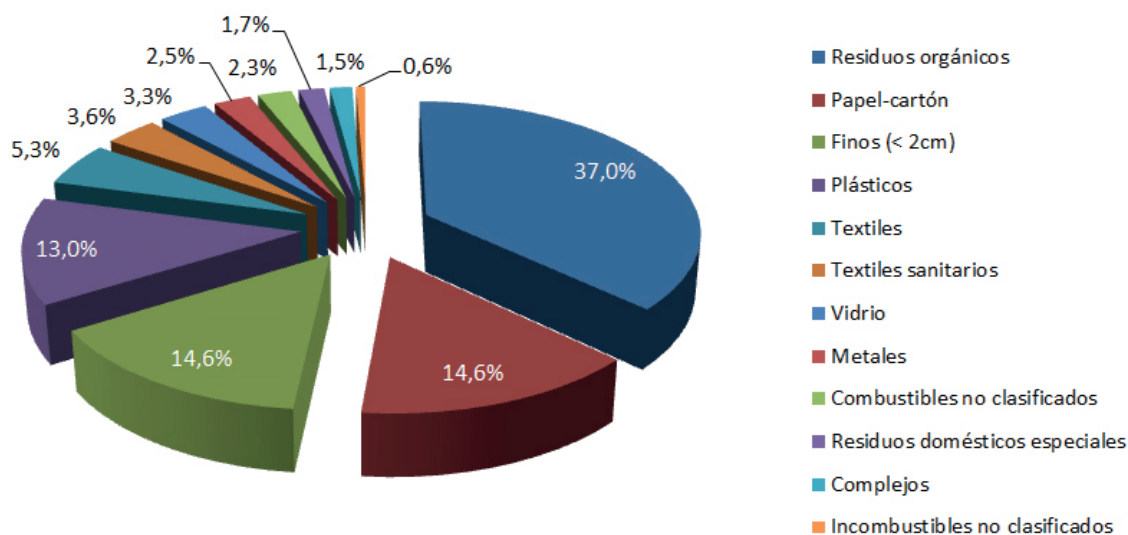
5 Objetivo establecido en la Directiva Marco de Residuos y la Ley 22/2011



**Figura 4. Composición global de residuos municipales. Fuente: Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen doméstico realizado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2011).**

Por lo que respecta a Andorra, de acuerdo a los últimos datos recogidos en el “2014 Country Reports on Waste Management” publicado por CEWEP, en 2013 se generaron 35.570 t de residuos municipales, incluyendo tanto residuos domésticos (27.672 t) como aquellos residuos procedentes de comercios, oficinas e instituciones públicas y servicios asimilables a éstos (7.898 t).

Según los datos recogidos en el Plan Nacional de Residuos (PNR) - 2012-2016 de Andorra, la tipología de residuos generados en la fracción RU en 2011 en Andorra, sin tener en cuenta la participación debida a la recogida selectiva y relativizada según la población equivalente, es la siguiente:



**Figura 5. Composición de la fracción resto de residuos municipales en Andorra. 2011. Fuente: Plan Nacional de Residuos (PNR) 2012-2016.**

Las fracciones principales que componen los residuos municipales de Andorra y que representan cerca del 80% de contenido de los RU son los residuos orgánicos (37%), el papel-cartón (14,6%), los elementos hasta de granulometría inferior a 2 centímetros (14,6%) y los residuos de plástico (13%).

### 3.3 La importancia de una adecuada gestión de los residuos urbanos

#### 3.3.1 Los principales impactos ambientales asociados a la gestión de residuos urbanos

Con el aumento histórico exponencial de la generación de residuos y la aparición de nuevos residuos con mayor potencial contaminante<sup>6</sup>, surgió una nueva problemática ambiental derivada de sus efectos negativos. De este modo, en el marco de la protección del medio ambiente, las políticas sobre residuos ocupan un lugar relevante, materializado en numerosas normas específicas que regulan su gestión y, cada vez más, incorporan preceptos encaminados a detener y revertir los impactos ambientales que generan.

Los principales impactos ambientales directos potenciales asociados a la generación y gestión de residuos son:

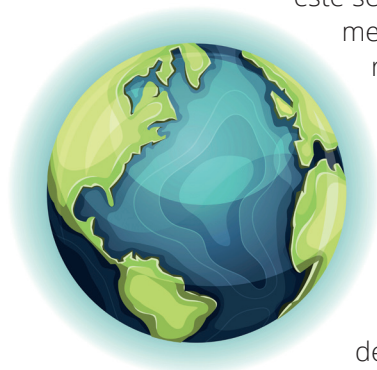
- Contaminación del suelo y acuíferos: bien por vertido incontrolado de residuos, bien por lixiviados de vertederos controlados.
- Contaminación de las aguas superficiales: de forma directa, por la presencia de residuos sobre los cuerpos de agua, incrementando de esta forma la carga orgánica con la consiguiente disminución de oxígeno disuelto, incorporación de nutrientes y la presencia de elementos físicos que imposibilitan usos posteriores del recurso hídrico y comprometen severamente su aspecto estético. De forma indirecta, por la escorrentía y lixiviados procedentes de los vertederos, se incorporan tanto a las aguas superficiales, como a los acuíferos, los principales contaminantes caracterizados por altas concentraciones de materia orgánica.
- Emisión de gases de efecto invernadero: principalmente de los vertederos y, en menor medida, de otras instalaciones de tratamiento.
- Emisión de gases de combustión con compuestos contaminantes: partículas, gases ácidos derivados de reacciones de halógenos, compuestos de azufre, metales volátiles o compuestos orgánicos (como dioxinas y furanos).
- Ocupación del terreno: por todas las instalaciones de tratamiento pero fundamentalmente los vertederos.
- La descarga y acumulación de residuos en sitios periurbanos, urbanos o rurales produce impactos estéticos, malos olores y molestias para la población.

Paralelamente a los impactos directos de la generación de residuos, actualmente el foco de atención se centra en los impactos indirectos de no llevar a cabo una correcta gestión. Es preciso fomentar el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, que de otra forma serían desperdiciados, ya que esto constituye una fuente de materias primas, un beneficio económico a la vez que ambiental. El concepto de economía circular, que supone cerrar el ciclo de los materiales mediante la reintroducción de los recursos contenidos en los residuos en el proceso de producción y en el mercado, resulta fundamental para incrementar la eficiencia en el uso de recursos naturales.

La Unión Europea es consciente del reto que representa para su economía el abastecimiento en materias primas y la creciente inseguridad de suministros, con el correspondiente incremento de los costes. En este sentido, éste es uno de los temas abordados por la Comisión Europea en el Paquete de medidas sobre economía circular, si bien, como se ha comentado en apartados anteriores, recientemente el paquete de economía circular se ha retirado y la Comisión Europea presentará una nueva propuesta, más ambiciosa, a finales de 2015 (ver apartado 3.1).

#### 3.3.2 La importancia del problema del cambio climático

El cambio climático es actualmente uno de los principales retos a nivel internacional que está todavía sin resolver. Dicho reto no es únicamente de carácter ambiental, sino también económico y social. Implica tanto la afección a la biodiversidad como al desplazamiento de población, la salud y el funcionamiento de los sectores productivos.



6 Pilas, aceites minerales, plásticos, lámparas fluorescentes, medicamentos, etc.



Es por ello que en el Foro de Davos, un foro fundamentalmente de carácter económico y político, el cambio climático está ampliamente reconocido como uno de los principales riesgos a los que se enfrenta la humanidad.

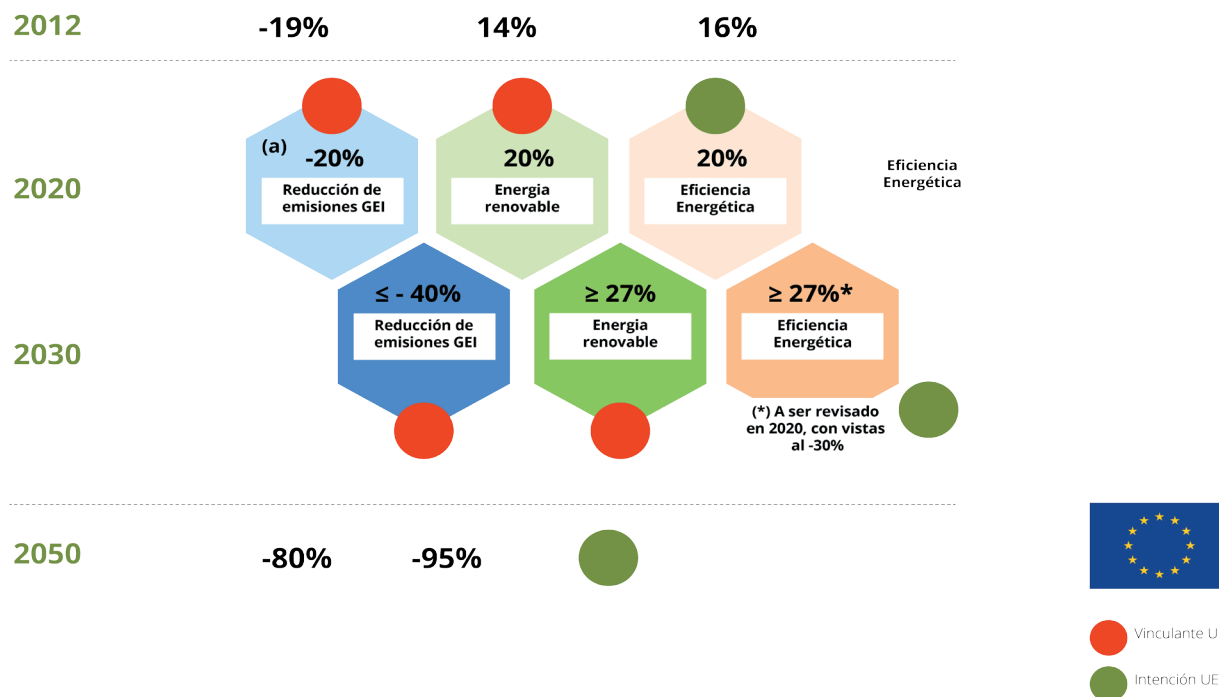
Ello se materializa en el mapa de riesgos que anualmente se va elaborando. A continuación se representan los principales riesgos globales, siendo éstos aquellos que pueden generar impactos significativos negativos y en un plazo inferior a 10 años sobre varios países e industrias. Nótese la importancia de los vectores ligados al cambio climático.

Principales riesgos por probabilidad	Principales riesgos por impacto
El conflicto interestatal.	La crisis del agua.
Los fenómenos meteorológicos extremos.	La propagación de enfermedades infecciosas.
El fracaso de la gobernanza nacional.	Las armas de destrucción masiva.
Crisis o colapso de los Estados.	El conflicto interestatal.
El desempleo o el subempleo.	La falta de adaptación al cambio climático.
Las catástrofes naturales.	La crisis de los precios de la energía.
La falta de adaptación al cambio climático.	La información crítica y fallos de infraestructura.
La(s) crisis(es) del agua.	Las crisis fiscales.
El fraude o el robo de datos.	El desempleo o el subempleo.
Los ataques en Internet.	La pérdida de la biodiversidad y el colapso de los ecosistemas.
Riesgos vinculados al cambio climático.	

**Tabla 4. Principales riesgos globales por probabilidad e impacto.**  
Fuente: Foro Económico de Davos. 2015.

En la cumbre de cambio climático de París en diciembre de 2015 se definirá el nuevo marco de compromiso internacional para el año 2020 en adelante. Muchos países han notificado ya sus compromisos de reducción, liderando el proceso de manera rotunda la Unión Europea. Uno de los principales motivos asociados a dicho liderazgo radica en la importante dependencia energética del exterior actualmente existente, así como en el reconocimiento de una escasez generalizada de recursos naturales derivada del incremento dramático de la población mundial y frente al que Europa quiere posicionar su economía como de productos y servicios verdes.

Así, en Europa el objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero es de reducir un 20% las mismas en 2020 respecto del valor registrado en 1990. Conforme a la nueva planificación energética y ambiental publicada en 2014, dicho objetivo se duplica a 2030, es decir, con un 40% de reducción respecto de 1990. Por tanto, el esfuerzo de reducción de emisiones va a incrementarse muy notablemente en los próximos años. La ambición de Europa en términos de avance hacia una economía baja en carbono es evidente, conforme se muestra en la figura adjunta.



**Figura 6. Situación actual y principales objetivos europeos en materia de energía y medio ambiente.**  
 Fuente: elaboración propia con datos de la Comisión Europea y la Agencia Europea de Medio Ambiente.

En España, el sector residuos contribuye con casi 14 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente a las emisiones totales de gases de efecto invernadero, siendo casi 80% de las mismas de vertederos. Por tanto, es esencial el desarrollo de políticas que, en consonancia con otras normas ambientales, apoyen la jerarquía de residuos mediante el desvío de residuos de vertederos, la principal causa de emisión de esta categoría.

### 3.3.3 La dependencia europea y española de los combustibles fósiles

Europa tiene actualmente una gran dependencia energética. Como puede verse a continuación, el 54% de la energía primaria (de origen no renovable) y 85% del petróleo consumido en el periodo 2008-2012 tuvo que comprarse fuera de las fronteras europeas. En España, dichas cifras son todavía más significativas y preocupantes, considerando que el 77% de nuestra energía primaria no renovable fue comprada fuera y, en particular, el 99% del petróleo.

Adicionalmente a esta circunstancia, las previsiones de evolución de dicha dependencia energética europea en energía primaria no renovable son crecientes en el horizonte de 2030. Es decir, con el paso del tiempo, cada vez la UE va a ser más dependiente de la obtención de combustibles no renovables. A continuación se muestran los distintos escenarios considerados por la Comisión Europea. Como se puede ver, incluso en el escenario de puesta en marcha de las políticas energéticas a 2030, la dependencia energética es creciente para todos los combustibles (petróleo, gas natural y carbón) y, por ende, globalmente también.

Uno de los resultados derivados de la alta dependencia energética es la importantísima factura que España debe afrontar anualmente para la adquisición fuera de nuestras fronteras de dichos combustibles fósiles y, evidentemente, no renovables. Según la balanza de pagos, los bienes energéticos son los elementos que más déficit generan a la economía española. Ni siquiera los ingresos producidos por la exportación de todos los bienes de consumo, los bienes intermedios y los bienes de capital pueden compensar el tremendo déficit derivado de la importación de combustibles fósiles. Es más, la tendencia parece mantenerse estable en el tiempo. Según las últimas cifras de 2013, España estaría asumiendo un déficit de casi 41.000 millones de euros por la compra de la energía que no somos capaces de generar de manera autosuficiente.

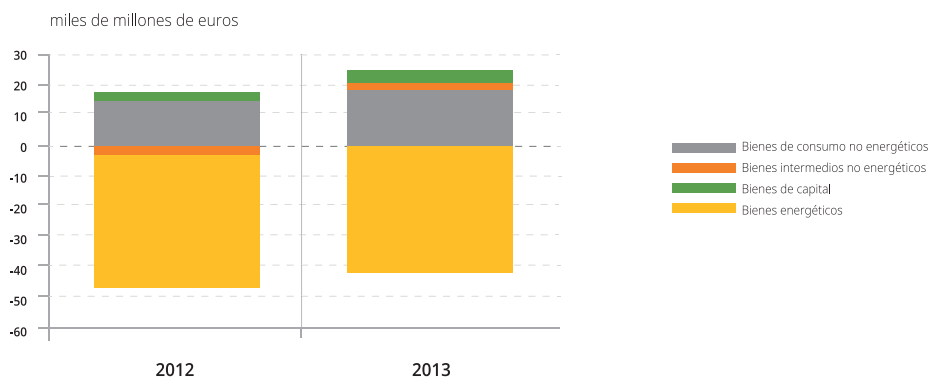
Security of energy supply																
	Import dependence**				HHI energy imports			Non-EEA share of imports			Gross inland energy consumption, shares by fuel					
	Gas (%)	Oil (%)	Solid fuels (%)	Total Primary (%)	Gas	Oil	Solid fuels	Gas (%)	Oil (%)	Solid fuels (%)	Gas (%)	Oil (%)	Nuclear (%)	Renewables (%)	Solid fuels (%)	HHI energy sources
	2008-2012	2008-2012	2008-2012	2008-2012	2008-2012	2008-2012	2008-2012	2008-2012	2008-2012	2008-2012	2008-2012	2008-2012	2008-2012	2008-2012	2008-2012	2008-2012
AT	87	91	100	66	0.47	0.12	0.32	86	55	18	23	37	0	27	10	0.27
BE	99	100	96	77	0.27	0.17	0.21	30	57	89	26	40	20	4	6	0.28
BG	91	99	28	42	1.00	0.53	0.53	100	87	99	13	22	22	7	39	0.27
CY				97			0.96		45	100	0	95	0	4	0	0.91
CZ	97	96	-16	27	0.78	0.28	0.62	85	72	12	16	21	17	6	42	0.28
DE	84	95	39	61	0.30	0.13	0.15	45	58	86	22	34	10	9	24	0.24
DK	-78	-47	96	-13		0.18	0.28		23	91	20	39	0	19	18	0.27
EE	100	61	0	18	1.00	0.28	0.75	100	42	99	10	19	0	13	61	0.44
ES	100	99	79	77	0.21	0.06	0.18	89	83	99	23	46	12	10	9	0.30
FI	100	96	68	51	1.00	0.59	0.45	100	84	90	10	28	17	26	16	0.21
FR	98	98	99	50	0.20	0.07	0.15	46	73	87	15	32	42	7	4	0.31
EL	100	98	3	68	0.41	0.15	0.39	98	88	83	12	52	0	7	28	0.37
HR	20		98	54	0.78	0.33	0.31	57	71	95	29	46	0	11	8	0.31
HU	78	81	40	57	0.83	0.67	0.31	96	84	61	37	26	16	7	11	0.25
IE	95	99	61	88	1.00	0.49	0.48	0	12	85	29	51	0	5	15	0.37
IT	90	92	99	83	0.21	0.11	0.18	83	95	95	38	40	0	10	9	0.33
LT	99	93	94	70	1.00	0.83	0.66	100	95	98	33	33	12	14	3	0.29
LU	100	100	100	97	0.34	0.59	0.58	36	0	100	24	63	0	3	1	0.46
LV	96	99	97	56	1.00	0.24	0.67	100	48	92	28	33	0	33	2	0.30
MT		100		100							0	100	0	0	0	0.99
NL	-68	95	107	32	0.38	0.08	0.25	14	62	95	43	41	1	4	9	0.36
PL	72	97	-5	31	0.69	0.61	0.41	87	83	81	13	25	0	7	54	0.38
PT	101	100	99	79	0.43	0.08	0.44	100	81	96	18	50	0	20	10	0.33
RO	21	51	18	23	0.88	0.29	0.23	94	86	64	30	26	8	15	22	0.23
SE	98	99	88	35	1.00	0.22	0.18	0	40	72	2	27	31	34	5	0.29
SI	100	101	21	51	0.35	0.22	0.52	73	17	78	11	36	21	14	20	0.25
SK	100	89	83	64	1.00	0.67	0.29	100	84	41	27	21	23	7	22	0.22
UK	37	19	68	32	0.40	0.18	0.27	26	40	97	37	35	8	3	16	0.29
EA											24	37	15	9	13	0.25
EU28	64	85	42	54	0.17	0.09	0.14	59	67	87	24	35	14	9	17	0.24

Tabla 5. Dependencia energética de Europa y sus Estados Miembros. Fuente: Comisión Europea. Junio 2014.

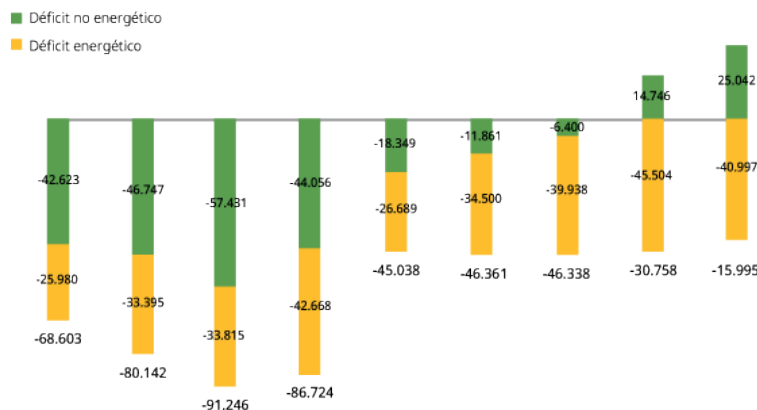
En este contexto, se vuelve esencial el desarrollo de medidas que nos permitan amortiguar este grave perjuicio económico competitivo.

			2010	2020	2030
projection for EU28 (Reference Scenario)	Oil	Total Demand (Mtoe)	669	606	578
		Import Dependency (%)	84%	87%	90%
	Natural gas	Total Demand (Mtoe)	444	407	400
		Import Dependency (%)	62%	65%	73%
	Coal	Total Demand (Mtoe)	281	236	174
		Import Dependency (%)	40%	41%	49%
projection for EU28 (2030 policy framework)	Oil	Total Demand (Mtoe)	669	604	559
		Import Dependency (%)	84%	87%	90%
	Natural gas	Total Demand (Mtoe)	444	404	347
		Import Dependency (%)	62%	65%	72%
	Coal	Total Demand (Mtoe)	281	231	155
		Import Dependency (%)	40%	40%	48%
IEA projection for EU28 (WEO2013 new policies scenario)	Oil	Total Demand (Mtoe)	683	569	481
		Import Dependency (%)	83%	85%	89%
	Natural gas	Total Demand (Mtoe)	446	407	442
		Import Dependency (%)	62%	73%	79%
	Coal	Total Demand (Mtoe)	280	248	174
		Import Dependency (%)	40%	43%	48%

Tabla 6. Previsiones de dependencia energética para la Unión Europea. Fuente: Comisión Europea. Julio 2014.



**Figura 7. Saldo comercial en términos nominales por grupos de productos para 2013.**  
Fuente: Balanza de Pagos del Banco de España.



**Figura 8. Evolución de la balanza de pagos energética.** Fuente: Agencia Tributaria.

### 3.4 La Directiva de eficiencia energética y el impulso de la distribución de calor y frío

Según el artículo 14 de la Directiva 2012/27/CE<sup>7</sup> de eficiencia energética:

- i) A más tardar el 31 de diciembre de 2015, los Estados miembros llevarán a cabo y notificarán a la Comisión una evaluación completa del potencial de uso de la cogeneración de alta eficiencia y de los sistemas urbanos de calefacción y refrigeración eficientes.
- ii) A efectos de la evaluación anterior, los Estados miembros llevarán a cabo un análisis de costes y beneficios que abarque su territorio, atendiendo a las condiciones climáticas, a la viabilidad económica y a la idoneidad técnica.
- i) Los Estados miembros adoptarán políticas que fomenten que se considere debidamente a escala local y regional el potencial de uso de sistemas de calefacción y refrigeración eficientes, en particular los que utilicen cogeneración de alta eficiencia. Se tendrán en cuenta las posibilidades de impulsar mercados de calor, locales y regionales.

Para apoyar el cumplimiento de la prospección anterior, la Comisión Europea ha publicado unas directrices para la elaboración del estudio de potencial de los sistemas urbanos de calefacción y refrigeración anteriormente citado. En ellas se especifica identificar el potencial de oferta para el aprovechamiento del calor y frío, cuantificando todos aquellos puntos de generación de más de 20 GWh/año, incluyendo plantas de valorización energética de residuos urbanos e instalaciones de cogeneración. La evaluación del citado potencial de los sistemas urbanos de calefacción y refrigeración eficientes se está actualmente realizando por parte del IDAE.

Este requerimiento legal europeo podría ayudar a impulsar las plantas de valorización energética para la generación de calor y/o frío distribuido. Así, la utilización de plantas de valorización energética de residuos urbanos para la generación de calor o frío, adicionalmente a la energía eléctrica, está muy extendida en otros países.

<sup>7</sup> DIRECTIVA 2012/27/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.



- En Dinamarca, el 100% de las plantas de valorización energética de residuos generan calor, adicionalmente a electricidad. Con ellas, obtienen en promedio 0,6 MWh de electricidad y 2 MWh de calor por cada tonelada de RU tratado.
- Según CEWEP, en ciudades como París, varias plantas de valorización energética (Saint-Ouen, Issy-les-Moulineaux y Ivry-sur-Seine) aportan calor a la red de distribución, llegando a más de 300.000 hogares, oficinas, hospitales e incluso a entidades culturales como el museo de Louvre.

Por tanto, es de esperar que conforme al requerimiento de búsqueda de la máxima eficiencia en la utilización de redes de calor distribuido, las plantas de valorización energética consigan contribuir con sus ventajas.



## 4. SITUACIÓN DEL SECTOR DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS URBANOS EN ESPAÑA Y ANDORRA

### 4.1 Tratamiento de residuos municipales

#### 4.1.1 Análisis global

A continuación se recoge una breve descripción de los principales tipos de instalaciones para el tratamiento de residuos municipales existentes en España:



#### • Instalaciones de triaje

La función de estas es seleccionar el contenido del material entrante mediante una combinación de procesos de separación mecánicos o automatizados y procesos manuales con el fin de recuperar las fracciones valorizables y prepararlas para su posterior comercialización. Los materiales no separados se preparan para ser procesados mediante tratamiento térmico o depósito en vertedero.

En estas plantas únicamente se realiza una selección de los residuos contenidos en la fracción resto, recuperándose distintos materiales (metales, plásticos, vidrio, papel/cartón, compuestos, otros) pero no la fracción orgánica para su tratamiento posterior.

#### • Instalaciones de compostaje de fracción orgánica recogida separadamente

El compostaje es un proceso biológico aerobio (con presencia de oxígeno) que, bajo condiciones de ventilación, humedad y temperatura controladas, transforma los residuos orgánicos degradables en un material estable e higienizado llamado compost, que se puede utilizar como enmienda orgánica en suelos.

Este tipo de plantas reciben biorresiduos de la recogida separada, diferenciando entre fracción orgánica, fracción vegetal y otros materiales biodegradables. Además, en algunas de estas plantas se mezclan los biorresiduos con lodos de depuradora.

Los rechazos de estas instalaciones son enviados a valorización energética o vertedero.

#### • Instalaciones de triaje y compostaje

Los tratamientos mecánico-biológicos (TMB) son la combinación de procesos físicos y biológicos para el tratamiento de los residuos o fracciones de residuos con contenido significativo de materia orgánica procedente de la fracción resto, principalmente.

Los objetivos del tratamiento mecánico-biológico en las instalaciones de tratamiento de residuos municipales son:

- Extraer de los residuos de entrada, los materiales impropios voluminosos o que pueden producir problemas en los procesos posteriores de tratamiento.
- Separación y recuperación de materiales valorizables (metales, plásticos, vidrio, papel/cartón, etc.)
- Separación de la materia orgánica contenida en la fracción de entrada, preparar y acondicionar los residuos para el tratamiento biológico posterior (en este caso compostaje) y finalmente estabilizar la materia orgánica.
- Acondicionar los flujos de salida de los procesos para su destino final o valorización.

Las instalaciones de triaje y compostaje reciben residuos mezclados de competencia municipal y materia orgánica recuperada en el triaje y cuyo destino es compostaje, en algunas instalaciones biorresiduos recogidos separadamente y pequeñas cantidades de lodos.

Los rechazos de estas instalaciones son destinados a valorización energética o vertedero.

#### • Instalaciones de triaje, biometanización y compostaje

Al igual que las instalaciones de triaje y compostaje, se lleva a cabo un tratamiento mecánico-biológico, sólo que en este caso el tratamiento biológico puede ser el compostaje (digestión aerobia) o la biometanización (digestión anaerobia).

La biometanización es un proceso biológico que, en ausencia de oxígeno y a lo largo de varias etapas en las que interviene una población heterogénea de microorganismos, permite transformar la fracción más degradable de la materia orgánica en biogás: una mezcla de gases formada principalmente por metano y dióxido de carbono y por otros gases en menor proporción (vapor de agua, CO, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S), que pueden ser aprovechada energéticamente gracias a su elevada capacidad calorífica.

En las instalaciones de triaje, biometanización y compostaje se tratan mezclas de residuos de competencia municipal. Además de la materia orgánica recuperada en el triaje y cuyo destino es compostaje y biometanización, se pueden tratar biorresiduos recogidos separadamente y pequeñas cantidades de lodos. Los rechazos de estas instalaciones son destinados a valorización energética o vertedero.

#### • Instalaciones de clasificación de envases

En las instalaciones de clasificación de residuos de envases se lleva a cabo la recuperación de los distintos materiales valorizables (metales, plástico, vidrio, papel y cartón, compuestos (bricks y otros) de residuos de envases procedentes de la recogida separada para su envío posterior a reciclado.

Los rechazos de dichas plantas se destinan a vertedero o valorización energética.

#### • Instalaciones de valorización energética

La valorización energética consiste en la oxidación total de los residuos en exceso de aire y a temperaturas superiores a 850°C, según se recoge en la Directiva 2000/76/CE. Se realiza en hornos apropiados con aprovechamiento de la energía producida. En el apartado 4.1.2 se describen con más detalle este tipo de instalaciones.

A las plantas de valorización energética llegan tanto residuos municipales mezclados, como rechazos de otras instalaciones.

#### • Vertederos

Un vertedero es una instalación de eliminación de residuos mediante su depósito subterráneo o en superficie, por períodos de tiempo superiores a los considerados para el almacenamiento temporal. Por tanto, se incluyen también las instalaciones internas de eliminación de residuos, es decir, los vertederos en que un productor elimina sus residuos en el lugar donde se producen.

Los vertederos controlados son depósitos en los que existe una impermeabilización total del suelo, unos sistemas de canalización de lixiviados y tuberías que recogen el biogás que se forma en su interior. También puede realizarse un aprovechamiento energético de dicho biogás. Actualmente está totalmente prohibido el vertido de residuos de manera no controlada en todo el territorio nacional, según se indica en la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados (y anteriormente ya establecía la Ley 10/1998, de residuos).

Actualmente los vertederos reciben tanto residuos municipales mezclados, como rechazos de otras instalaciones y otros residuos.

Instalaciones de tratamiento de residuos de competencia municipal	Nº instalaciones	Entradas (t/año)	Entradas (%)
Instalaciones de triaje	5	971.743	3%
Instalaciones de triaje y compostaje	63	7.245.480	25%
Instalaciones de triaje, biometización y compostaje	23	3.056.503	10%
Instalaciones de compostaje de fracción orgánica recogida separadamente	44	772.607	3%
Instalaciones de clasificación de envases	94	641.266	2%
Instalaciones de valorización energética	10	2.118.804	7%
Vertederos	134	14.475.985	49%

**Tabla 7. Instalaciones de tratamiento de residuos de competencia municipal en España en 2012.**  
Fuente: MAGRAMA 2013.

La siguiente tabla recoge el número de instalaciones para el tratamiento de residuos de competencia municipal existentes en España en 2012 y los residuos tratados por tipología.

De los 134 vertederos existentes en España, en 71 se captó el biogás producido, generándose en 2012 una total de 331.384.326 kWh<sup>8</sup>.

Las entradas en las instalaciones incluyen tanto residuos municipales<sup>9</sup>, como pequeñas cantidades de lodos y otros residuos. Asimismo, las cantidades de residuos de entrada a las instalaciones de valorización energética y vertido incluyen los rechazos del resto de las instalaciones. El detalle de las entradas a los distintos tipos de instalaciones se recoge en la Figura 16, en el apartado 4.2 del presente informe.

La Figura 9 recoge las cantidades de residuos entrantes y los rechazos que se generan (tanto en cantidad como en porcentaje) por tipología de instalación (se han excluido las instalaciones de vertido, que no tienen rechazo por ser ya finalistas). Los resultados reflejan que las instalaciones que tratan residuos recogidos selectivamente (instalaciones de compostaje de fracción orgánica recogida selectivamente e instalaciones de clasificación de envases) tienen mayores rendimientos, con porcentajes de rechazo en torno al 30%, mientras que los porcentajes de las instalaciones que tratan residuos mezclados se sitúan entre el 60-70% de las entradas.

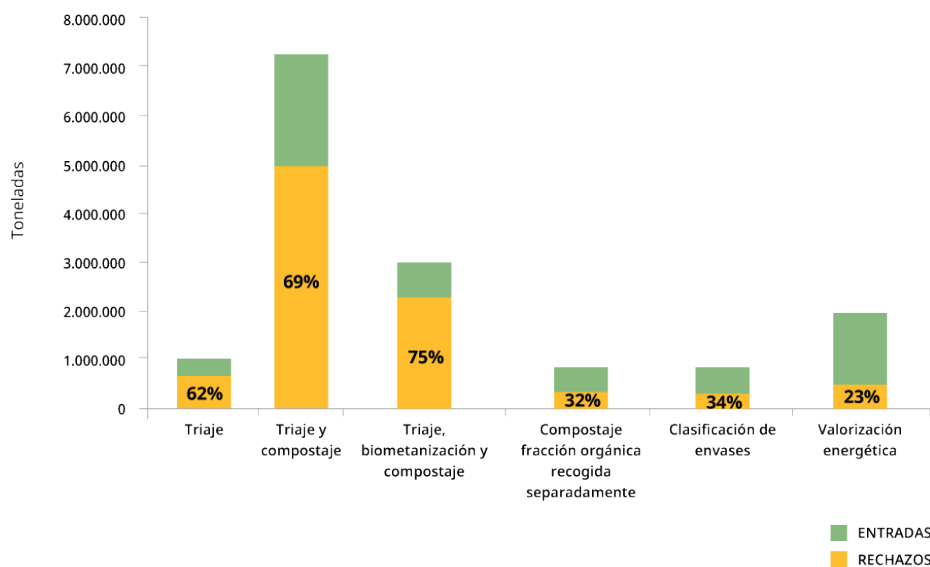
Por su parte, las plantas de valorización energética tienen rechazos del 23% sobre las entradas. De dicha cuantía, se valoriza aproximadamente un 50% de la misma fundamentalmente mediante el reciclaje de la chatarra recuperada y la aplicación de escorias en el relleno de vertederos.

8 Fuente: MAGRAMA. Datos facilitados al MAGRAMA por las Comunidades Autónomas. Ausencia de datos para las Comunidades Autónomas de Islas Baleares, Castilla-La Mancha, Cataluña y Murcia.

9 Únicamente se incluyen los siguientes residuos gestionados a través de las Entidades Locales (entre paréntesis el código LER):

- Mezclas de residuos municipales (20 03 01)
- Papel y cartón (20 01 01)
- Vidrio (20 01 02)
- Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes (20 01 08)
- Residuos biodegradables de parques y jardines (20 02 01)
- Envases mezclados (15 01 06)
- Envases de vidrio (15 01 07)





**Figura 9. Cantidades de residuos de entrada y rechazo de las instalaciones de tratamiento de residuos municipales en España 2012. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MAGRAMA.**

La Tabla 8 recoge los datos completos más recientes (año 2011) de los distintos residuos municipales recogidos y su tratamiento. En términos absolutos, de los casi 23 millones de toneladas de residuos municipales generadas en España en 2011, cerca del 63,1% se destinaron a su depósito en vertedero. Por tanto, uno de los principales retos a afrontar es reducir esta proporción, que en los últimos años se ha situado en cifras muy similares, en torno al 60%.

Código LER	RESIDUO	Generación	Reciclado	Compostaje	Vertido	Valorización Energética
20 03 01	Mezclas de residuos municipales	18.291.848	410.777	2.138.523	13.533.585	2.208.963
20 01 01	Papel y cartón	1.266.395	1.266.395	0	0	0
20 01 02	Vidrio	7.202	7.202	0	0	0
20 01 08	R. biodegradables de cocinas y restaurantes	603.975	535.718	68.256	0	0
20 02 01	R. biodegradables de parques y jardines	326.537	129.542	65.150	131.845	0
15 01 06	Envases mezclados	653.977	428.392	0	199.197	26.388
15 01 07	Envases de vidrio	726.479	726.479	0	0	0
20 01 40	Residuos metálicos	43.394	41.780	0	1.614	0
20 01 39	Residuos de plástico	104.681	86.995	0	17.682	3
20 01 38	Residuos de madera	127.522	116.052	0	6.698	4.771
20 01 10	Residuos textiles	7.668	2.930	0	4.738	0
20 01 11						
20 01 21						
20 01 23	Equipos desechados	29.330	28.451	0	879	0
20 01 35						
20 01 36						
20 01 33	Residuos de pilas y acumuladores	1.624	1.608	0	15	0
20 01 34						
20 03 02	R. de mercados	481.780	133	0	379.950	101.697
20 03 07	Residuos voluminosos					
<b>TOTAL</b>		<b>22.672.411</b>	<b>3.782.456</b>	<b>2.271.929</b>	<b>14.276.204</b>	<b>2.341.822</b>
<b>%</b>			<b>17</b>	<b>10</b>	<b>63</b>	<b>10</b>

**Tabla 8. Detalle de tratamiento de residuos municipales en España 2011. Fuente: MAGRAMA 2013.**

Atendiendo a la evolución del tratamiento de residuos urbanos en España los últimos años (Tabla 9), se aprecia en el tiempo una mejora de la gestión mediante reciclaje, que ha pasado de ser el destino del 14% de los residuos en 2006, a convertirse en el sistema empleado para gestionar casi el 17% en 2011. El compostaje, como forma de reciclado ha perdido demanda, y se ha convertido en el destino de solo el 10% de los residuos municipales en ese año. Ambas formas de reciclaje en su conjunto llegaron a representar el destino del 27% de los residuos; porcentaje ligeramente inferior al experimentado en años anteriores. Este porcentaje corresponde al porcentaje de residuos municipales destinados a la preparación para el reciclado y la reutilización, que deberá alcanzar el 50% en 2020 de acuerdo al objetivo fijado por la Directiva Marco y la Ley 22/2011.

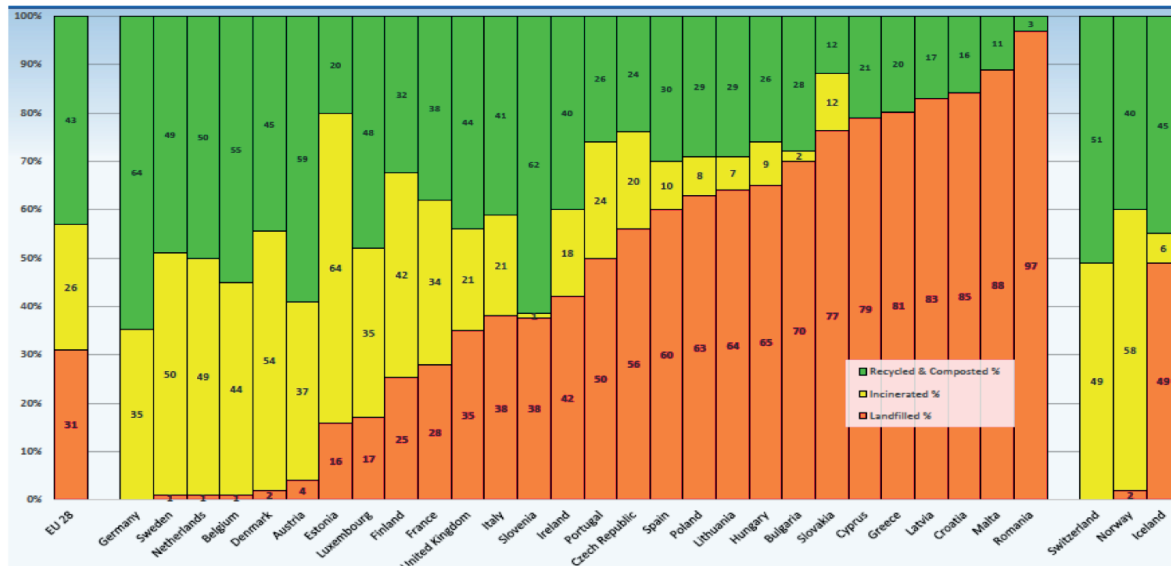
Por su parte, la valorización energética mantiene una proporción como destino muy similar en los últimos años (entre el 9% y el 10%).

Tipo de tratamiento (miles de toneladas)	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Vertido	15.656,7	14.921,1	14.797,9	14.539,3	14.788,9	14.276,2
Valorización energética	2.383,1	2.258,0	2.391,6	2.240,6	2.043,8	2.341,8
Reciclado	3.646,3	3.904,0	3.728,3	3.811,0	4.174,1	3.782,5
Compostaje	4.523,2	5.154,7	5.112,2	4.516,5	2.767,1	2.271,9
TOTAL	26.209,3	26.237,8	26.030,0	25.107,4	23.773,9	22.672,4

**Tabla 9. Evolución del tratamiento de residuos urbanos en España 2006-2011.**

Fuente: MAGRAMA.

La Figura 10 y la Figura 13 comparan el tratamiento de residuos con otros países europeos en porcentajes, toneladas y su evolución por habitante, respectivamente:



**Figura 10. Tratamiento de residuos municipales (porcentaje) en EU-28 en 2013.**

Fuente: Gráfico CEWEP a partir de datos de Eurostat.

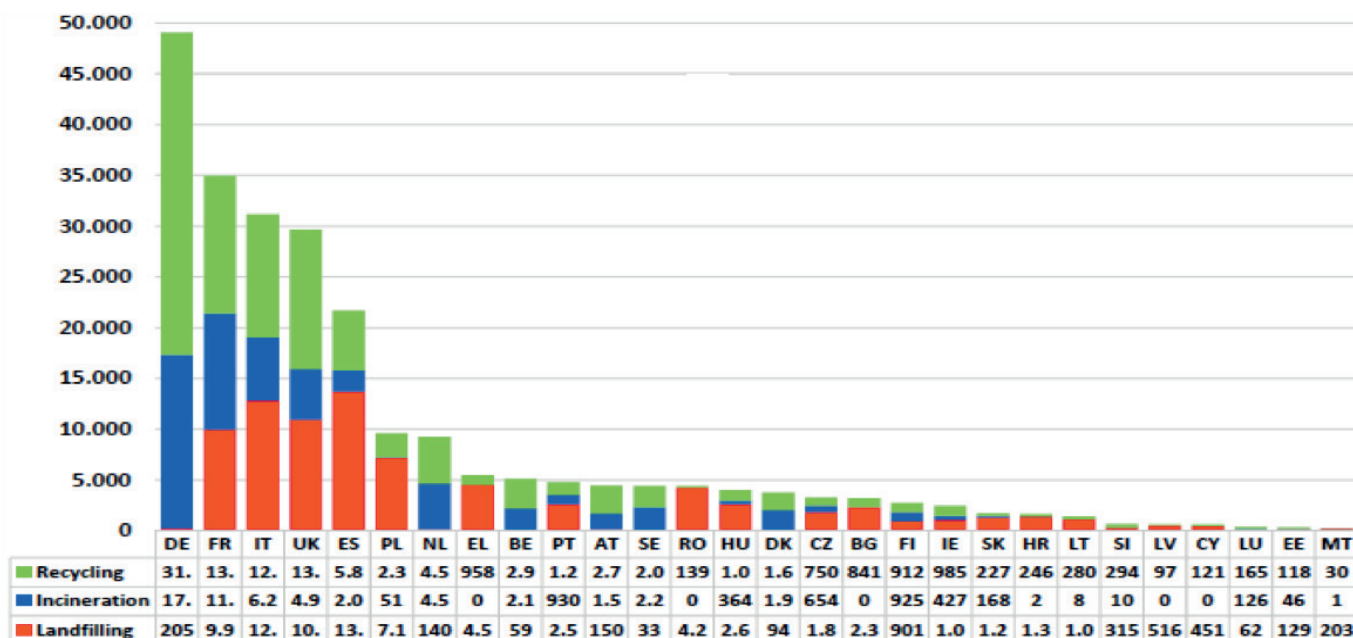
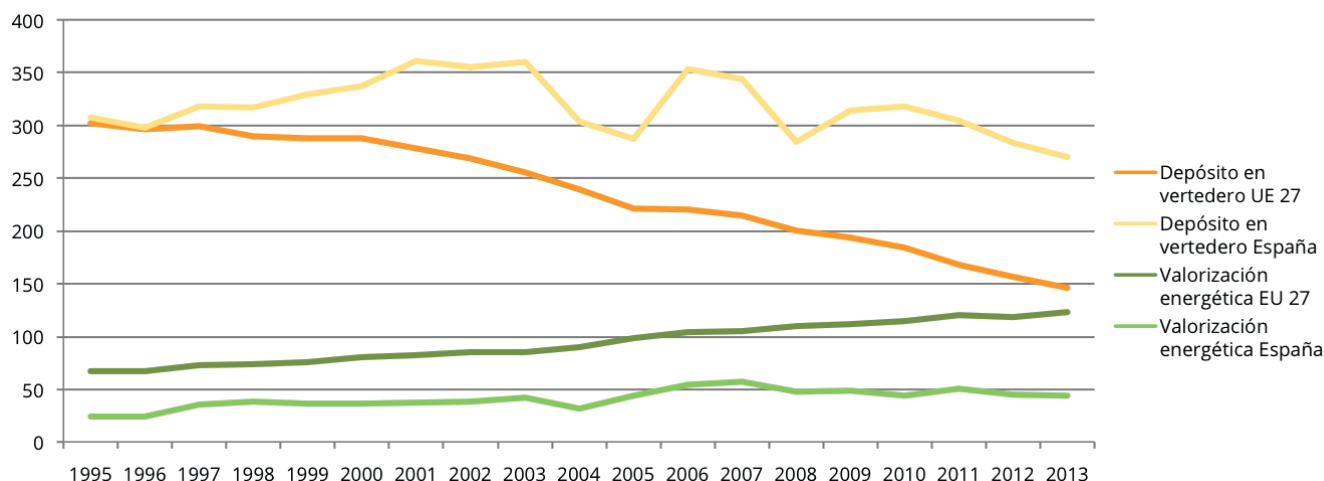


Figura 11. Tratamiento de residuos municipales (ktoneladas) en EU-28 en 2012.  
Fuente: Gráfico CEWEP a partir de datos de Eurostat.



\* Datos España 2013 estimados. Últimos datos de Eurostat disponibles.

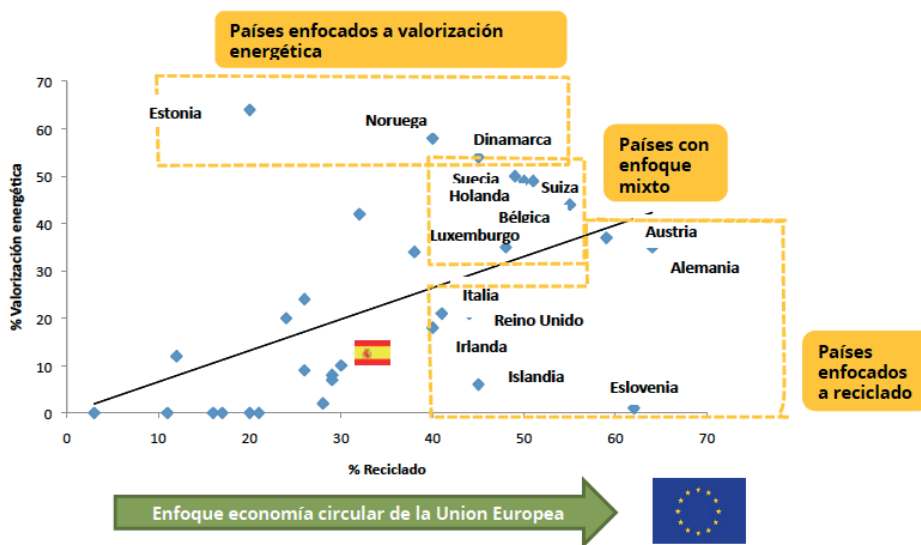
Figura 12. Evolución del tratamiento de residuos municipales (kg/hab-año) en España y UE-27.  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat.

Las principales conclusiones que se pueden extraer del análisis de estos datos son las siguientes:

- En España se eliminaron en vertedero un 60% de los residuos municipales frente al 31% de media de UE-28 en el año 2013.
- España lidera el vertido de RU en toneladas absolutas dentro de la UE, con más de 13 millones de toneladas vertidas en 2012.
- Si se comparan las cifras por habitante, en España el depósito en vertedero en 2013 fue de 270 kg/hab<sup>10</sup>, mientras que en la UE 27 la cifra fue de 146 kg/hab.
- Austria, Bélgica, Alemania, Dinamarca, los Países Bajos y Suecia destinan a vertedero el 4% de los residuos municipales o menos. Todos ellos han introducido prohibiciones de vertido y trabajado hacia un sistema de gestión de residuos complementario donde tanto el reciclaje como la valorización energética juegan su papel para desviar los residuos de los vertederos.

10 Dato estimado. Último dato de Eurostat disponible

- Al representar gráficamente el porcentaje de valorización energética frente al de reciclado, se observa que, salvo excepciones concretas, los países que han apostado por el reciclado lo han hecho en combinación con la valorización energética.



**Figura 13. Reciclado y valorización energética de residuos municipales en España y UE-27.**  
**Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat<sup>11</sup>.**

Desde el año 2000, los residuos municipales por habitante vertidos en España únicamente se han reducido un 9%, cifra muy inferior a la reducción del 49% experimentada de media en la UE-27.

- Esta reducción se ha producido acompañada de un incremento en los distintos sistemas de tratamiento, destacando en la UE-27 el crecimiento de la valorización energética que aumentó un 54%, mientras que en España sólo lo hizo en un 22%.

Por lo que respecta al tratamiento de residuos en Andorra, en grandes líneas los residuos generados tienen los siguientes destinos:

- Los residuos recogidos en los contenedores de las calles (vidrio, envases, papel y cartón, pilas, móviles y aceite vegetal) se exportan hasta plantas de reciclaje o valorización. Concretamente, en Andorra hay una planta de selección de envases donde se procesan todos los residuos procedentes de la recogida selectiva del contenedor amarillo.
- Los residuos de los particulares entregados en los puntos limpios se destinan en gran parte al reciclaje de las materias primas, excepto en los casos de algunos productos peligrosos que se recogen de forma separada porque requieren un tratamiento particular.
- Finalmente, los residuos urbanos que se recogen en masa, los residuos que son asimilables a los urbanos, como los voluminosos, u otros tipos de residuos como los lodos procedentes de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), son destinados a valorización con producción de energía eléctrica en el Centro de Tratamiento de Residuos (CTR) de La Comella. Por lo que respecta al destino de los productos resultantes de la valorización en el CTR:
  - Las cenizas son exportadas a vertederos controlados de España y Francia.
  - Las escorias se exportan a una instalación de España, donde son valorizadas.
  - La chatarra también se exporta para ser reciclada.

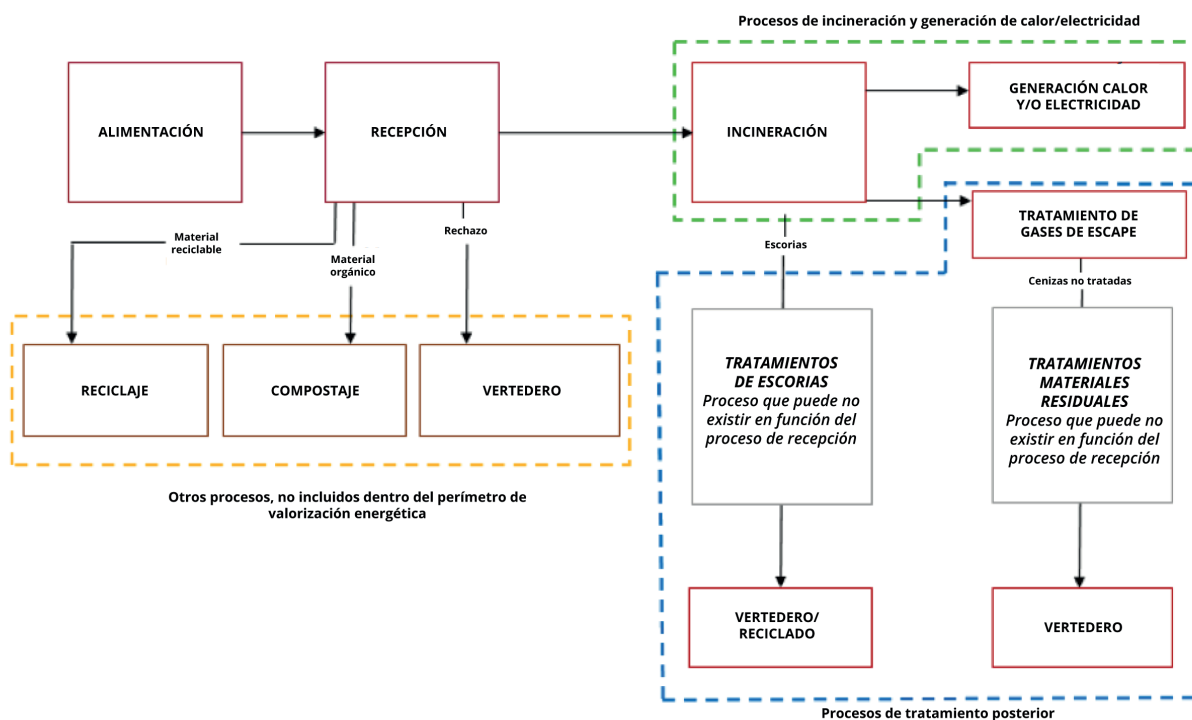
Cabe señalar que los traslados transfronterizos de residuos de Andorra con España se regula por el Acuerdo entre el Principado de Andorra y el Reino de España sobre el traslado y la gestión de residuos.

En ausencia de datos específicos de tratamiento de RU, a continuación se recogen los datos de tratamiento para la totalidad de residuos generados en Andorra en el año 2013<sup>11</sup> : 38,8% preparación para la reutilización y reciclado, 58,9% valorización energética y 2,3% eliminación en vertedero.

#### 4.1.2 La valorización energética

La valorización energética consiste en la oxidación total de los residuos en exceso de aire y a temperaturas superiores a 850°C, según se recoge en la Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de diciembre de 2000, relativa a la valorización energética de residuos. Se realiza en hornos apropiados con aprovechamiento de la energía producida de modo que como resultado del proceso de valorización energética se obtiene:

- Energía térmica, que llevan los gases a la salida de la cámara de postcombustión y se aprovecha para calentar agua, que se utiliza para calefacción o como generador de vapor para usos industriales o para generar energía eléctrica mediante un conjunto de turbina de vapor y alternador.
- Residuos sólidos, que son de tres clases: escorias, chatarras y cenizas.
  - Las escorias. Están clasificadas como residuos no peligrosos y representan el 18-19%. Se reutilizan como material árido en obra civil y pública.
  - Las chatarras. Las chatarras férricas suponen el 1,6-2% en peso y se valorizan en empresas siderúrgicas.
  - Las cenizas. Están catalogadas como residuos peligrosos y están formadas por las cenizas volantes producidas en el proceso de combustión y por los residuos del tratamiento seguido en la depuración de gases. Representan entre el 3-4% del peso de los residuos.
- Gases de combustión, compuestos principalmente por CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub> no reaccionado, N<sub>2</sub> del aire empleado para la combustión y otros compuestos en menores proporciones procedentes de los diferentes elementos que formaban parte de los residuos. Los componentes minoritarios presentes dependerán de la composición de los residuos tratados. Así pues, pueden contener gases ácidos derivados de reacciones de halógenos, azufre, metales volátiles o compuestos orgánicos (como dioxinas y furanos) que no se hayan oxidado. Finalmente los gases de combustión contendrán partículas, que son arrastradas por los gases.



**Figura 14. Esquema de una instalación tipo de valorización energética de residuos.**  
**Fuente: Elaboración propia a partir de información de AEVERSU.**



Existen distintas tecnologías de horno de valorización energética (principalmente horno de parrilla y horno de lecho fluido), así como diferentes modelos de gestión previa del residuo y tratamiento posterior de los gases, cenizas y escorias. En líneas generales, tal y como recoge la Figura 14, las plantas de valorización energética de RU cuentan con un proceso de preparación del residuo (en el que se puede llevar a cabo la separación de materiales reciclables), el proceso de valorización energética y generación de calor/electricidad y un tratamiento posterior de gases de escape y escorias.

La DMR (descrita brevemente en el apartado 3.1) categoriza en sus anexos las tecnologías de tratamiento de residuos conforme a distintas categorías. Así, las asociadas a la eliminación se categorizan conforme a la nomenclatura Di y las asociadas a valorización según la Rj<sup>12</sup>.

Para que la valorización energética de residuos urbanos sea considerada como operación de valorización (R1: utilización principal como combustible u otro modo de producir energía) en el marco de la jerarquía de gestión, la DMR y la Ley 22/2011 establecen la necesidad de alcanzar o superar una eficiencia energética de 0,65, a partir del 1 de enero de 2009 (0,60 tratándose de instalaciones en funcionamiento y autorizadas conforme a la legislación comunitaria aplicable desde antes del 1 de enero de 2009)<sup>13</sup>.

La Comisión Europea ha publicado una guía de interpretación de dicha fórmula debido a la necesidad de acotar la interpretación de cada uno de los parámetros que se incluyen en la fórmula. Asimismo, está pendiente de publicación la aprobación del Anexo II de la DMR donde se podrán realizar correcciones climáticas del factor anterior, bajo la supervisión de la autoridad ambiental correspondiente.

Por otro lado, las instalaciones de valorización energética están obligadas a cumplir con la Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la valorización energética de residuos (incorporada al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 653/2003, de 30 de mayo, sobre valorización energética de residuos), que establece en su artículo 6.5 -condiciones de explotación- que *“las instalaciones de incineración y co-incineración se diseñarán, equiparán, construirán y explotarán de modo que impidan emisiones a la atmósfera que provoquen una contaminación atmosférica significativa a nivel del suelo; en particular, los gases de escape serán liberados, de modo controlado y conforme a las normas comunitarias aplicables sobre calidad de la atmósfera, por medio de una chimenea, cuya altura se calculará de modo que queden protegidos la salud humana y el medio ambiente”*.

Asimismo, este tipo de instalaciones están afectadas por la Directiva 96/61/CE, del Consejo, de 24 de noviembre, relativa a la prevención y control de la contaminación<sup>14</sup> y la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación), transpuestas a la legislación nacional, respectivamente, mediante la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, y la Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Las citadas normas introducen la obligatoriedad de una autorización ambiental en la que por medio de la integración y coordinación administrativa se incluye el control de las emisiones al aire, los vertidos y los residuos para el funcionamiento de las instalaciones incluidas en su ámbito de aplicación. Asimismo, exigen que los valores límite de emisión sean establecidos en base a las Mejores Técnicas Disponibles (MTD).

Actualmente hay 10 plantas de valorización energética de RU en funcionamiento en España y una en Andorra. La Tabla 10 recoge las principales características de las mismas.

12 De la nomenclatura anglosajona “Deposit” y “Recovery” respectivamente.

13 A día de hoy, conforme información del PEAR, únicamente 3 plantas de las recogidas en el presente informe no cumplirían con este requisito mínimo para ser consideradas instalaciones de valorización energética.

14 Posteriormente derogada por la Directiva 2008/1/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero, relativa a la prevención y control de la contaminación, siendo una versión codificada que unifica en un mismo texto la versión inicial y sus modificaciones.

Planta	Año de construcción	Ubicación	Capacidad de tratamiento (t-RU/año)
CGR MARESME	1994	Barcelona	160.000
REMESA	1996	Melilla	48.000
SIRUSA	1991	Tarragona	144.000
SOGAMA	2002	Galicia	600.000
TERSA	1975	Barcelona	360.000
TIR CANTABRIA	2006	Cantabria	96.000
TIR MADRID	1997	Madrid	315.130
TIRME 1 y 2	1997	Palma	690.000
TRARGISA	1984	Gerona	35.000
ZABALGARBI	2005	Vizcaya	230.000
CTRASA	2007	Andorra	60.000

**Tabla 10. Instalaciones de valorización energética de residuos urbanos en funcionamiento en España y Andorra. Fuente: AEVERSU.**

#### 4.1.3 La capacidad de generación de empleo del sector residuos

Los sectores de la economía verde, entre ellos el sector residuos, se están revelando como sectores dinámicos y con capacidad de creación de empleo. Además del imprescindible servicio público y ambiental que presta el sector residuos, las actividades de recogida y tratamiento, albergan un elevado número de empleos verdes, estimado hasta el 27% del total de empleos verdes potenciales.

De acuerdo a la definición de los CNAE 2009 del INE, el CNAE 38 “Recogida, Tratamiento y Eliminación de Residuos; Valorización” comprende, entre otros:

- Recogida de residuos procedentes de hogares y empresas por medio de cubos de basura, contenedores, etc. residuos peligrosos y no peligrosos.
- Tratamiento y eliminación de residuos.
- Valorización: separación y clasificación de materiales; y valorización de materiales ya separados (como el procesado de residuos y chatarra metálicos y no metálicos, para su transformación en materias primas secundarias).

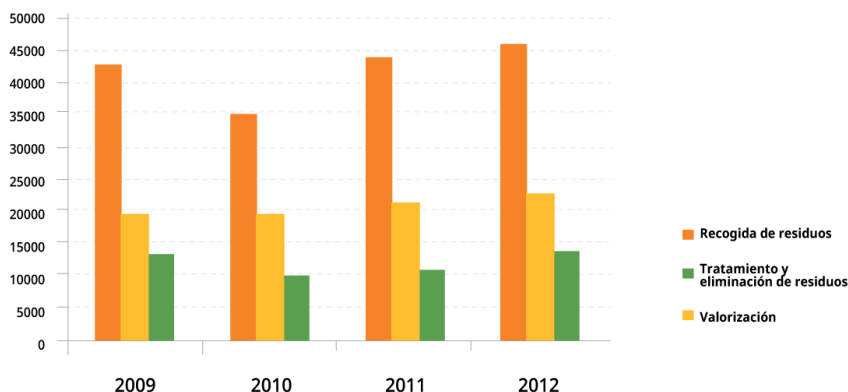
En 2014, unas 62.100 personas trabajaban en el sector residuos. Si bien el sector todavía supone un porcentaje pequeño con respecto a los ocupados en el conjunto de la economía, la tasa de paro se sitúa muy por debajo de la media nacional.

AÑO	OCUPADOS CNAE 38 (miles de personas)	ACTIVOS CNAE 38 (miles de personas)	PARADOS CNAE 38 (miles de personas)	TASA DE PARO CNAE 38 (%)	TASA DE PARO NACIONAL (%)
2008	67,95	71,35	3,4	4,66	11,33
2009	75,9	83,12	7,22	8,59	18,01
2010	61,97	68,45	6,47	9,37	20,06
2011	75,82	81,27	5,45	6,72	21,64
2012	77,47	87,45	9,97	11,41	25,03
2013	69,5	78,7	12,7	16,1	26,1
2014	62,1	70	10,6	15,1	24,4

**Tabla 11. Evolución del número de ocupados, parados y tasa de paro del sector residuos 2008-2014<sup>16</sup>. Fuente: MAGRAMA con datos del INE.**

<sup>16</sup> Ver [metodología de categorización](#) de personas activas, ocupadas y paradas, conforme publica el INE. Los datos recopilados se corresponden con el [cuestionario oficial](#).

Dentro de este sector, aproximadamente el 57% de los ocupados se dedican a la recogida de residuos, mientras que el “tratamiento y eliminación” y la “valorización” suponen el 27% y 16% respectivamente.



**Figura 15. Ocupados dentro del sector residuos (2009-2012).**

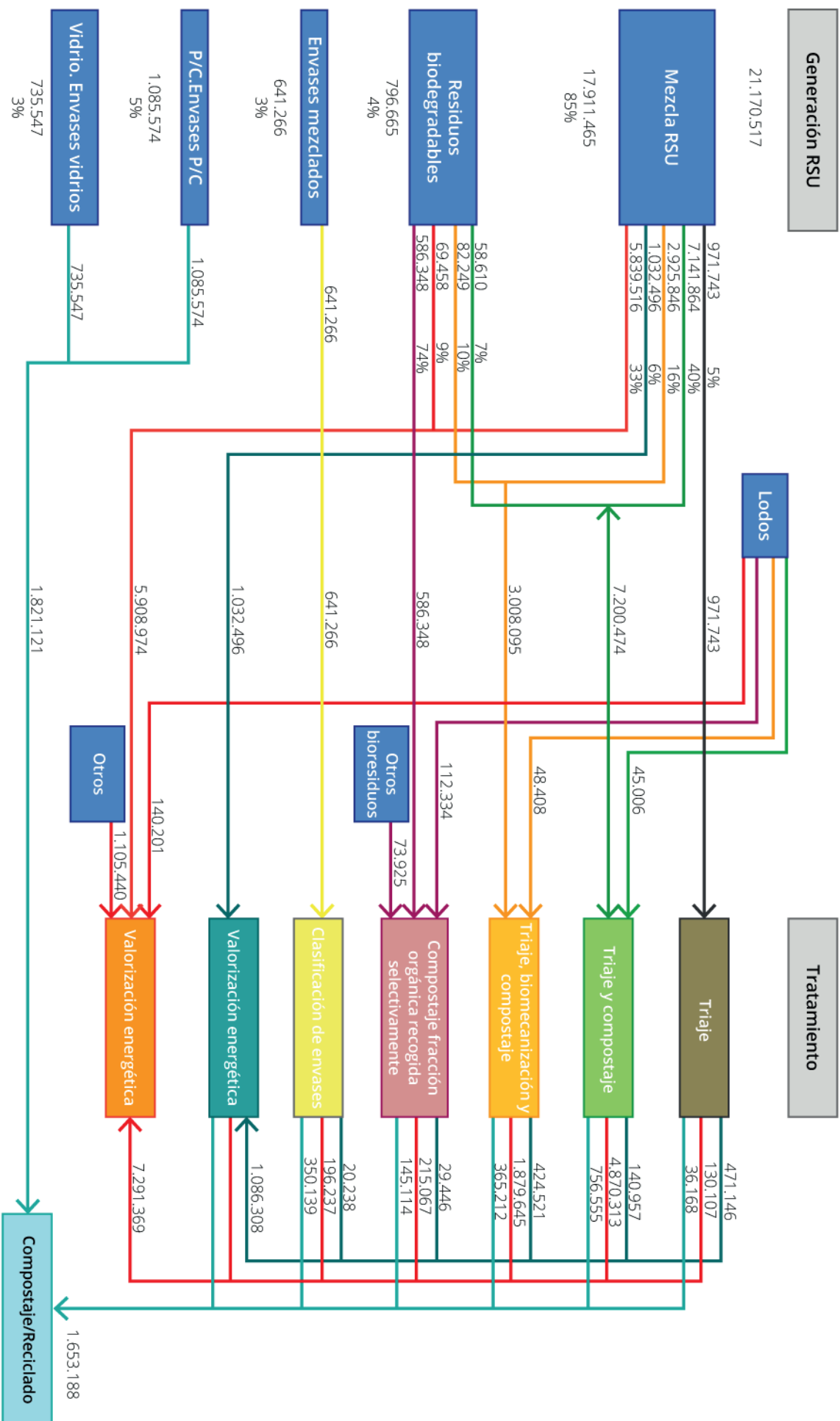
**Fuente: MAGRAMA con datos del INE.**

#### 4.2 Situación actual y grado de cumplimiento de objetivos

El anterior flujograma refleja la situación de la generación y tratamiento de residuos de competencia municipal en España en 2012<sup>17</sup>. Cabe señalar que no se han reflejado directamente en el mismo las pérdidas o emisiones de los procesos de tratamiento.

17 Datos disponibles más recientes publicados por el MAGRAMA en su Memoria de agricultura, alimentación y medio ambiente 2013. Únicamente se incluyen los siguientes residuos gestionados a través de las Entidades Locales (entre paréntesis el código LER):

- Mezclas de residuos municipales (20 03 01)
- Papel y cartón (20 01 01)
- Vidrio (20 01 02)
- Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes (20 01 08)
- Residuos biodegradables de parques y jardines (20 02 01)
- Envases mezclados (15 01 06)
- Envases de vidrio (15 01 07)



\* No se dispone de datos desagregados de las cantidades de residuos procedentes de instalaciones de valorización energética destinados a vertedero, preparación para reutilización o reciclado u otras formas de valorización.

**Figura 16. Flujograma que representa la generación y tratamiento de residuos de competencia municipal en España en 2012.**

Fuente: Elaboración propia con datos del MAGRAMA.

#### 4.2.1 Objetivos fijados por la Directiva 2008/98/CE y la Directiva 1999/31/CE

La Directiva 2008/98/CE y su transposición la ley 22/2011 recogen que antes de 2020, la cantidad de residuos domésticos y comerciales destinados a la preparación para la reutilización y el reciclado para las fracciones de papel, metales, vidrio, plástico, biorresiduos u otras fracciones reciclables deberá alcanzar, en conjunto, como mínimo el 50% en peso.

De acuerdo a las directrices seguidas por el MAGRAMA para el cálculo de este objetivo, en el cómputo de la cantidad de residuos destinados a la preparación para la reutilización y el reciclado, se incluye la totalidad del vidrio y papel y cartón recogidos selectivamente así como la cantidad de residuos destinada a plantas de triaje, tratamiento biológico y selección de envases, descontados los rechazos de las mismas.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, en 2012 la cantidad de residuos municipales<sup>18</sup> destinados a la preparación para la reutilización y el reciclado fue de 6.131.043 t, lo que supone un 29% de los residuos, todavía 21 puntos porcentuales por debajo del objetivo a 2020.

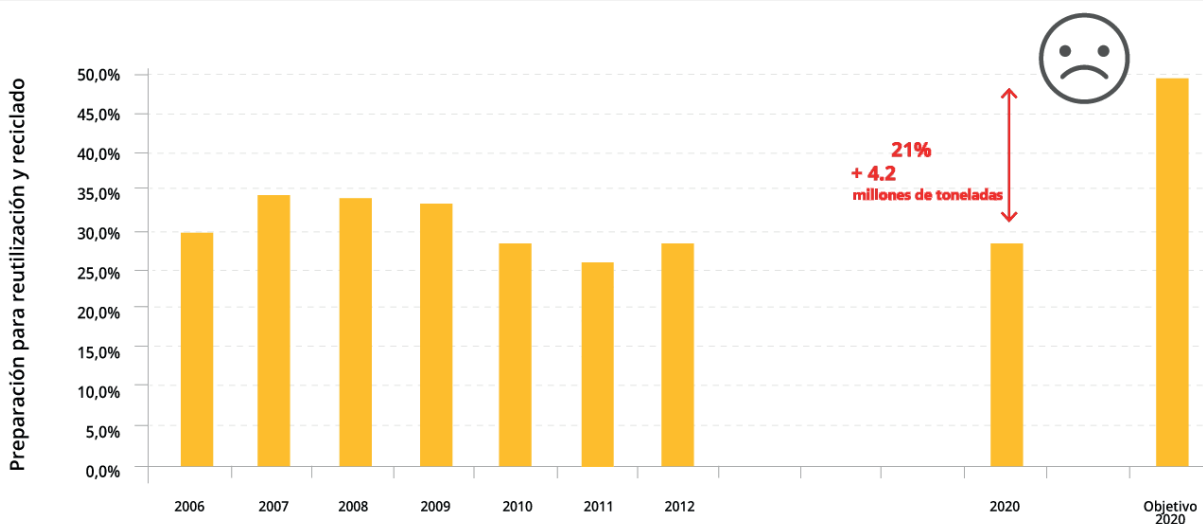
Las medidas recogidas en el Programa Estatal de Prevención de Residuos, están encaminadas a lograr la reducción del peso de los residuos producidos en 2020 en un 10% respecto a los generados 2010. Si consideramos una reducción similar en la generación de residuos municipales, en 2020 se generarían 20.404.105 t por lo que para cumplir el objetivo del 50%, sería necesario que la cantidad de residuos destinados a la preparación para la reutilización y el reciclado superasen las 10,2 millones de toneladas. Bajo la hipótesis de que no se lleve a cabo ninguna modificación en la recogida y tratamiento de residuos municipales respecto al modelo de gestión actual (año 2012), de las 20.404.105 t generadas en 2020, se destinarían a preparación para la reutilización o reciclado 5.909.088 t (29% de los residuos generados) por lo faltarían 4,2 millones de toneladas para alcanzar el objetivo del 50%.

---

<sup>18</sup> Datos disponibles más recientes publicados por el MAGRAMA en su Memoria de agricultura, alimentación y medio ambiente 2013. Únicamente se incluyen los siguientes residuos gestionados a través de las Entidades Locales (entre paréntesis el código LER):

- Mezclas de residuos municipales (20 03 01)
- Papel y cartón (20 01 01)
- Vidrio (20 01 02)
- Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes (20 01 08)
- Residuos biodegradables de parques y jardines (20 02 01)
- Envases mezclados (15 01 06)
- Envases de vidrio (15 01 07)





**Figura 17. Evolución del porcentaje de preparación para la reutilización y el reciclado 2006-2012, proyección a 2020 y distancia al objetivo del 50%. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MAGRAMA.**

A la vista de los resultados, evidentemente no resultará posible alcanzar el objetivo del 50% sin adoptar medidas complementarias en la gestión de los residuos municipales.

La primera medida que cabe señalar para lograr este objetivo sería eliminar el vertido directo de residuos municipales (5,9 millones de toneladas en 2012). No obstante, con los niveles de recogida selectiva y rendimientos de las plantas de tratamiento actuales, no sería posible alcanzar los 10,2 millones de toneladas únicamente con esta medida. El porcentaje de rechazo medio conjunto de las plantas de triaje, triaje y compostaje, triaje, compostaje y biometanización, compostaje de fracción orgánica recogida selectivamente y clasificación de envases en el año 2012 fue del 66% (rendimiento 34%)<sup>19</sup>. Tal y como se recoge en la Tabla 12, al aplicar este rendimiento a la cantidad de residuos que deberían prepararse para la reutilización o reciclado para cumplir el objetivo descontando el papel/cartón y vidrio (a los que se les presupone un rendimiento del 100% de acuerdo al MAGRAMA), se obtiene que deberían entrar a tratamiento 24,8 millones de toneladas, cantidad que es incluso superior a la totalidad de residuos que se generan (20,4 millones de toneladas).

2020	Toneladas
Generación	20.404.105
Objetivo	10.202.053
Reciclado	1.755.193
OBJ - PC Y V	8.446.860
Entradas a tratamientos si rechazos 66%	24.843.705

**Tabla 12. Proyección cantidad de residuos de entrada a tratamiento para cumplimiento del objetivo a 2020 con el actual modelo de gestión.**

En este sentido, la consecución del objetivo del 50% en 2020 vendrá determinada por un incremento de la cantidad y calidad de las diferentes fracciones recogidas selectivamente, en especial de la fracción orgánica que supone el 47,84% de los residuos municipales mezclados<sup>20</sup>, con el fin de aumentar la calidad de los productos obtenidos y optimizar el funcionamiento de las instalaciones de tratamiento para mejorar su rendimiento. Para facilitar su cumplimiento es importante incidir en la optimización de los modelos de recogida.

Por otro lado, la Directiva 1999/31/CE y Real Decreto 1481/2001 indican que la cantidad total de residuos municipales biodegradables (RMB) destinados a vertedero no superará los siguientes porcentajes de la cantidad total de residuos municipales biodegradables generados en 1995:

<sup>19</sup> Calculado a partir de los datos de tratamiento de 2012 (fuente MAGRAMA).

<sup>20</sup> Fuente: Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen doméstico realizado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2011).

Año	Reducción	Cantidad (toneladas)
2006	75%	8.950.607
2009	50%	5.967.071
2016	35%	4.176.950

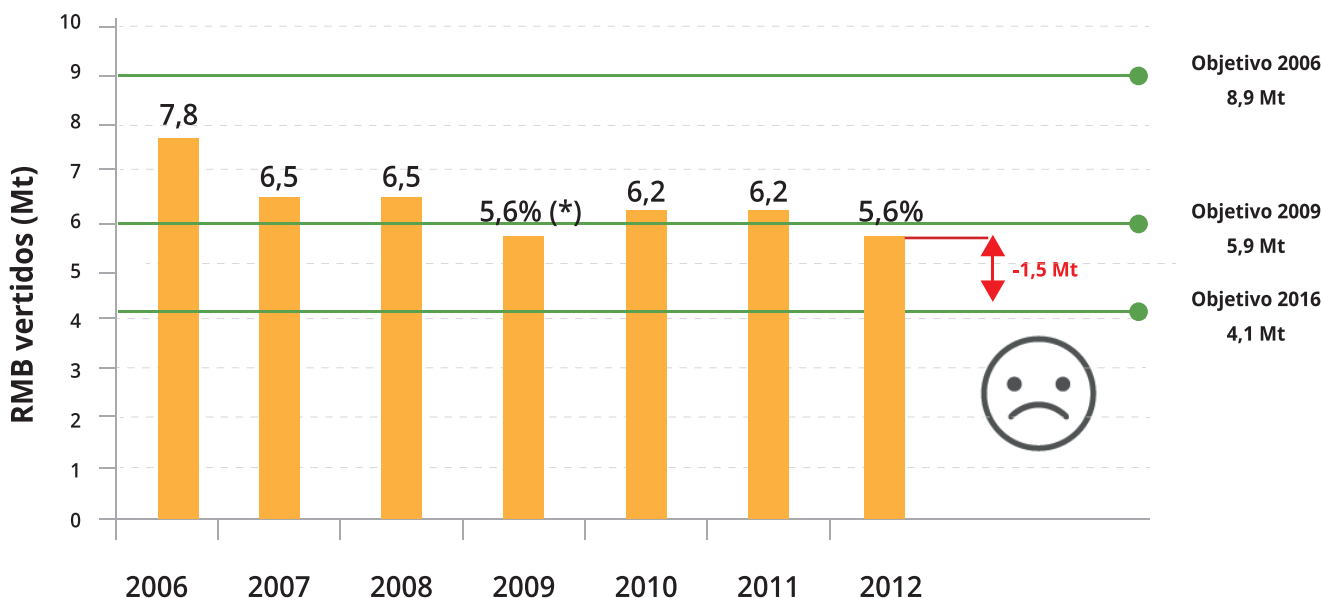
**Tabla 13. Objetivos de reducción de vertido de residuos biodegradables.**  
**Fuente: Elaboración propia con MAGRAMA y Real Decreto 1481/2001.**

La siguiente tabla recoge las cantidades de residuos municipales biodegradables destinadas a vertedero los últimos años:

Año	RMB vertidos (t)
2006	7.768.229
2007	6.548.622
2008	6.545.689
2009	5.641.106
2010	6.201.671
2011	6.178.383
2012	5.632.390

**Tabla 14. Cantidades de residuos municipales biodegradables vertidos 2006-2012.**  
**Fuente: MAGRAMA.**

A la vista de los resultados, el objetivo de 2009 se habría cumplido únicamente en 2009 y 2012, incumplándose los años intermedios. No obstante, cabe señalar que, considerando la tendencia de los últimos seis años, parece que debe de haber algún tipo de error en el dato de 2009 facilitado por el MAGRAMA. La Figura 18 muestra la evolución del vertido de residuos biodegradables en los últimos años y el cumplimiento de los objetivos de vertido.



**Figura 18. Evolución del vertido de residuos biodegradables 2006-2012 y cumplimiento de los objetivos de la Directiva 1999/31/CE.**  
**Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MAGRAMA.**

Para alcanzar el objetivo de 2016, sería necesario reducir la cantidad vertida actualmente en casi 1,5 millones de toneladas. Considerando que la fracción biodegradable de los mismos ascendería al 62,35%<sup>21</sup>, eso supondría evitar el vertido directo de casi 2,4 millones de toneladas de residuos mezclados, tal y como se recoge en la Tabla 15.

<b>RMB vertidos 2012</b>	5.632.390 t
<b>Objetivo 2016</b>	4.176.950 t
<b>Diferencia en RMB</b>	1.470.339 t
<b>Diferencia en RU mezclados</b>	2.358.201 t

**Tabla 15. Vertido de RMB en 2012 y diferencia con objetivo 2016.**

En 2012 se enviaron directamente a vertedero 5,9 millones de toneladas de residuos municipales. Para lograr el objetivo fijado por la Directiva 1999/31/CE parece necesario desviar este flujo de residuos a otro tipo de tratamiento de valorización material y los rechazos de estas instalaciones a valorización energética, lo cual está en línea con lo comentado anteriormente para la consecución del objetivo del 50%.

La Figura 19 recoge de forma cualitativa cómo deberían variar los flujos de recogida y tratamiento de residuos municipales de cara al cumplimiento de ambos objetivos europeos.



21 Se ha considerado fracción biodegradable la materia orgánica y el papel/cartón envase y no envase. Fuente: Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen doméstico realizado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2011).

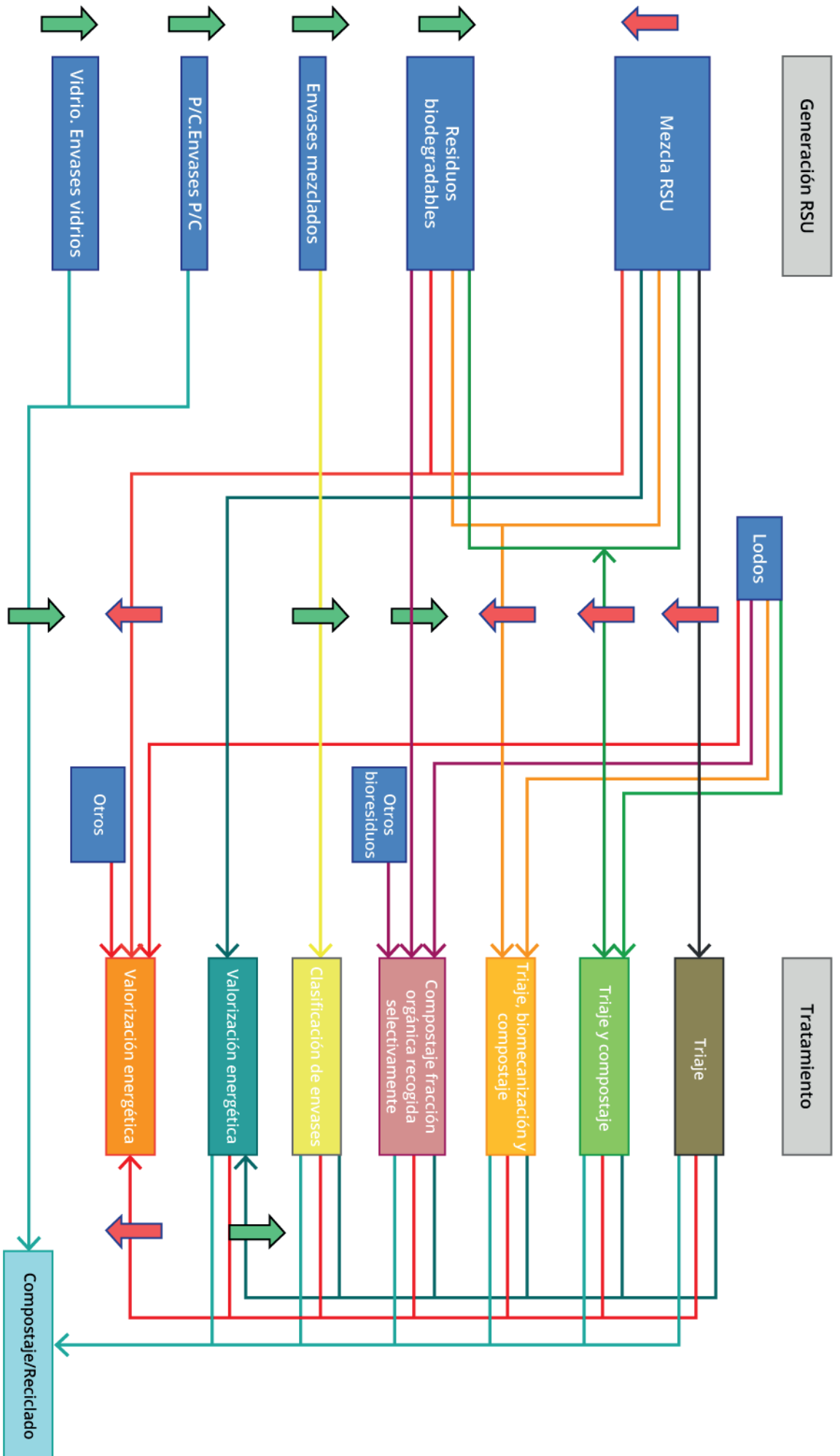


Figura 19. Variación de los flujos de recogida y tratamiento de residuos municipales de cara al cumplimiento de los objetivos europeos.  
 Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo estas tendencias, el borrador de Plan Estatal Marco de Residuos (PEMAR) estima que, mediante la implantación de una serie de medidas recogidas en el Plan, en 2020 se incrementará la cantidad de residuos recogidos separadamente hasta 8 millones de toneladas que, junto a 2 millones de toneladas de residuos preparados para la reutilización o reciclado procedentes de tratamiento de residuos mezclados, permitirán alcanzar el objetivo del 50% (10 millones de toneladas de residuos preparados para la reutilización o reciclado).

Por otro lado, el PEMAR recoge dentro sus objetivos aumentar la valorización energética hasta el 15% de los residuos municipales generados, lo que supone aproximadamente 3 millones de toneladas de residuos en 2020.

Siguiendo las estimaciones y objetivos del PEMAR y bajo determinados supuestos se ha llevado a cabo una proyección a 2020 de un escenario que permita cumplir con los dos objetivos europeos. Las principales hipótesis consideradas son las siguientes:

- El porcentaje medio de residuos biodegradables en los residuos mezclados es del 62,35%<sup>22</sup>.
- El porcentaje medio de residuos biodegradables en los rechazos de las instalaciones de tratamiento es del 25%<sup>23</sup>.
- La eficiencia media de las instalaciones de tratamiento mecánico-biológico de residuos mezclados es de un 30%, de acuerdo a lo recogido en el PEMAR.
- Los residuos enviados directamente a valorización energética se mantienen constantes.

De este modo, la Figura 20 recoge el esquema básico del escenario a 2020 planteado en la que:

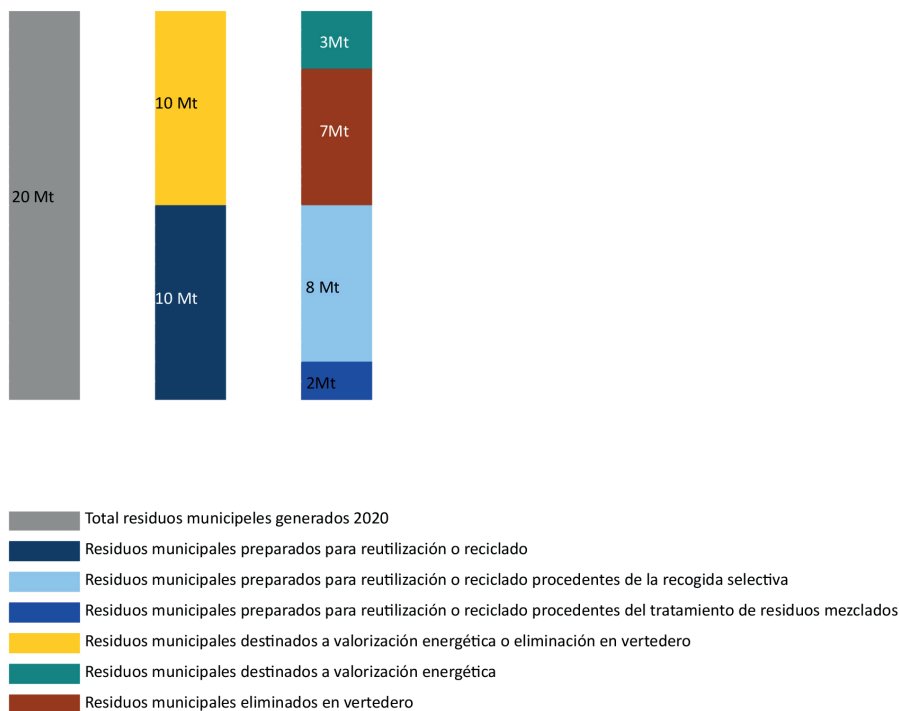
- La primera columna representa los aproximadamente 20 millones de toneladas que se generarán en 2020, de los que 10 millones se prepararán para reutilización o reciclado, dando así cumplimiento al objetivo del 50%, y 10 millones se destinarán a valorización energética o vertedero (segunda columna).
- La tercera columna refleja:
  - Por un lado, que de los 10 millones de toneladas de residuos destinados a preparación para reutilización o reciclado, 8 millones procederán de la recogida selectiva y 2 millones de los materiales recuperados procedentes de residuos mezclados tal y como recoge el PEMAR.
  - Por el otro, que de los 10 millones de toneladas de residuos mezclados restantes se destinarán a valorización energética al menos 3 millones aproximadamente (de acuerdo al objetivo del PEMAR de valorizar energéticamente el 15% de los residuos municipales generados), enviándose a eliminación en vertedero los alrededor de 7 millones de toneladas restantes.

---

<sup>22</sup> Se ha considerado fracción biodegradable la materia orgánica y el papel/cartón envase y no envase. Fuente: Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen doméstico realizado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2011).

<sup>23</sup> Estimación de G-advisory a partir datos del MAGRAMA de años anteriores.

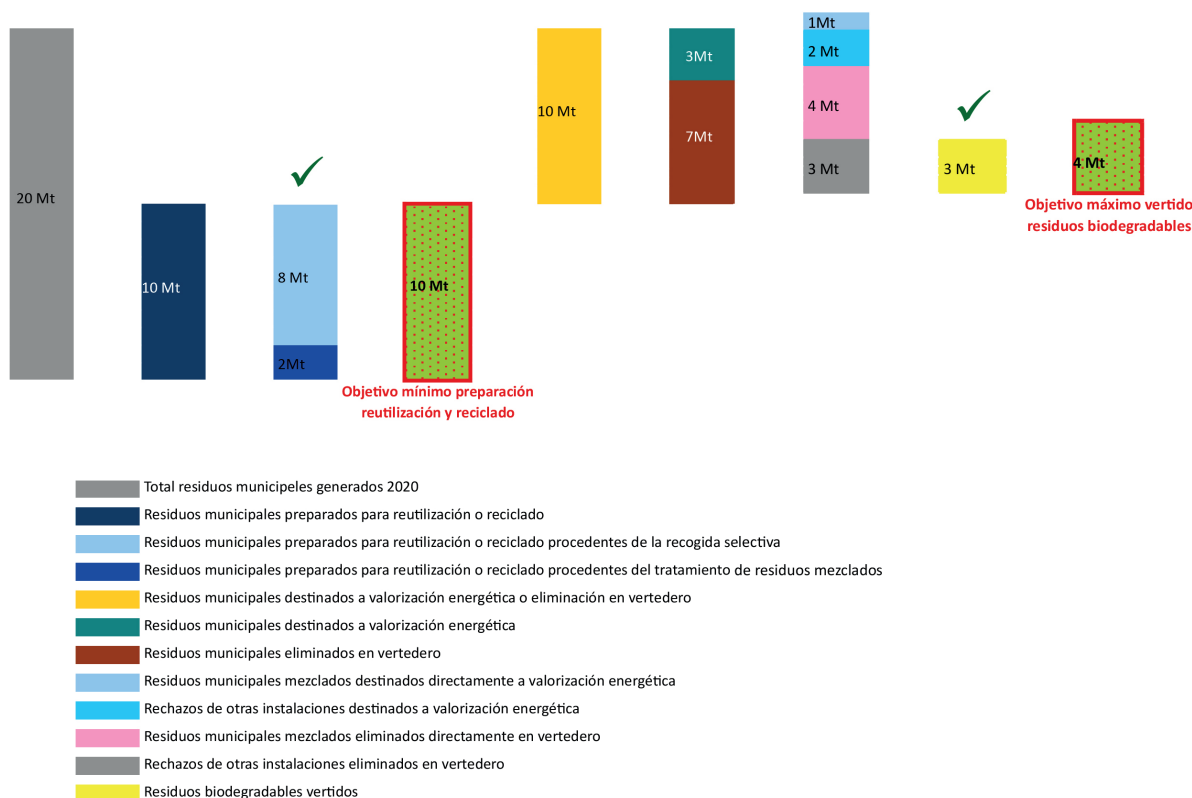




**Figura 20. Esquema básico del escenario de cumplimiento en 2020 conforme a las previsiones del PEMAR.**  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MAGRAMA.

Continuando con el planteamiento anterior, la Figura 21 recoge los resultados de este escenario y su relación con el cumplimiento de los objetivos europeos vigentes. A continuación se recoge una descripción más detallada del escenario propuesto en la misma:

- Tal y como se ha indicado anteriormente, de los aproximadamente 20 millones de toneladas que se generarán en 2020 (columna gris inicial), 10 millones se prepararán para reutilización o reciclado (segunda columna) dando así cumplimiento al objetivo del 50%. En concreto, de esos 10 millones de toneladas, ocho procederán de la recogida selectiva y dos de los materiales recuperados procedentes de residuos mezclados tal y como recoge el PEMAR (tercera columna).
- Asimismo, de los 10 millones de toneladas de residuos mezclados restantes (quinta columna) se destinarán a valorización energética al menos 3 millones aproximadamente (de acuerdo al objetivo del PEMAR de valorizar energéticamente el 15% de los residuos municipales generados), enviándose a eliminación en vertedero los alrededor de 7 millones de toneladas restantes (sexta columna).
- En el caso de la valorización energética, se ha considerado que se mantienen constantes los residuos enviados actualmente a valorización energética directamente (1 millón de toneladas), correspondiendo los 2 millones de toneladas restantes a rechazos procedentes de otras instalaciones (séptima columna).
- Teniendo en cuenta que el rendimiento medio de las plantas de tratamiento es del 30%, para obtener los 2 millones de toneladas de residuos preparados para la reutilización o reciclado procedentes del tratamiento de residuos mezclados se habrán generado en total cerca de 5 millones de toneladas de rechazo que tiene un valor energético que, en ausencia de la valorización energética, sería completamente desaprovechado. En particular, dado que, tal y como se indicaba, 2 millones se destinan a valorización energética, los 3 millones de toneladas de rechazos restantes se eliminarán en vertedero. Asimismo, se destinarán directamente a vertedero los 4 millones de toneladas de residuos mezclados restantes (séptima columna).
- Considerando los porcentajes de residuos biodegradables contenidos en los residuos mezclados y los rechazos anteriormente indicados (62,35% y 25%, respectivamente), la cantidad de residuos biodegradables vertidos sería de aproximadamente 3 millones de toneladas (octava columna), de modo que se cumpliría el objetivo de vertido que permite verter como máximo 4 millones de toneladas de residuos biodegradables.



**Figura 21. Proyección del escenario de cumplimiento en 2020 conforme a las previsiones del PEMAR.**  
**Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MAGRAMA.**

Cabe señalar que, de acuerdo al escenario planteado, se destinarán a valorización energética al menos 3 millones de toneladas de residuos. Adicionalmente y en función del incremento de los objetivos de reciclado por parte de la Unión Europea, existiría un potencial de valorización energética adicional resultante del desvío del flujo de residuos que iría a vertedero (un máximo de 7 millones de toneladas adicionales, conforme al escenario anteriormente planteado).

Si en lugar de considerar el objetivo del PEMAR de valorizar energéticamente el 15% de los residuos municipales generados, se considerase como escenario alcanzar el porcentaje medio de valorización energética de la Unión Europea que fue el 26% en 2013<sup>24</sup>, la cantidad de residuos destinados a valorización energética ascendería a 5,3 millones de toneladas de modo que se estarían desviando de vertedero a valorización energética 2,3 millones de toneladas adicionales. Cabe señalar que estos 2,3 millones de toneladas podrían proceder únicamente de rechazos de otras instalaciones, de modo que no se aumentaría la cantidad de residuos enviados actualmente a valorización energética de forma directa.

#### 4.2.2 Otros objetivos

El PNIR recoge, además de unos objetivos generales exigidos por la normativa de aplicación, una serie de objetivos cuantitativos y cualitativos no vinculantes relativos a la prevención, reutilización, reciclado y valorización energética:

- Reducción de un 4% las toneladas de residuos de envases en 2012 respecto del 2006.
- Bolsas comerciales de un solo uso: disminución del 50% de las bolsas comerciales de un solo uso, a alcanzar no más tarde de 2010<sup>25</sup> y, como objetivo último, la sustitución de, al menos, un 70% de bolsas no biodegradables por biodegradables dentro del plazo de ejecución de dicho Plan.
- Aumentar la reutilización de envases de vidrio:

<sup>24</sup> Último dato publicado por Eurostat.

<sup>25</sup> Adicionalmente el Parlamento Europeo ha aprobado una norma en abril de 2015 con vistas a endurecer todavía más la utilización de bolsas de un solo uso en el horizonte de 2019 y 2025.

Producto	HORECA (%)	Resto canales de consumo (%)
Aguas envasadas	60	15
Cervezas	80	
Bebidas refrescantes	80	
Vinos	50	

*Nota: porcentaje de reutilización: envases reutilizables de vidrio sobre el total de envases de vidrio puestos en el mercado para estos alimentos líquidos*

**Tabla 16. Objetivos cuantitativos de reutilización de envases de vidrio. Fuente: PNIR. 2009.**

- Incrementar la cantidad de fracción orgánica recogida selectivamente como mínimo a 2 millones de toneladas para destinarla a instalaciones de compostaje o biometanización.
- Incremento de las toneladas recogidas de las siguientes fracciones procedentes de recogida selectiva en 2006:

	Incremento (año base 2006)	kg/hab-año 2006	Toneladas 2015	kg/hab-año 2015
Papel /Cartón procedencia municipal	80%	20	1.620.000	36
Vidrio	80%	12	996.300	23
Plástico	100%	3	230.00	5
Metales	100%	1	92.000	2

**Tabla 17. Objetivos cuantitativos de incremento de las toneladas recogidas de las siguientes fracciones procedentes de recogida selectiva. Fuente: PNIR. 2009.**

- Incrementar la capacidad de valorización energética con recuperación de energía en 2012 de las plantas de valorización energética de 2006. Las nuevas plantas de valorización energética deberán cumplir el valor de eficiencia energética establecido en la DMR.

Capacidad de valorización energética en 2006 (millones de t)	Capacidad de valorización energética Objetivo 2012 (millones de t)
2,1	2,7

**Tabla 18. Objetivo cuantitativo de incremento de capacidad de valorización energética. Fuente: PNIR. 2009.**

Por último, cabe señalar que la Hoja de Ruta 2020 para reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en los denominados "sectores difusos" contempla un escenario de reducción conforme se muestra en la tabla adjunta. La reducción a 2020 sería de un 9% respecto de 2013, equivalente a un 1,3% anual.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
RESIDUOS (Gg CO2-eq)	14.199	14.100	13.916	13.699	13.483	13.279	13.091	12.912

**Tabla 19. Objetivo de reducción de emisiones de GEI en el sector residuos. Fuente: Hoja de ruta 2020 de sectores difusos. 2014.**

Las medidas consideradas para la realización de la estimación de reducción anterior contemplan la recogida separada de residuos biodegradables, el incremento de la recogida separada de papel y cartón, así como el compostaje y la biometanización.

La contribución total del sector residuos al esfuerzo global de reducción de emisiones en España específicamente contemplados esta Hoja de Ruta es comparativamente menor que la de otros sectores<sup>26</sup>.

### 4.3 Situación actual de la valorización energética de RU en España

Desde el año 2010 los porcentajes que representan los distintos tratamientos de RU en España permanecen prácticamente estables. La mayoría de los RU generados en España (aproximadamente un 60%) tiene como destino su eliminación en vertedero, cerca de un 30% se reciclan y sólo un 10% de los RU generados se dedican a valorización energética.

Actualmente hay 10 plantas de valorización energética de RU en funcionamiento en España y una en Andorra. La última planta de valorización energética de residuos que se puso en marcha en España lo hizo en el año 2006 (Meruelo, Cantabria), con excepción de la ampliación de la planta de Tirme, en Palma de Mallorca, en el año 2009. Debido a las numerosas trabas administrativas y políticas al desarrollo de nuevas plantas de valorización energética de residuos, existen en la actualidad varios proyectos parados, en fase de tramitación (San Sebastián, Alcalá de Henares, Canarias, etc.).

A continuación se incorpora el listado de plantas de valorización energética actualmente en operación en España y Andorra. Sobre dichas plantas cabe realizar las siguientes matizaciones:

- i) Las 11 plantas varían mucho en cuanto a su antigüedad. Algunas datan de 1975 mientras otras han sido construidas en los últimos 10 años.
- ii) La potencia eléctrica media de las plantas es de 28,6 MW por planta, o 1,2 MW por cada 10.000 toneladas de capacidad nominal de tratamiento.
- iii) Las plantas tratan anualmente un total de 2,3 millones de toneladas, dando servicio a una población en el entorno de los 7 millones de habitantes.
- iv) Las plantas se encuentran en promedio, conforme a los datos más recientes disponibles, a un 87% de su capacidad nominal de tratamiento. Es decir, son plantas técnicamente aprovechadas y para las que se está amortizando adecuadamente su inversión.
- v) La energía eléctrica vendida es de casi 1.500 GWh/año. Esta cifra equivalente al consumo de 429 mil hogares<sup>27</sup>.
- vi) El conjunto de plantas de valorización energética emplea a un total de 1.052 empleados fijos.

Planta	Año de construcción	Ubicación	Potencia (MWe)	Capacidad de tratamiento (t-RU / año)	Tratamiento real (t-RU / año)	Venta energía (MWh)	Horas equivalentes eléctricas (Heq)	Empleados
CGR MARESME	1994	Barcelona	13,2	160.000	154.197	57.757	4.376	100
REMESA	1996	Melilla	2,7	48.000	39.319	9.043	3.349	18
SIRUSA	1991	Tarragona	7,4	144.000	152.293	47.070	6.631	36
SOGAMA	2002	Galicia	50,0	600.000	576.563	332.761	6.655	80
TERSA	1975	Barcelona	23,7	360.000	291.037	128.278	5.413	82
TIR CANTABRIA	2006	Cantabria	10,46	96.000	115.351	77.021	7.363	156
TIR MADRID	1997	Madrid	29,8	315.130	241.730	102.530	3.441	104
TIRME 1 y 2	1997	Palma	74,8	690.000	513.367	255.474	3.415	351
TRARGISA	1984	Gerona	2,0	35.000	29.002	28	14	25
ZABALGARBI	2005	Vizcaya	94,0	230.000	223.344	475.452	5.058	71
CTRASA	2007	Andorra	6,6	60.000	33.910	11.700	1.773	29
<b>Totales</b>			<b>314,66</b>	<b>2.738.130</b>	<b>2.370.113</b>	<b>1.497.114</b>	<b>4.758</b>	<b>1.052</b>

**Tabla 20. Principales características técnicas de las plantas de valorización energética de residuos urbanos en España y Andorra. Fuente: AEVERSU. 2014.**

26 Ver esfuerzos de mitigación por sectores en el [documento oficial, página 55](#).

27 Conforme consumo medio de 3.487 kWh/hogar-año. Fuente: IDAE.

## 5. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE LAS INSTALACIONES DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

Tal y como se ha visto anteriormente en el presente informe, la consecución de los objetivos de la Unión Europea pasa por i) incrementar sustancialmente la recogida selectiva, ii) por reducir la cuantía de residuos eliminados en vertedero, la última opción de la jerarquía de residuos.

Es por ello que en el presente apartado se realiza una comparación entre la eliminación en vertedero y la valorización energética, en términos ambientales y socioeconómicos, reforzando nuevamente las ventajas de la segunda.

### 5.1 Análisis de los beneficios ambientales de la valorización energética frente a la eliminación en vertedero

#### 5.1.1 Comparación de la valorización energética y la eliminación en vertedero en huella de carbono

La huella de carbono mide la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto, con el fin de determinar su contribución al cambio climático y se expresa en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes (tCO<sub>2</sub>e). Los GEI fundamentales, conforme regula el IPCC<sup>28</sup>, son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O), los compuestos de hidrofluorocarbonos (HFC), los compuestos de clorofluorocarbonos (CFC) y el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

En un vertedero, los residuos orgánicos biodegradables se descomponen por la acción bacteriana a través de una serie de etapas que resultan en la formación de metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y que conllevan un incremento de la biomasa bacteriana. La combinación del CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> resultantes de este proceso se conoce con el nombre de gas de vertedero o biogás.

El gas de vertedero está formado aproximadamente, a partes iguales (50%) en volumen, por CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>. En el caso del CO<sub>2</sub>, su carbono tiene un origen biogénico<sup>29</sup> motivo por el cual no se contabiliza en términos de emisiones de gases de efecto invernadero al haberse previamente fijado dicho carbono en el proceso de fotosíntesis y contabilizándose separadamente en términos de captura global de carbono en masas forestales y agrícolas. El metano sí contabiliza en el Inventario nacional de emisiones de GEI.

En las plantas de valorización energética, las emisiones de GEI derivan fundamentalmente de la oxidación a CO<sub>2</sub> del carbono que acaba en la fracción a valorizar y no puede ser evitado anteriormente mediante el triaje de materiales potencialmente reciclables. Del carbono anterior, siguiendo nuevamente las directrices del IPCC, únicamente se contempla en el Inventario nacional la fracción de origen no biogénica, que no ha podido ser fijada previamente en el proceso natural de fotosíntesis.

Considerando únicamente la fase de tratamiento del ciclo de vida de gestión de residuos urbanos<sup>30</sup> a continuación se reflejan los principales resultados comparativos entre ambas tecnologías. Las principales conclusiones son las siguientes:

i) La eliminación en vertedero genera muchas más emisiones de GEI que la valorización energética. En dicho cálculo se han tenido en cuenta tanto las emisiones brutas generadas por ambas tecnologías de tratamiento como las emisiones netas, una vez descontadas las reducciones de emisiones conseguidas como consecuencia de la generación y exportación de electricidad a la red<sup>31</sup>.

28 Panel Intergubernamental de Cambio Climático o IPCC (<http://www.ipcc.ch/>)

29 Ver [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/5\\_Waste.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/5_Waste.pdf)

30 Por simplicidad, se excluyen por tanto del análisis las fases de recogida y transporte de RU hasta la planta, así como otras emisiones indirectas generadas, p.ej. asociadas a la construcción de equipamiento y materiales utilizados en las propias instalaciones.

31 Con carácter conservador no se han tenido en cuenta las posibles reducciones de emisiones de las instalaciones de valorización energética y vertederos asociadas a la generación de calor, ya que la mayor parte de las plantas en España no venden el calor (a diferencia de otros países europeos).



ii) Por tonelada tratada la eliminación en vertedero genera un 53% más de emisiones brutas que la valorización energética (0,762 t-CO<sub>2</sub>e/t-RU vs 0,499 t-CO<sub>2</sub>e/t-RU) y un 175% más de emisiones netas (0,755 t-CO<sub>2</sub>e/t-RU vs 0,276 t-CO<sub>2</sub>e/t-RU).

iii) En suma, los vertederos emiten anualmente casi 11 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, 19 veces más que las plantas de valorización energética.

Emissiones brutas de Gases de Efecto Invernadero. Datos para 2012	t-CO <sub>2</sub>	t-CH <sub>4</sub>	t-N <sub>2</sub> O	t-CO <sub>2</sub> e	t-RU tratadas	t-CO <sub>2</sub> e / t-RU
<b>Plantas de valorización energética</b>	971.000	2	208	1.035.522	2.077.159	0,499
<b>Vertederos (a)</b>	0	522.099	1	10.964.482	14.386.809	0,762
<i>Gestionados</i>	0	478.865	1	10.056.568	14.361.688	
<i>No gestionados</i>	0	43.234	0	907.914	25.121	
			<b>Totales</b>	<b>12.000.004</b>	<b>16.463.968</b>	<b>0,729</b>
Potencial de calentamiento global	t-CO <sub>2</sub>	t-CH <sub>4</sub>	t-N <sub>2</sub> O			
	1	21	310			
<b>Reducciones anuales de emisiones</b>						
(Por desplazamiento de energía del mix eléctrico)			MWh	t-CO <sub>2</sub> e	t-RU tratadas	t-CO <sub>2</sub> e / t-RU
<b>Plantas de valorización energética</b>			1.497.114	434.163	2.077.159	0,209
<b>Vertederos</b>			331.384	96.101	14.386.809	0,007
Factor de emisión tCO <sub>2</sub> /MWh			0,290			
<b>Emisiones anuales netas (Emisiones brutas - reducciones de emisiones)</b>				t-CO <sub>2</sub> e	t-RU tratadas	t-CO <sub>2</sub> e / t-RU
<b>Plantas de valorización energética</b>				601.359	2.077.159	0,290
<b>Vertederos</b>				10.868.381	14.386.809	0,755
<b>Valoración energética</b>				10.267.022	-	0,466

**Tabla 21. Emisiones en España de gases de efecto invernadero de las tecnologías de valorización energética y eliminación en vertedero.**  
Fuente: Elaboración propia con datos del MAGRAMA de 2012.

Para la realización de los cálculos anteriores se han tenido en cuenta los datos disponibles en el inventario nacional de GEI del MAGRAMA, así como las directrices de cálculo del IPCC y el GHG Protocol.

### 5.1.2 Comparación ambiental de la valorización energética y la eliminación en vertedero

La generación de residuos constituye un importante problema ambiental, por lo que se convierte en imprescindible la gestión de los mismos con la opción técnica y ambiental más adecuada en cada caso.

En relación a la vertiente ambiental, en la tabla adjunta se pretende hacer una aproximación a los principales impactos<sup>32</sup> de las opciones de tratamiento mediante valorización energética y eliminación en vertedero, suponiendo en ambos casos que se trata de instalaciones al uso en la Unión Europea que disponen de la tecnología actual y cumplen con la normativa aplicable<sup>33</sup>.

El análisis comparado de los impactos anteriormente descritos, no arroja una conclusión clara sobre qué opción de tratamiento de residuos urbanos produce, en conjunto, menor impacto sobre el medio ambiente. No obstante, tal y como se recoge en el apartado anterior, la huella de carbono es claramente favorable a la valorización energética. Asimismo, debe tenerse en cuenta que, dada la propia naturaleza del vertedero en el que los residuos quedan enterrados permanentemente, el impacto se acumula durante más tiempo. Por otro lado, en general y para la Administración en particular, es más fácil comprobar el cumplimiento de la normativa ambiental en las instalaciones de valorización energética (control de las emisiones) que en los vertederos (control de fugas de lixiviados).

32 No es objeto del presente informe realizar un estudio detallado de la variedad y magnitud de impactos ambientales existentes en las tecnologías de valorización energética y eliminación en vertedero, siendo éstas muy dependientes de la casuística aplicable en cada caso.

33 Por simplicidad, el análisis se limita a las actividades desarrolladas dentro del perímetro de las instalaciones, así como la fase de clausura de las mismas. Se excluyen, por tanto, las fases de recogida y transporte de RU hasta la planta.

<b>Vector Ambiental</b>	<b>Valorización energética</b>	<b>Eliminación en vertedero</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las emisiones a la atmósfera han sido durante mucho tiempo el centro de atención de las plantas de valorización energética de residuos.</li> <li>• La normativa sectorial aprobada en los últimos años<sup>34</sup> ha supuesto la imposición de unos límites y control de emisiones a la atmósfera muy exigentes que hacen de la valorización energética de residuos el proceso térmico más estricta y rigurosamente controlado dentro de la variedad de procesos térmicos que hay en la industria (cementeras, plantas térmicas, altos hornos de hierro, aluminio, etc.). Estas exigencias marcaron la transición de las antiguas incineradoras a las modernas plantas de valorización energética.</li> <li>• Hoy en día las modernas plantas de valorización energética que han ido incorporando las mejores tecnologías disponibles cumplen sobradamente los exigentes límites impuestos por la legislación, de acuerdo a la información publicada por las propias empresas del sector en sus páginas web así como en la página web de AEVERSU (ver valores en <a href="http://www.aeversu.org">http://www.aeversu.org</a>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El principal impacto de los vertederos sobre la atmósfera viene dado por la degradación anaerobia de la materia orgánica que da lugar a la generación de metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que, junto con otros compuestos, se conoce como biogás, el cual se emite a la atmósfera durante la vida útil del vertedero (así como una vez clausurado).</li> <li>• Cabe señalar que este impacto se vería reducido en caso de que se llevase a cabo la valorización energética del biogás. No obstante, dicho aprovechamiento energético no siempre es viable por múltiples factores tales como las condiciones de degradación de la materia orgánica, el tamaño del vertedero, la accesibilidad de conexión a la red, la tipología de residuos históricamente vertidos, la antigüedad de la explotación, la profundidad del vaso de vertido, la temperatura y precipitación promedio anual. Adicionalmente, para el cumplimiento de los objetivos descritos en el apartado 4.2.1, será preciso el desvío de flujos de residuos de vertedero, preferentemente de aquellos que no estén actualmente suficientemente bien operados y/o no estén realizando aprovechamiento energético del biogás.</li> <li>• La existencia de biogás genera riesgos de incendio y explosión en los vertederos.</li> <li>• Durante la fase de explotación se produce también una emisión de partículas en suspensión a la atmósfera, principalmente polvo, debido a la carga y descarga de residuos, así como a la circulación de camiones en tu traslado desde la zona de recepción al vaso de vertido.</li> </ul>
<b>Aguas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los potenciales impactos sobre las aguas están vinculados a procesos auxiliares más que al propio proceso de valorización energética.</li> <li>• Las principales fuentes potenciales de vertido son los efluentes de los dispositivos de control de contaminación atmosférica, de las plantas de tratamiento de aguas residuales, del agua de calderas, del agua de refrigeración, de las zonas de almacenaje, manejo y transferencia o de los líquidos utilizados en la propia maquinaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los potenciales impactos sobre las aguas son el principal elemento ambiental a considerar en la explotación de un vertedero.</li> <li>• A pesar de los sistemas de impermeabilización y drenaje de lixiviados actuales, existe la posibilidad de que se produzcan fallos en los mismos (tanto en la fase de explotación como una vez clausurado el vertedero) y se infiltren en el terreno los lixiviados generados en la masa de residuos, que podría afectar también a recursos hídricos tanto subterráneos como superficiales.</li> <li>• Adicionalmente, durante la fase de explotación del vertedero la principal vía de afección a la calidad de las aguas sería la generada por el aporte de sedimentos procedentes de las superficies expuestas a la acción de fenómenos erosivos (aguas superficiales) y por el vertido accidental de otras sustancias contaminantes durante el transporte de residuos hasta la zona de vertido de los mismos (aguas superficiales y subterráneas).</li> </ul>

34 La Directiva 2000/76/CE y Directiva 2008/98/CE (y sus correspondientes transposiciones al ordenamiento jurídico español).

<b>Vector Ambiental</b>	<b>Valorización energética</b>	<b>Eliminación en vertedero</b>
<b>Consumo de recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por lo que respecta al consumo energético, la valorización energética de residuos es una actividad netamente generadora de energía en su fase de operación.</li> <li>• Mediante su actividad se puede producir calor y/o electricidad, lo que permite la sustitución del uso de otras fuentes de energía, generalmente combustibles fósiles en el caso de la generación de electricidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En un vertedero únicamente se puede llevar a cabo la valorización del biogás producido en el mismo cuando es viable técnica y económicamente, lo que depende de muchos factores, tal y como se ha detallado anteriormente.</li> <li>• Por tanto, dicho aprovechamiento energético debe ser analizado caso a caso.</li> </ul>
<b>Ocupación del suelo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La ocupación del suelo es mucho menor que la de un vertedero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno de los principales impactos de los vertederos de residuos se debe a la ocupación de grandes extensiones de suelo y el impacto adicional que esto supone sobre el paisaje.</li> </ul>
<b>Residuos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el proceso de valorización energética se generan residuos, principalmente escorias, chatarras y cenizas.</li> <li>• Las escorias estén clasificadas como residuos no peligrosos y pueden ser reutilizadas como material árido en obra civil y pública o enviarse a vertedero.</li> <li>• Las chatarras férricas y no férricas se valorizan en empresas metalúrgicas.</li> <li>• Las cenizas están catalogadas como residuos peligrosos y están formadas por las cenizas volantes producidas en el proceso de combustión y por los residuos del tratamiento seguido en la depuración de gases. Estas pueden llevarse a un depósito de seguridad o, mediante un proceso de inertización transformarlas en un residuo admisible en un vertedero de inertizados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El vertedero es una instalación finalista, por lo que no genera residuos ya que almacena los que eventualmente le llegan.</li> </ul>
<b>Olores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los olores son derivados de la recepción y almacenamiento temporal de residuos urbanos, más que por el tratamiento realizado de los mismos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El biogás desprende un olor desagradable debido, fundamentalmente, a su contenido de ácido sulfhídrico.</li> </ul>

## 5.2 Cálculo de los impactos sociales y económicos de valorización energética

### 5.2.1 Cálculo de impactos directos

Las plantas de valorización energética existentes en España y Andorra se han descrito en el apartado 4.3.

Desde el punto de vista económico a continuación se muestran los principales valores promedio de las plantas, conforme a datos de un subconjunto representativo de las mismas.

Parámetro	Unidades	Unidades
Costes de inversión inicial	M€ <sub>2012</sub> /MW	3,2
Costes de inversión de actualización	€ <sub>2012</sub> /MWhe	7,8
Ingresos por canon	€/t-RU	57
Ingresos por venta de energía	€/MWhe	87
Gastos de operación	€/MWhe	146

**Tabla 22. Principales características económicas de las plantas de valorización energética en España y Andorra.**

En base a los números anteriores se muestran a continuación los datos económicos para el sector, tanto en términos de inversión como de ingresos, gastos y beneficio de explotación. Igualmente se calculan los parámetros económicos en función de las toneladas nominales de capacidad de tratamiento.

Con las cifras manejadas:

- El sector ha acumulado, desde la instalación de la primera planta y hasta la fecha, una inversión en el entorno de los mil trescientos millones de euros. La mayor parte de dicha inversión se produce con el inicio de la actividad de las plantas aunque posteriormente también necesitan inversiones adicionales a lo largo de la vida útil.
- Los ingresos de explotación son de 273 millones de euros al año, provenientes fundamentalmente del canon de tratamiento percibido por las plantas por parte de las Administraciones públicas correspondientes y de la venta de energía eléctrica. La venta de material reciclado también contribuye con ingresos adicionales.
- Los gastos de explotación son muy variables entre las distintas plantas, con los datos disponibles. Con todo, se considera razonable un promedio de 218 millones de euros anuales. Todo ello resulta en un beneficio bruto de explotación o EBITDA sobre ingresos cercano al 20%.

Datos económicos básicos para las 11 plantas de valorización energética en España y Andorra			
<b>Inversión</b>	<b>1.293</b>	<b>M€<sub>2012</sub></b>	<b>472 € / t-RU capacidad</b>
Inicial	1.00	M€	365 € / t-RU capacidad
Actualización (vida útil)	293	M€	107 € / t-RU capacidad
<b>Ingresos por explotación</b>	<b>273</b>	<b>M€ / año</b>	<b>100 € / t-RU cap.-año</b>
Canon de tratamiento	135	M€ / año	49 € / t-RU cap.-año
Venta energía	130	M€ / año	48 € / t-RU cap.-año
Venta material reciclado	8	M€ / año	3 € / t-RU cap.-año
<b>Gastos de explotación</b>	<b>218</b>	<b>M€ / año</b>	<b>80 € / t-RU cap.-año</b>
<b>EBITDA</b>	<b>55</b>	<b>M€ / año</b>	<b>20 € / t-RU cap.-año</b>
<b>EBITDA / Ingresos</b>	<b>20,1%</b>	<b>%</b>	<b>21,1%</b>

**Tabla 23. Principales características económicas de las plantas de valorización energética en España y Andorra. Fuente: AEVERSU.**

Los principales impactos económicos directos de las plantas de valorización energética actualmente operativas en España y Andorra son los siguientes:

- a) Inversión: necesidad de inversiones anuales para la actualización de las plantas actualmente en operación en el entorno de 12 millones de euros anuales.
- b) Gastos de explotación: generación de actividad económica por valor de 218 millones de euros de gastos de explotación, con un 14% asociado a gastos de personal.
- c) Generación de un total de 1.052 empleos directos asociados a la propia actividad.

### 5.2.2 Cálculo de impactos indirectos e inducidos

Considerando la actividad económica anual directa de las plantas, a continuación se analiza la contribución indirecta e inducida.

- i) Los impactos directos son los resultantes de la actividad de la valorización energética en España.
- ii) Los impactos indirectos son la consecuencia de la actividad económica generada en los sectores a los que la valorización energética adquiere bienes y servicios.
- iii) Los impactos inducidos son aquellos que se producen gracias al consumo de bienes y servicios que realizan los empleados de los sectores que se benefician, directa o indirectamente, de las inversiones y gastos del sector de la valorización energética.

Para evaluar los impactos anteriores se han seleccionado las siguientes magnitudes: ingresos de explotación, salarios y empleos.

Para poder obtener los impactos indirectos e inducidos se han revisados los principales estudios internacionales disponibles<sup>35</sup> sobre la valorización energética de residuos urbanos, identificando en los mismos los multiplicadores o ratios que relacionan los impactos directos con los indirectos e inducidos.

Los multiplicadores se definen en cada caso como el cociente entre el impacto total y el impacto directo (p.ej: el multiplicador de empleados de 2,6 implica que por cada empleo directo que genera la valorización energética se genera un total de 2,6 empleos y, por tanto, 1,6 empleos indirectos e inducidos). Los resultados se muestran a continuación.

Multiplicadores indirectos e inducidos (total / directos)	Empleados	Salarios	Ingresos	Valor Añadido Bruto
Media EEUU	2,60	1,93	1,77	-
Estado Maine (EEUU)	2,62	1,73	1,47	-
Western Australia (Australia)	1,90	1,45	1,20	1,26
EEUU (Florida)	2,30	1,80	1,03	-
<b>Media</b>	<b>2,35</b>	<b>1,73</b>	<b>1,37</b>	<b>1,26</b>

**Tabla 24. Relación entre los impactos directos y los indirectos e inducidos.**

**Fuente: Elaboración propia con datos de los estudios consultados.**

Con la aplicación de los multiplicadores anteriores a las cifras de producción, salarios y empleo de la valorización energética en España se obtienen las cifras globales mostradas a continuación.

Parámetros de impacto económico	Unidades	Directos	Indirectos e inducidos	Total	Multiplicador
Empleados	Número	1.052	1.425	2.477	2,35
Salarios	millones €/año	42	30	72	1,73
Ingresos	millones €/año	273	100	373	1,37
Valor Añadido Bruto	millones €/año	90	23	113	1,26

**Tabla 25. Impactos económicos y sociales de la valorización energética en España.**

**Fuente: Elaboración propia.**

35 Por simplicidad no se ha elaborado un modelo basado en Tablas "Input-Output", que sería el procedimiento más exacto de obtención de dichos valores. No obstante, como puede comprobarse, los multiplicadores se encuentran en rangos bastante acotados. Ver anexo con referencias de estudios socio-económicos de plantas de valorización energética.

Las principales conclusiones que se derivan de dichos datos son las siguientes:

- i) La actividad de valorización energética genera unos ingresos anuales de aproximadamente 273 millones de euros, pero genera una actividad económica indirecta (por compra de bienes y servicios), e inducida (por incremento del consumo) de 100 millones adicionales, siendo el total de 373 millones de euros anuales.
- ii) La actividad de valorización energética emplea anualmente a más de 1.000 personas de manera directa y más de 1.400 de manera indirecta, con un total de casi 2.500 empleos totales. Es preciso señalar que dicho empleo es altamente cualificado, lo cual favorece el desarrollo de una población activa cada vez más preparada en el ámbito industrial.
- iii) Los salarios derivados tanto directa como indirectamente por la actividad de valorización energética son de 72 millones de euros anuales.
- iv) El valor añadido bruto total es de más de 110 millones de euros anuales.

### 5.2.3 Impactos económicos complementarios: ahorros

Adicionalmente a los impactos directos, indirectos e inducidos del sector de la valorización energética, éste genera también un ahorro económico muy significativo, materializado en los siguientes conceptos:

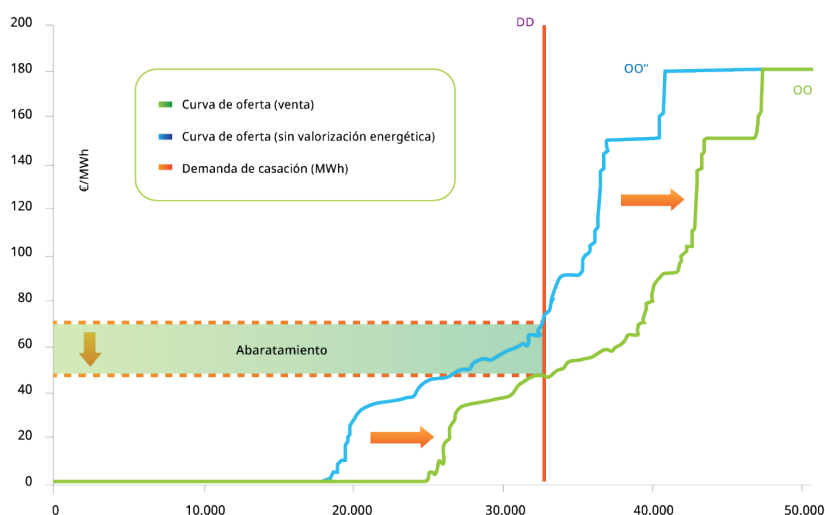
- a) Reducción del precio de la energía del mercado eléctrico como consecuencia de la modificación de la curva de oferta del mercado eléctrico mayorista.
  - a. Las plantas de generación de electricidad a partir de fuentes renovables y residuos actúan en general como tomadoras de precio en el mercado mayorista de electricidad (pool).
  - b. Esta generación, que presenta un coste marginal de generación inferior al de las unidades de generación a partir de combustibles fósiles, produce un efecto depresor en el mercado al establecer un precio marginal inferior al que se obtendría en el caso de no existir esa generación de fuentes renovables y residuos.
  - c. Dado que el mercado mayorista (pool) es marginalista (toda la generación se paga al precio de la última unidad de generación casada en el mercado, es decir, el precio más alto casado) la existencia de la generación a partir de fuentes que ofertan su energía a un precio menor, da como resultado la fijación de precios marginales más bajos. Por tanto, es evidente que las plantas de valorización energética reducen el coste de la energía en el Mercado Diario de OMIE<sup>36</sup>.
  - d. Utilizando datos de APPA (Asociación de Productores de Energías Renovables), se ha estimado en 26,3 € de ahorro por cada MWh de energía procedente de plantas de valorización energética<sup>37</sup>. El resultado anual equivale a un ahorro anual de 39 millones de euros.

---

36 OMI-Polo Español S.A. (OMIE) es una empresa regulada por el Convenio Internacional de Santiago, relativo a la constitución de un mercado ibérico de la energía eléctrica (MIBEL) entre el Reino de España y la República de Portugal, y sujeta a la regulación sectorial eléctrica en España.

37 Dato 2013.





**Figura 22. Abaratamiento del precio del mercado eléctrico mayorista como consecuencia del desplazamiento de la curva de carga. Fuente: APPA.**

b) Ahorro económico para España como consecuencia de reducir la importación de combustibles fósiles para la generación eléctrica:

a. España tiene una balanza de pagos en el ámbito energético claramente negativa. En 2013, el saldo importador fue de 41.000 millones de euros (ver apartado 3.3.3).

b. Utilizando datos de APPA (asociación de productores de energías renovables), se ha estimado en 39,8 € de ahorro en combustibles fósiles para España por cada MWh de energía procedente de plantas de valorización energética que es inyectado en la red y no debe ser cubierto con instalaciones de gas de ciclo combinado, carbón y fuel-gas.

c. Considerando que la valorización energética en España actualmente genera casi 1.500 GWh, ello implica que gracias a ello se consigue un ahorro de 60 millones de euros anuales.

c) Reducción de costes asociados a la compra de derechos de emisión.

a. En ausencia de la generación de electricidad mediante las plantas de valorización energética, el resto del mix eléctrico debería llevar a cabo dicha labor.

b. Entre las distintas plantas del mix, las de generación convencional mediante combustibles fósiles están afectadas por el régimen europeo de comercio de derechos de emisión (epígrafes 1.a y 1.b). Para la participación en el mismo, las plantas deben a partir de 2013 acudir al mercado para la compra de títulos de carbono que anualmente deben entregar a la administración europea. Típicamente estos derechos son EUA<sup>38</sup>.

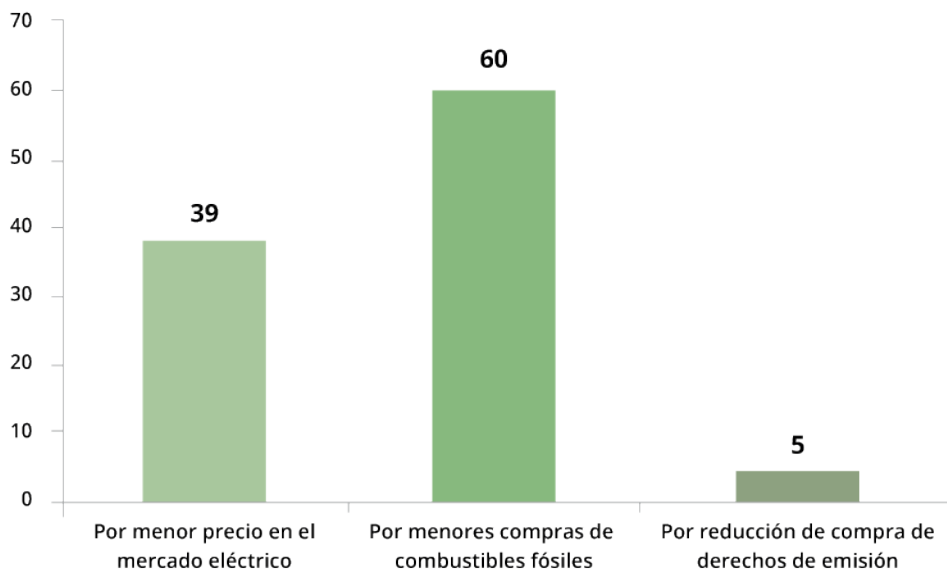
c. Asumiendo que los MWh generados por la valorización energética sustituyen a la tecnología de generación del ciclo combinado (en el margen del pool), el ahorro por menores costes de EUA<sup>39</sup> sería de un estimado de 5 millones de euros<sup>40</sup>.

Los resultados procedentes de las tres partidas se resumen en la gráfica adjunta. El ahorro correspondiente a los combustibles fósiles sería para la totalidad de la economía, al obtenerse los valores de la balanza de pagos. Los ahorros del menor precio eléctrico mayorista y compra de derechos de emisión, benefician al consumidor final.

38 European Union Allowance (Derecho Europeo de Emisión), equivalente a una tonelada de CO<sub>2</sub>

39 Nótese que las plantas de valorización energética de RU están excluidas del régimen europeo de comercio de derechos de emisión.

40 Supuesto un precio del EUA de 10 €/EUA (previsión a medio plazo; precio actual 8,0 €/EUA 30/7/2015).



**Figura 23. Ahorros económicos derivados de la generación eléctrica de las plantas de valorización energética existentes en España. Fuente: Elaboración propia.**

#### 5.2.4 Comparativa de impactos económicos directos de la valorización energética y la eliminación en vertedero

A continuación se realiza una comparativa de los principales parámetros económicos y ambientales asociados a la valorización energética versus la eliminación en vertedero.

- i) La comparativa se realiza partiendo de la base de una planta de valorización energética "tipo", considerada como tal una planta de 280.000 t-RU/año de capacidad nominal de tratamiento. Se supone que ambas instalaciones reciben anualmente la misma cuantía de RU, y que están al mismo nivel de carga (toneladas tratadas sobre capacidad de tratamiento).
- ii) En ambos casos se supone que los sistemas de recogida y transporte de RU son equivalentes y generan los mismos costes aguas arriba de la instalación.
- iii) Los resultados se presentan tanto en datos anuales, como en datos por tonelada de RU de capacidad y por tonelada de RU tratada durante la vida útil de la instalación.

Las principales conclusiones derivadas del análisis serían las siguientes:

- i) En base a datos disponibles de plantas ubicadas en España, la valorización energética ingresa casi el doble en canon de vertido que la eliminación en vertedero, consecuentemente por ser una tecnología de mayor coste y valor añadido que la segunda. Ello se puede comprobar con las cifras de ingresos y gastos de explotación de ambos tipos de instalaciones.
- ii) La planta de valorización energética genera 153 GWh de electricidad al año, con unos ingresos promedio de 13 millones de euros asociados y tendría una potencia instalada media de 32 MW.
- iii) La planta de valorización energética con el desarrollo de su actividad permite conseguir un abaratamiento del precio del pool y, con ello, ahorros económicos muy sustanciales para el consumidor final de electricidad.
- iv) La planta de valorización energética recupera materiales y los envía a otras instalaciones para su reciclaje, consiguiendo casi 1 millón de euros al año de ingresos por este concepto. El vertedero no aprovecha los materiales entrantes.
- v) La valorización energética no solo implica mayores inversiones sino que también genera comparativamente un mayor efecto económico de arrastre hacia otros sectores que la eliminación en vertedero, resultando en incrementos de parámetros socioeconómicos tan relevantes como los ingresos, salarios, valor añadido bruto y empleados.
- vi) Derivado de la propia naturaleza de su actividad, la valorización energética genera un tipo de empleo más cualificado que la eliminación en vertedero.

Comparativa básica entre una planta de valorización energética y un vertedero	Unidades	Planta valorización energética	Vertedero
<b>Datos técnicos básicos</b>			
Capacidad de tratamiento / entrada	t-RU/año	280.000	280.000
Carga de tratamiento real	%	87%	87%
Potencia eléctrica instalada	MWe	32	0
Energía generada	MWh/año	153.094	0
Tarifa de venta de energía	€/MWh	87	-
Horas equivalentes de funcionamiento	horas equivalentes/año	4.758	-
Vida útil	años	25	25
Toneladas tratadas en vida útil	toneladas RU	7.000.000	7.000.000
<b>Datos económicos básicos</b>			
Anuales			
<b>Inversión</b>	<b>M€</b>	<b>132,3</b>	<b>31,9</b>
<b>Ingresos de explotación</b>	<b>M€/año</b>	<b>27,9</b>	<b>7,6</b>
Canon de tratamiento	M€/año	13,8	7,6
Venta energía	M€/año	13,3	0,0
Venta de materiales recuperados	M€/año	0,8	0,0
<b>Gastos de explotación</b>	<b>M€/año</b>	<b>22,3</b>	<b>2,8</b>
<b>EBITDA</b>	<b>M€/año</b>	<b>5,6</b>	<b>4,8</b>
<b>EBITDA</b>	<b>% / ingresos</b>	<b>20%</b>	<b>63%</b>
Por tonelada tratada durante vida útil			
<b>Inversión</b>	<b>€/t-RU</b>	<b>18,9</b>	<b>4,6</b>
<b>Ingresos de explotación</b>	<b>€/t-RU</b>	<b>4,0</b>	<b>1,1</b>
Canon de tratamiento	€/t-RU	2,0	1,1
Venta energía	€/t-RU	1,9	0,0
Venta de materiales recuperados	€/t-RU	0,11	0,00
<b>Gastos de explotación</b>	<b>€/t-RU</b>	<b>3,2</b>	<b>0,4</b>
<b>EBITDA</b>	<b>M€/año</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>
<b>EBITDA</b>	<b>% / ingresos</b>	<b>20%</b>	<b>63%</b>
Por tonelada de capacidad			
<b>Inversión</b>	<b>€/t-RU capacidad</b>	<b>472,4</b>	<b>114,0</b>
<b>Ingresos de explotación</b>	<b>€/t-RU capacidad - año</b>	<b>99,7</b>	<b>27,0</b>
Canon de tratamiento	€/t-RU capacidad - año	49,3	27,0
Venta energía	€/t-RU capacidad - año	47,6	0,0
Venta de materiales recuperados	€/t-RU capacidad - año	2,8	0,0
<b>Gastos de explotación</b>	<b>€/t-RU capacidad - año</b>	<b>79,6</b>	<b>10,0</b>
<b>EBITDA</b>	<b>M€/año</b>	<b>20,1</b>	<b>17,0</b>
<b>EBITDA</b>	<b>% / ingresos</b>	<b>20%</b>	<b>63%</b>

Nota: vertedero sin valorización energética del biogás ni triaje a la entrada

**Tabla 26. Parámetros básicos comparativos entre valorización energética y eliminación.**  
Fuente: Elaboración propia.

### 5.3 Comparativa entre los impactos de la valorización energética y la eliminación en vertedero

A continuación se sintetizan las principales diferencias existentes en términos económicos, sociales y ambientales para las plantas de valorización energética y los vertederos:

<b>COMPARATIVA DE SOSTENIBILIDAD ENTRE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA Y ELIMINACIÓN EN VERTEDERO</b>	
<b>ASPECTOS AMBIENTALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La valorización energética contribuirá a dar tratamiento a los rechazos que inevitablemente se generen como consecuencia del cumplimiento del objetivo de recuperación y reciclaje del 50%.</li> <li>• La valorización energética contribuirá a dar cumplimiento a la jerarquía europea de residuos dando tratamiento a los flujos de residuos urbanos que actualmente van a vertedero (más del 60% de los RU actualmente generados en España, de los cuales más de la mitad son eliminados directamente en vertedero sin tratamiento previo).</li> <li>• La eliminación genera en su operación más emisiones de gases de efecto invernadero que la valorización energética. Concretamente, por tonelada de RU tratada, la eliminación genera un 175% más de emisiones netas de GEI.</li> <li>• La eliminación en vertedero implica un mayor impacto ambiental que la valorización energética en términos de ocupación del suelo, motivo por el cual esta tecnología ha proliferado más activamente en países con escasez del mismo.</li> <li>• A día de hoy todavía no existe una metodología global consensuada para la medición de la huella ambiental, o impacto ambiental global, de instalaciones de tratamiento de residuos. Con todo, las plantas de valorización energética presentan varias ventajas ambientales respecto de los vertederos, cuyos impactos por la generación de lixiviados son muy significativos y de largo plazo.</li> <li>• Las plantas de valorización energética recuperan materiales por un valor agregado de más de 7 millones de euros al año. Los vertederos no recuperan materiales.</li> </ul>
<b>ASPECTOS ECONÓMICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las plantas de valorización energética generan 3 veces más inversión por tonelada de capacidad que los vertederos. Todo ello deriva en una mayor capacidad de generación de actividad económica.</li> <li>• La existencia de la generación eléctrica a partir de fuentes que ofertan su energía a un precio menor, da como resultado la fijación de precios marginales de la electricidad más bajos. Por tanto, se ha estimado en 26,3 € el ahorro por cada MWh de energía procedente de plantas de valorización energética.</li> <li>• Las plantas de valorización energética generan electricidad, a diferencia de la mitad de los vertederos controlados actualmente en operación. Considerando que la balanza energética española es deficitaria en más de 41 mil millones de euros al año, ello deriva en un ahorro para España de un promedio de 39,8 € por cada MWh generado que, en suma para el total de plantas en España y Andorra, equivale a un monto anual de 60 millones de euros.</li> </ul>
<b>ASPECTOS SOCIALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las plantas de valorización energética generan un promedio de 1,5 empleos indirectos e inducidos por cada empleo directo. En total, 1.052 empleos directos y 1.425 adicionales (indirectos e inducidos).</li> <li>• Las plantas de valorización energética generan más empleo que los vertederos.</li> <li>• Derivado de la propia naturaleza de su actividad, la valorización energética genera un tipo de empleo más cualificado que la eliminación en vertedero, lo cual beneficia la competitividad del sector industrial español y la estabilidad del empleo.</li> </ul>

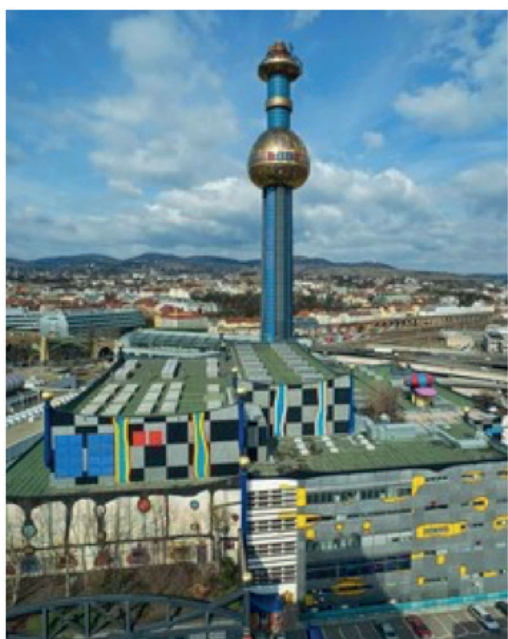
## 6. VALORIZACIÓN ENERGÉTICA: EL RETO DE LA TRANSPARENCIA INFORMATIVA

Las plantas de valorización energética han presentado históricamente una importante controversia, asociada ésta fundamentalmente a consideraciones ambientales y de sanidad ambiental, conforme a información publicada en medios de comunicación.

Ello ha suscitado un problema de imagen para este tipo de instalaciones, cuyo desarrollo ha sido ralentizado y, en algunos casos, parado, como consecuencia de ello.

Es cierto que el sector necesita continuar en la realización de un esfuerzo importante de información y comunicación para que el ciudadano y resto de agentes socioeconómicos reciba la información de la manera más directa y transparente posible. A continuación se destacan algunos aspectos de interés a favor de este tipo de instalaciones, algunos de los cuales han sido ya citados en otros apartados del presente documento:

- i) La valorización energética es una opción de tratamiento que la Unión Europea contempla fehacientemente para la gestión de residuos urbanos. Es más, es una opción objetiva y ambientalmente mejor que la eliminación en vertedero, según la jerarquía europea de residuos.
- ii) Las plantas de valorización energética están sujetas a estrictos controles ambientales. Así, en varios países europeos se han establecido plantas incluso en las cercanías del medio urbano. Véanse a continuación los ejemplos de Viena y París.



Planta de Viena (Austria)



Planta de Saint-Ouen-París (Francia)

**Figura 24. Algunos ejemplos de plantas de valorización energética en el medio urbano.**  
**Fuentes: Web oficiales.**

iii) Algunos de los países más avanzados como Alemania ha impulsado fuertemente la valorización energética de residuos urbanos. Así, tras el establecimiento de un impuesto al vertido que entró en vigor en 2005, en 2011 el 59% de los residuos plásticos alemanes eran ya tratados con valorización energética, y el 42% se reciclaban. Véase a continuación la evolución.



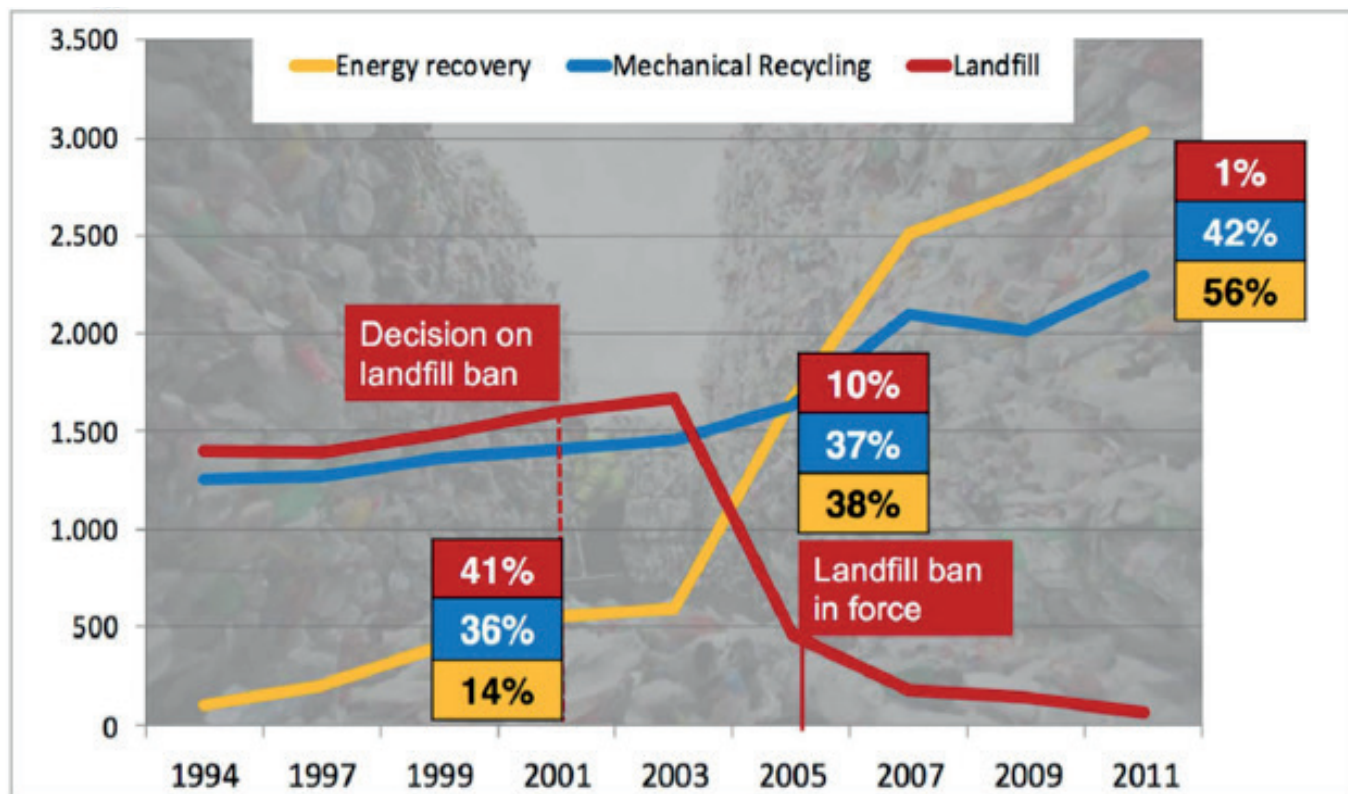


Figura 25. Gestión de residuos plásticos en Alemania.

Fuente: Consultic y Plastics Europe.

Por todo lo anterior es preciso destacar la importancia de recabar la información de primera mano del funcionamiento técnico y comportamiento ambiental de las plantas de valorización de residuos urbanos.

Para ello, tanto en España como en Andorra se recomienda contactar con la Asociación de Empresas de Valorización Energética de RSU (AEVERSU), promotor del presente informe.



## ANEXO: BIBLIOGRAFÍA

- Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono. IHOBE (2009).
- Analyzing the Economic and Environmental Viability of Waste-to-Energy (WTE) Technology for Site-Specific Optimization of Renewable Energy Options. Joint Institute for Strategic Energy Analysis (2013).
- Anuario de Estadística del MAGRAMA 2012.
- Anuario de Estadística del MAGRAMA 2013.
- Comparative Analysis of the Environmental Impacts of Thermal Treatment and Remote Landfill Disposal on a Lifecycle Basis. Diagnóstico del Sector Residuos en España. MAGRAMA (2014).
- Evaluating waste incineration as treatment and energy recovery method from an environmental point of view. CEWEP (2013).
- Life Cycle Environmental Assessment of Municipal Solid Waste to Energy Technologies (2009). A.U. Zaman.
- Life Cycle Impact Assessment (LCIA) of Modelled Solid Wastes Landfilling and Incineration in Oriire Local Government Area, Nigeria (2013). S.O Ojoawo, W.O Adeleke and S.D Oladeji.
- Memoria de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2013. MAGRAMA.
- Nationwide economic benefits of the waste-to-energy sector. Eileen Brettler Berenyi, Governmental Advisory Associates (2013).
- Perfil Ambiental de España 2012. MAGRAMA.
- Perfil Ambiental de España 2013. MAGRAMA.
- Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen doméstico. MAGRAMA (2011).
- Review of LCA studies of solid waste management systems – Part II: methodological guidance for a better practice. 2014
- Situación y potencial de valorización energética directa de residuos. IDAE (2011)
- Statewide economic contribution of Maine's waste-to-energy sector. Todd Gabe, Ph.D. for the Maine Waste-to-Energy Working Group (2011).
- The environmental comparison of landfilling vs. incineration of MSW accounting for waste diversion (2011). Bernadette Assamoi, Yuri Lawryshyn.
- The Existing and Potential Economic Impact of the Energy-from-Waste Industry in Florida. COVARTA Energy (2009).