

# LOS NUEVOS YACIMIENTOS DE EMPLEO Y LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: UNA APROXIMACIÓN METODOLÓGICA\*

Luis PALMA MARTOS

José Luis MARTÍN NAVARRO\*\*

## 1. INTRODUCCIÓN<sup>1</sup>

La creciente escasez de recursos naturales exige, con urgencia, una adecuada gestión de los mismos que posibilite un desarrollo sostenible. En este sentido, se justifica la necesidad de mejorar la gestión de los residuos, de la cual se hace portavoz la Comunidad Europea, dibujando diferentes estrategias. En concreto, la Directiva de Control y Prevención Integrados de la Contaminación (IPPC)<sup>2</sup> de 1996 recoge como principal frente de actuación minimizar la cantidad de residuos resultantes del proceso productivo. Sin embargo, en la práctica, la estrategia que está teniendo un mayor desarrollo es la valorización de los residuos (reciclaje-compostaje y recuperación energética). Esta estrategia prolonga la vida de los recursos naturales utilizados bajo la forma de subproductos procedentes de los residuos que pueden emplearse como inputs productivos. De este modo, se reduce el empleo de recursos naturales y el daño al medio ambiente. Además, una adecuada gestión de los residuos no sólo contribuye a mejorar la calidad de vida, sino que es también una fuente de empleo. Así lo entiende la Comunidad Europea al recogerlo como uno de los yacimientos, integrado dentro del apartado de servicios medioambientales (Comisión de las Comunidades Europeas, 1993).

\* Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto de investigación más amplio sobre yacimientos de empleo financiado por el Instituto de Estadística de Andalucía en la convocatoria de 1997.

Mercedes Delgado becaria de investigación, colaboró en una versión preliminar de este trabajo.

\*\* Dpto. Teoría Económica y Economía Política. Universidad de Sevilla.

1. Quisiéramos agradecer a D. JOSÉ CARABALLO (director de ABORGASE), D. IGNACIO CAMUÑAS y D<sup>a</sup>. LETICIA MULLER (personal del Departamento Ambiental de ABORGASE), D. RICARDO JACINTO GARCÍA MARTÍNEZ (director de la División de RR.HH. y Comunicación de EGMASA) y D. ALFONSO SEDA (personal de la División de Infraestructuras Ambientales de EGMASA) por la información aportada para la elaboración de este trabajo.

2. Directiva 96/61/CE, de 24 de Septiembre.

Nuestro trabajo consiste en analizar el potencial de empleo derivado del uso del componente orgánico de los Residuos Sólidos Urbanos (RSUO) para la producción de compost<sup>3</sup>. Se plantea la aplicación de una metodología de evaluación de yacimientos de empleo en Sevilla y su provincia. Esta metodología de análisis consiste en traducir la demanda insatisfecha, calculada como la diferencia entre la demanda potencial y la oferta disponible, en puestos de trabajo. Los resultados obtenidos pueden servir de referencia para el caso de otras provincias.

## 2. LOS NUEVOS YACIMIENTOS DE EMPLEO Y LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

La Comisión Europea reconoce al medio ambiente como un importante yacimiento de empleo. Dentro de los servicios medioambientales propone cuatro actividades diferenciadas: *la gestión de residuos, la gestión del agua, la protección y mantenimiento de zonas naturales y la reglamentación y control de la polución y las instalaciones correspondientes.*

En el presente trabajo analizamos la mejora de la gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), a través del tratamiento de los mismos para la obtención de compost. El nacimiento de este yacimiento se explica por las profundas transformaciones en la estructura socio-demográfica que provocan cambios en las relaciones con el entorno físico, aumentando la valoración del paisaje y de los espacios rurales y naturales. Al mismo tiempo, se defiende que el desarrollo económico tiene que estar basado en una utilización más apropiada de los recursos naturales.

La actividad objeto de análisis presenta algunas de las características que más claramente definen a los yacimientos de empleo, como son la satisfacción de nuevas necesidades, la existencia de un ámbito de prestación del servicio territorialmente definido y su configuración como mercado incompleto (JIMÉNEZ, E. et al., 1998, p. 18). A continuación, haremos especial referencia a la naturaleza del mercado con objeto de comprender los principales obstáculos que existen para su dinamización y la consecuente creación de empleo.

### 2.1. Modelización de un mercado de servicios de costes invisibles: la gestión de los RSU

La gestión de los RSU es un servicio público que presenta obstáculos comunes con otros yacimientos de empleo. Entre ellos está la falta de especificidad del mercado. Por el lado de la demanda, la falta de definición se explica principal-

---

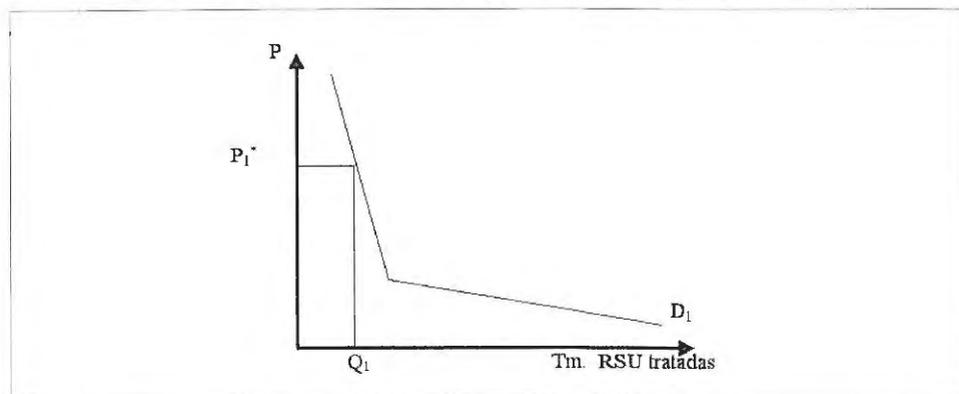
3. Abono orgánico obtenido de la fermentación controlada de la materia orgánica.

mente porque la mejora del tratamiento de los RSU es una necesidad general de la población que difícilmente se puede traducir en una demanda concreta. Esta demanda tiene un comportamiento asociado a un bien de lujo, aumentando más que proporcionalmente a medida que mejora la renta. Luego, el factor renta es esencial para la expansión de estos servicios.

Para aumentar la disposición a pagar del usuario es necesario actuar sobre algunas características de la oferta, tales como la casi invisibilidad del coste, la cual es especialmente significativa al percibir los usuarios la gestión de RSU como un servicio de consumo no-rival. Sin embargo, el aumento continuado en la generación de RSU, dados los niveles actuales de provisión del servicio, está provocando que las tasas de recuperación de los residuos sean bajas, y que disminuya la calidad del servicio prestado. De este modo, el servicio pierde su naturaleza de consumo no rival.

Acabamos de ver que para dinamizar este mercado hay que aumentar la disposición a pagar de los usuarios del servicio. Atendiendo a este hecho, vamos a extender la modelización de un mercado de servicios de coste invisible (JIMÉNEZ, E. et al., 1998, pp. 59-63) al caso del tratamiento de los RSU. El Gráfico 1 presenta la existencia de una oferta muy restringida con un coste de producción elevado y una demanda casi infinita cuando el precio es cero. La demanda está en estrechísima relación con la oferta, disparándose con el aumento de la provisión del servicio. Así, para el caso que nos ocupa, en la medida que aumenten las plantas de compostaje de RSU y las Entidades Locales acuerden el grado de aprovechamiento de la capacidad, esta oferta se traducirá inmediatamente en demanda. El sector público se enfrenta al problema de definir el alcance de la necesidad, y lo que es más importante, la disposición de los ciudadanos a pagar por el servicio.

GRÁFICO 1  
MERCADO CARACTERÍSTICO DEL COMPOSTAJE DE LOS RSU

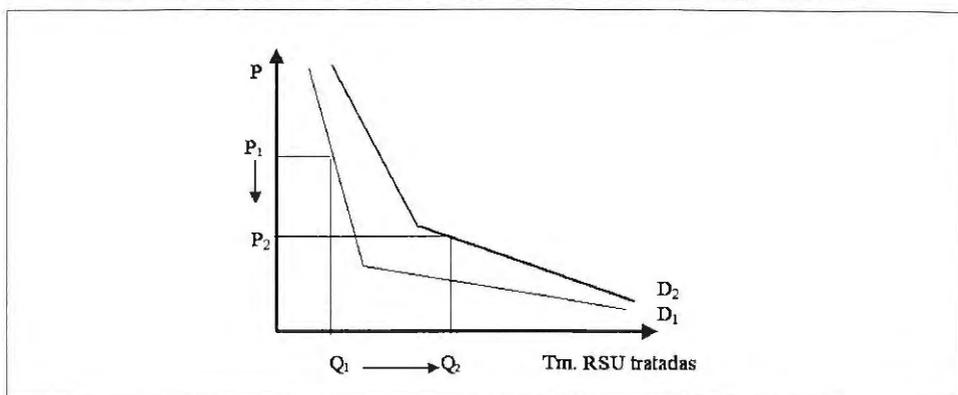


$P_1^*$ : Precio de mercado igual al coste de producción.

Con objeto de aumentar la disposición a pagar de los usuarios, apuntábamos la necesidad de mostrar los costes reales del servicio. En nuestro análisis se trata de sumar los costes del proceso de compostaje y los medioambientales. Otra medida es mejorar la eficiencia técnica de la planta, que posibilitaría menores precios junto a mayores tasas de recuperación de los residuos. Además, se obtendrían mayores variedades de compost, cuyas propiedades deberían ser comunicadas a los demandantes.

Las medidas anteriores, al aumentar la valoración del servicio público ofrecido, desplazan la demanda a la derecha al mismo tiempo que mejoran la oferta. El resultado es un aumento de la demanda de toneladas de RSU a tratar (Gráfico 2), cuya provisión se traducirá en creación de empleo en el sector.

**GRÁFICO 2**  
**LA DINAMIZACIÓN DEL MERCADO DEL COMPOSTAJE DE RSU**



Como resultado del proceso de compostaje se obtiene compost junto a otros subproductos. En el mercado del compost es más fácil identificar a los beneficiarios, y se puede excluir de su consumo a aquellos que no paguen por el bien. Sin embargo, se trata de un bien de utilidad pública con importantes externalidades positivas, pues contribuye a mejorar la calidad medioambiental. Además, los costes de producción y los medioambientales no son suficientemente conocidos. De ahí, que podamos extender la modelización anterior, relativa al proceso de compostaje, al mercado del compost, el cual estudiaremos con más detalle cuando analicemos la demanda potencial.

### 3. APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

La detección del potencial de empleo al mejorar la gestión de los RSU se va a realizar mediante la aplicación de una metodología de análisis sistemática<sup>4</sup>. A continuación exponemos brevemente las distintas fases de la metodología a aplicar.

#### *1º Evaluación de la demanda potencial*

En esta fase, lo primero que hay que hacer es identificar una necesidad insatisfecha para una población que vive en un área concreta. En nuestro caso, la población de referencia será la provincia de Sevilla. Una vez identificados el número de individuos que experimentan la necesidad (universalidad) y la intensidad de la misma, se procederá a estimar la demanda potencial. En nuestro análisis, la necesidad es la mejora en el tratamiento y uso ecológico de los RSU generados en Sevilla a través de la obtención de compost. La demanda potencial se calculará atendiendo a un objetivo de toneladas de RSU a tratar en procesos de compostaje.

#### *2º Evaluación de la oferta disponible*

Una vez conocida la demanda potencial, se analiza la oferta disponible en el ámbito público y privado. Tras analizar la naturaleza de la oferta, trataremos de cuantificarla identificando el número de toneladas de RSUO tratadas al año en plantas de compostaje.

#### *3º Evaluación de la demanda insatisfecha*

La demanda insatisfecha se determinará por la diferencia entre la demanda potencial, el objetivo establecido en materia de compostaje, y la oferta efectiva.

---

4. Esta aproximación metodológica es fruto de un proyecto de investigación sobre estrategias territoriales de creación de actividades financiado por la Dirección General V comunitaria. En él participaron las ciudades de Marsella, Patrás, Génova y Sevilla, integrándose equipos mixtos Universidad-Ayuntamiento. La contrastación de la metodología finalmente presentada ha permitido valorar la utilidad, en términos de una primera aproximación al yacimiento. En este sentido no debería tomarse como una valoración precisa del potencial de empleo, aunque sí puede ser un elemento clave para la orientación de la política de empleo orientada a la promoción de actividades sobre la base de los nuevos yacimientos (véase PALMA, L. Et al, 1998).

#### 4º Cuantificación de los puestos de trabajo a crear

El cálculo del potencial de empleo se llevará a cabo una vez conocidas las toneladas de RSU a tratar en instalaciones de compostaje. A la hora de determinar la creación de empleo habría que tener en cuenta no sólo los puestos de trabajo directos en las plantas de tratamiento de los residuos, sino también los puestos indirectos resultantes de la actividad comercializadora y de aplicación del compost.

## 4. ANÁLISIS DEL CASO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS ORGÁNICOS

### 4.1. La necesidad

La necesidad que detectamos es mejorar la gestión de los RSU a través de la reducción del vertido de los mismos, y con el consecuente aumento de la demanda de tratamientos alternativos de valorización.

Los RSU es un concepto que, a raíz de la nueva ley de residuos<sup>5</sup>, incluye no sólo los residuos domiciliarios, sino también los industriales, comerciales e institucionales asimilables a urbanos, además de los de construcción y demolición (Tabla 1). La definición de RSU es todavía más amplia para el caso de la legislación andaluza<sup>6</sup>, donde se introducen, entre otros, los plásticos agrícolas.

De los múltiples componentes que integran el concepto de RSU, vamos a considerar el aprovechamiento de la fracción orgánica biodegradable de los residuos municipales (RSUO) para la producción de compost. Sin embargo, no podemos ignorar que se generan grandes cantidades de escombros que apenas tienen algún tipo de tratamiento, siendo el vertido la única vía que prácticamente se utiliza. Se estima que, si continúa el ritmo de crecimiento de estos residuos, se puede alcanzar en el 2012 la cifra de 3,096.506 toneladas (GÓMEZ URÍAS F. 1999, p. 19). Este dato evidencia que existe un importante campo de actuación para la mejora de la gestión de otros tipos de RSU.

La base del problema de los residuos, y de los residuos orgánicos<sup>7</sup> en particular, radica en el constante incremento de los mismos, provocado por la producción y el consumo. El abanico de residuos orgánicos es muy amplio, existiendo una gran variedad con propiedades muy diferentes: agrícolas, ganaderos, de mataderos, forestales, domésticos, lodos de depuradoras de aguas residuales, agroalimentarios

5. Ley 10/98 de Residuos. (BOE 22 de Abril de 1998).

6. Artículo 3 del Decreto 283/1995, de 21 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía (BOJA 19 de Diciembre de 1995).

7. Residuos orgánicos son aquéllos en los que la materia orgánica representa del 95 al 99% del total de la materia seca de los seres vivos (MUSTIN 1987, en NAVARRO J. et al., 1995, p. 16).

e industriales. Nosotros, nos vamos a centrar en una pequeña fracción de éstos, en concreto, en los Residuos Sólidos Urbanos Orgánicos (RSUO).

Hasta ahora la opción más barata de tratar los RSUO era el simple vertido<sup>8</sup>. Sin embargo, difícilmente se pueden ignorar los problemas derivados de una mala gestión y un uso excesivo de los vertederos. Entre ellos, la proliferación de roedores, los malos olores, el mal aspecto del paisaje, la existencia de gérmenes patógenos que causan enfermedades, incendios y contaminación del aire, de los suelos y de las aguas superficiales y subterráneas.

La Propuesta de la Comisión relativa al vertido de residuos<sup>9</sup>, consciente tanto de la limitada capacidad de los vertederos como del negativo impacto ambiental de los mismos, limita esta opción estableciendo objetivos específicos de reducción del vertido de los residuos urbanos biodegradables, y tratando de equilibrar los costes del vertido con los costes de los tratamientos de valorización<sup>10</sup>. A continuación trataremos de determinar la mejor opción tecnológica de valorización de los RSUO.

**TABLA 1**  
**CONCEPTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)	RESIDUOS MUNICIPALES	RESIDUOS DOMICILIARIOS
		RESIDUOS INDUSTRIALES COMERCIALES E INSTITUCIONALES ASIMILABLES
	RESIDUOS CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	

Fuente: Coopers&Lybrand-DPA, en GARCÍA RAMOS, M. (1999).

En este apartado no pretendemos realizar un análisis detallado del impacto de los distintos procedimientos de gestión de los RSUO, el cual debería llevarse a cabo por expertos. Más bien, trataremos de iluminar brevemente aquellas características tecnológicas, económicas y ambientales que nos han conducido a la elección del compostaje, con producción de biogás, como un proceso razonable.

8. El coste financiero medio en España del vertido está alrededor de 1,8 ptas./Kg., aunque existen vertederos con un coste inferior a 1 pta./Kg. (BERBEL, J. 1999).

9. COM (99) 116 final, Bruselas, 26.03.1999.

10. El Artículo 10 de la Propuesta de la Comisión relativa al vertido de residuos, establece que las tarifas de eliminación de los residuos por vertido, deben incluir todos los costes, entre ellos los costes del cierre y gestión posterior del vertedero durante al menos 30 años. Esta misma idea quedaba recogida en la ley española de 1986, que exigía a las empresas de tratamiento de residuos un seguro de responsabilidad por contaminación. La puesta en práctica fue muy escasa por la propia negativa de las empresas riesgosas a contratar este tipo de seguro.

Las alternativas para el tratamiento de los residuos orgánicos son los procesos biológicos y los térmicos<sup>11</sup>. Dada la composición de los RSUO, los tratamientos biológicos idóneos son el compostaje y la producción de biogás. Por otro lado, el proceso térmico que mejor se adecua a los RSUO es la combustión en plantas de incineración con recuperación de energía.

La emisión de gases de efecto invernadero es un elemento clave para la evaluación de las distintas alternativas, pues el cambio climático es uno de los ejes fundamentales de preocupación de la política ambiental comunitaria y mundial. Como podemos ver en la Tabla 2, el compostaje contribuye desfavorablemente al balance de gas invernadero (+0,34 a +1,29 toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> (Tm CO<sub>2</sub>-eq) por tonelada de materia orgánica seca (MOS) introducida en el proceso), pero en menor medida que el simple vertido (+0 a +10). Por su parte, la incineración y la producción de biogás mejoran el balance de gases de efecto invernadero.

**TABLA 2**  
**BALANCES DE GAS INVERNADERO DE LOS TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS**

	Balance neto de gas (Tm CO <sub>2</sub> - eq/ Tm MOS)
Compostaje de residuos biológicos	+0,34 a +1,29
Fermentación de residuos biológicos	-0,54 a -0,61
Combustión en plantas de incineración	-0,65
Vertido directo	+0 a +10

Fuente: WINTZER et al. (1996), en LUDWIG, L. (1998).

Otro elemento a evaluar por su impacto en el medio ambiente es la destrucción de metales pesados y contaminantes orgánicos (como dioxinas y furanos). Los procesos biológicos no resultan muy apropiados para la eliminación de estos elementos. De aquí, que no se pueda realizar el compostaje a aquellos residuos orgánicos que presentan un alto contenido de sustancias contaminantes<sup>12</sup>, para los cuales la incineración podría ser un proceso apropiado. Ahora bien, los RSUO por su propia composición no presentan altos contenidos de estas sustancias contaminantes, resultando apropiados para el compostaje.

11. Para analizar las distintas alternativas idóneas para el tratamiento de los distintos residuos orgánicos, ver LUDWIG, L. (1998).

12. No se tratarán en planta productos hospitalarios, productos residuales en estado líquido, animales muertos etc.

Una ventaja medioambiental del compostaje es la producción de compost (abono orgánico) que puede mejorar la calidad y el contenido de nutrientes del suelo, mientras que la incineración implica la destrucción de materia orgánica que podría ser aprovechable. Por otro lado, una de las principales ventajas de la incineración es la elevada disminución del volumen de basuras, dejando sólo la fracción inerte, frente a los procesos biológicos que sólo consiguen una reducción de un 40 al 60%.

Finalmente, la comparación económica de los distintos procesos aparece en la Tabla 3, donde se recogen datos relativos a inversiones, costes de procesamiento (incluyendo la recogida y el transporte), ingresos y déficits por tonelada de materia orgánica tratada. Observamos que el compostaje es el proceso alternativo que requiere inversiones menos cuantiosas e implica menores déficits, seguido de la producción de biogás. Ahora bien, el déficit del proceso de incineración con recuperación de la energía cae significativamente cuando se tratan residuos con un alto contenido en madera (los residuos forestales y los restos agrícolas leñosos), ya que equivalen a una gran cantidad de energía.

**TABLA 3**  
**DATOS ECONÓMICOS DE LOS PROCESOS TECNOLÓGICOS**  
**ALTERNATIVOS AL VERTIDO DE LOS RSUO**

	Capacidad (1000t MF*/año)	Inversiones específicas (ECU/t MF/año)	Costes de procesamiento (ECU/t MF)	Ingresos (ECU/t MF)	Déficits (ECU/t MF)
Compostaje de residuos biológicos	6-50	290-730	160-300	-8 a +8	560-1110
Producción de biogás	10-30	470-790	170-300	9-17	570-1080
Combustión en plantas de incineración	100-200	Residuos biológicos 730-940	200-340	-30	780-1250
	-	Materiales con alto contenido en madera	-	15	310-540
Vertido directo	-	No disponible	50-260	-	190-935

Fuente: WINTZER et al. 1996, en LUDWIG, L. (1998).

\* MF: Materia Orgánica Fresca.

De la comparación realizada entre los distintos procedimientos podemos concluir que para los RSUO los procesos biológicos son preferibles a la incineración. Los RSUO por su rápida descomposición biológica, equivalen a muy poca energía frente a aquellos residuos más leñosos. De ahí que el mejor uso que se le puede dar a los RSUO sea su transformación en abono orgánico para que contribuyan al desarrollo de la cubierta vegetal y a la mejora de la productividad de los suelos.

Hay distintas clases de compostaje, por lo que vamos a delimitar algo más el tratamiento alternativo a seleccionar. Existen, en principio, dos clasificaciones para los procesos de compostaje, una basada en la existencia o no de recogida selectiva, y la otra relativa a si el proceso se realiza en presencia o ausencia de aire.

La recogida selectiva en origen es un proceso gradual que tardará en consolidarse en la provincia de Sevilla, aún cuando para el año 2001 se establezca como obligatorio en los municipios españoles con más de 5.000 habitantes<sup>13</sup>, pues requiere una importante participación ciudadana voluntaria. De ahí, que nos centremos en plantas que realizan un proceso previo de separación de aquellos componentes de los RSU no aptos para el proceso de elaboración del compost. Sin embargo, tenemos que señalar que la separación en origen de la fracción orgánica no sólo mejorará el rendimiento de la planta de compostaje y la calidad de compost obtenido, sino que puede aconsejar realizar un proceso de compostaje anaerobio<sup>14</sup>.

Por otro lado, el compostaje puede realizarse por medio de fermentación aeróbica (en presencia de aire) y anaerobia (en ausencia de aire); ésta última produce compost y biogás<sup>15</sup>. Aunque la fermentación aeróbica no implica producción de biogás, presenta una serie de ventajas tales como un proceso de mecanización más sencillo y menos costoso, una mayor velocidad del proceso de fermentación, la desinfección de las sustancias tratadas etc., que han determinado un creciente interés en el compostaje aeróbico, especialmente cuando el principal protagonista es el compost.

A partir de aquí, cuando hablemos de compostaje haremos referencia al Proceso Estándar de Compostaje Aeróbico (Sistema PECA)<sup>16</sup> con separación en planta de la fracción orgánica de los RSU y con un vertedero controlado que emite gases de efecto invernadero. Con objeto de corregir este impacto ambiental negativo, y dado que la producción de energía a partir de los residuos orgánicos estará claramente apoyada por la próxima Directiva sobre vertido, consideramos que e.

13. Ley 11/1997, de 24 de Abril, de Envases y Residuos de envases (BOE 25 de Abril 1999).

14. El proceso de separación en origen ya se inició en 1985 en Witzenhausen (Alemania) acompañado de un proceso de compostaje anaerobio, el cual tuvo unos resultados muy positivos y ha determinado el uso extendido de esta forma de compostaje.

15. Si el biogás es el gran protagonista del proceso se requieren residuos de mayor poder energético que los domésticos.

16. Una información más detallada del Sistema PECA en CONTRERAS, J. 1995, pp. 201-202.

compostaje debería ir acompañado de la desgasificación de los residuos del vertedero (producción de biogás), como una primera fase para la posterior obtención de energía.

## 4.2. Universalidad e intensidad

La necesidad de limitar el vertido de los RSUO puede ser experimentada por ciudadanos de cualquier país, pero para nuestro análisis territorial establecemos como población de referencia a los habitantes de Sevilla. Más complejo es determinar el conjunto de habitantes de Sevilla que realmente manifiestan esa necesidad (universalidad) y la intensidad de la misma.

Tanto la universalidad como la intensidad aumentan a medida que descendemos del nivel nacional al ámbito regional y, finalmente al local. Así, en una encuesta realizada en 1996 por el Instituto de Estudios Sociales Avanzados de Andalucía, un 8,5% de los encuestados identificaban las basuras y residuos sólidos como uno de los tres principales problemas medioambientales de España, mientras que un 26,3% de los encuestados los consideraban como uno de los problemas medioambientales cruciales para su localidad<sup>17</sup>. Además, la sensibilidad hacia el problema de los RSU viene mediatizada por la actuación pública vía programas de concienciación, los cuales son fundamentales para la aceptación de otras medidas, como el aumento de las tasas a pagar por los ciudadanos en concepto de recogida y tratamiento de los residuos.

Dado que todos los habitantes de Sevilla generan residuos, y como la legislación medioambiental en materia de RSU, sobre la base del principio de *quien contamina paga*, establece objetivos a cumplir por todos los ciudadanos, la universalidad podríamos equipararla a la población de referencia. En este sentido, un ejemplo paradigmático de responsabilidad compartida es la transposición de la Directiva 94/62/CEE sobre envases y embalajes por la Ley 11/1997, de 24 de abril de envases y residuos de embalajes<sup>18</sup>. Esta Ley permite introducir en los procesos de producción y consumo los costes de eliminación de éstos residuos. Con relación a los RSUO, como tendremos ocasión de analizar en el siguiente apartado, la mencionada Propuesta de Directiva del Consejo relativa al vertido de residuos establece objetivos concretos de reducción del vertido que afectarán a todos los españoles.

---

17. Medio Ambiente en Andalucía. Informe de 1996, pp. 372-373.

18. Un mayor detalle de los términos de la corresponsabilidad entre los productores y los consumidores en CACHÓN, L. (1998), pp. 214-217.

### 4.3. La demanda potencial

Aunque analizaremos las necesidades de compost atendiendo a sus múltiples aplicaciones, a la hora de cuantificar la demanda potencial de compostaje, consideraremos, en primer lugar, los objetivos específicos que se derivan de la mencionada Propuesta Comunitaria relativa al vertido de residuos.

#### 4.3.1. *Las metas de la Propuesta Comunitaria de 1999 sobre reducción del vertido de los residuos municipales biodegradables*

En la medida en que el vertido de residuos no contribuye a la recogida selectiva ni a la prevención y valorización de residuos, y en respuesta a las propias quejas de los Estados miembros sobre los serios problemas que plantean los vertederos<sup>19</sup>, la Propuesta establece metas de reducción del vertido para los residuos municipales biodegradables<sup>20</sup>. Se incluyen como opciones más interesantes el reciclado, el compostaje y la biogasificación o valorización de materiales energéticos.

El artículo 5 de la Propuesta establece una reducción gradual del vertido de residuos urbanos biodegradables a lo largo de un período de quince años después de la fecha a la que se refiere el apartado 1 del artículo 18<sup>21</sup>. Los compromisos marcados a los Estados miembros son: que hayan reducido el vertido al 75% transcurridos cinco años, al 50% tras los primeros ocho años y al 25% finalizado el plazo establecido de quince años. Las metas de reducción se fijarán en relación con la cantidad total en peso de residuos urbanos biodegradables producidos en 1995, o en el último año anterior a 1995 para el que se disponga de datos normalizados de EUROSTAT<sup>22</sup>.

Los objetivos de reducción afectan tanto al componente orgánico de los residuos sólidos urbanos (RSUO) como a los lodos de depuradora. Respecto a estos últimos está prohibido que sean depositados en vertederos, pero se admite su vertido al suelo con fines fertilizantes. Sin embargo, dada las distintas características de los residuos orgánicos líquidos, hemos creído prudente delimitar nuestro yaci-

---

19. Un caso extremo recogido en la mencionada Propuesta comunitaria es el derrumbamiento de 100.000 Tm de residuos el 10 de Septiembre de 1996 por la ladera de un vertedero municipal de La Coruña, el cual provocó un muerto y una grave amenaza de contaminación para el mar próximo y los habitantes de la ciudad.

20. A diferencia de la Propuesta anterior (COM 97/105), la actual (COM 99/ 116) estima que la reducción de vertido no debería limitarse a los residuos municipales, sino que los Estados miembros deberían elaborar un plan nacional para reducir todos los residuos biodegradables que se destinan a vertedero. Ahora bien, sólo se establece el carácter de obligatorio a los objetivos sobre residuos municipales biodegradables.

21. Dos años después de la entrada en vigor de la Directiva.

22. El compromiso marcado a los Estados miembros en la Propuesta de 1997 era reducir el vertido de residuos urbanos biodegradables al 75% en el 2002, al 50% en el 2005 y al 25% en el 2010, en relación con la cantidad total en peso de residuos urbanos biodegradables producidos en 1993.

miento de empleo a los RSUO. A continuación, trataremos de aplicar los compromisos marcados de reducción a los RSUO generados en Sevilla.

Bajo el principio de subsidiariedad, el gobierno español atenderá a las condiciones locales a la hora de cumplir las metas establecidas. En nuestro análisis, basándonos en el principio de responsabilidad compartida y estableciendo como marco temporal el 2009, vamos a fijar para Sevilla un objetivo de evitar el vertido del 50% del total de RSUO generados en la provincia en 1995.

Dentro de los RSUO se incluyen el papel, el cartón y la materia orgánica propiamente dicha. Sin embargo, la fracción de papel y cartón no la vamos a considerar porque ya en 1990 su tasa de recuperación en España superaba el 50%, situándose a la cabeza de los Estados Miembros (la media comunitaria para dicho año se situaba en el 36,2%). Además, la tasa de recuperación en los últimos años ha seguido creciendo incluso a un mayor ritmo que el consumo de papel y cartón usados<sup>23</sup>.

En 1995 se generaron 504.871 toneladas de RSU<sup>24</sup> y la materia orgánica significaba el 39,84%<sup>25</sup>, generándose 201.141 Tm de RSUO. Si atendemos al objetivo de reducción del 50% del vertido, las toneladas a tratar en el proceso de compostaje aerobio serían 100.570,5.

Aunque hemos cuantificado la demanda potencial en base a las metas de reducción de la Propuesta Comunitaria, vamos a aproximarnos al potencial del mercado del compostaje en Sevilla con objeto de matizar la cifra obtenida de 100.570 Tm.

#### **4.3.2. El mercado del compost**

Para determinar el mercado del compost hay que analizar sus posibles aplicaciones. El compost tiene tres importantes usos complementarios (Tabla 4): poner nutrientes a disposición del suelo (abono), enmienda orgánica y servir de soporte de los cultivos (sustrato). Éstas propiedades han propiciado su utilización en la agricultura desde comienzos de los años sesenta, cuando se inicia en España la tradición del compostaje.

En sus inicios el compostaje era un proceso viable económicamente. Sin embargo, a principios de los años setenta el uso del abono orgánico fue desplazado por la gran difusión de fertilizantes químicos. Hoy en día se ha puesto de manifiesto que el uso abusivo de abonos químicos tiene un impacto ambiental negativo. De ahí, que las administraciones públicas promuevan cada vez más iniciativas en favor de una agricultura sostenible.

23. Medio Ambiente en Andalucía. Informe de 1997, p. 63.

24. Medio Ambiente en Andalucía. Informe de 1995, p. 343.

25. Medio Ambiente en Andalucía. Informe de 1995, p. 350.

**TABLA 4**  
**POSIBLES APLICACIONES DEL COMPOST**

Uso agrícola	Uso forestal	Otros usos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivos extensivos               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remolacha azucarera</li> <li>- Cereal</li> </ul> </li> <li>• Otros cultivos               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Viñedo</li> <li>- Olivar</li> <li>- Arroz</li> <li>- Cítricos y frutales</li> <li>- Plataneras</li> <li>- Cultivos de champiñón</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforestación de zonas áridas</li> <li>• Recuperación de zonas forestales quemadas</li> <li>• Creación de suelos de uso agroforestal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obras públicas</li> <li>• Superficies para ocio</li> <li>• Cobertura de vertederos</li> <li>• Material de filtrado para reducir los malos olores</li> <li>• Jardinería privada y municipal</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutrición animal</li> </ul>		

Fuente: SEOANEZ, M. (1995), CONTRERAS, J. (1995) y elaboración propia.

Acabamos de apuntar que el uso del compost como abono está claramente limitado por la gran variedad de fertilizantes químicos existentes, a los que no puede sustituir. No obstante, hay experiencias positivas que muestran que la aplicación de compost a la tierra reduce considerablemente la necesidad de sustancias químicas. Así, existen estudios que demuestran que, dosis de unas 30 Tm/Ha, inducen incrementos de producción de hasta el 40% sobre valores testigos, persistiendo en el terreno hasta tres años (BERBEL, J. 1999, p. 44).

Por otro lado, el empleo de compost como enmienda orgánica es especialmente relevante para España, donde está generalizado el déficit de materia orgánica. Por ejemplo, en muchas zonas de nuestro país el suelo no posee más del 1% de materia orgánica, cuando se considera un 2% como mínimo aceptable y un 3-4% como deseable. Un estudio encargado por el MOPU en 1980, concluía que para alcanzar esos niveles mínimos del 2% se necesitarían 232 millones de Tm. anuales de materia orgánica. Frente a esta necesidad sólo se cuenta con 12 millones de Tm. procedentes de estiércol, 36 millones de Tm. de materia orgánica seca procedente de residuos industriales y agrícolas y 1,6 millones de Tm. procedentes de los 4 millones de compost que se obtendrían en caso de que se aprovechara la mayor parte de los RSU (aproximadamente el 25% de los RSU se recuperarían en forma de compost)<sup>26</sup>.

26. GIL, R. y EBRIAN, M. (1998) y BERBEL, J. (1999).

De este estudio resulta evidente que las cantidades generadas de materia orgánica están lejos de cubrir las necesidades planteadas. Estas conclusiones no son exclusivas para el caso Español, poniéndose también de manifiesto en un estudio llevado a cabo en Francia (GILOUX, P. 1996).

Además de las aplicaciones agrícolas, el compost tiene diversos usos forestales, entre los que podemos destacar la reforestación de superficies quemadas y de tierras de cultivo abandonadas. Las actividades forestales amplían considerablemente el mercado potencial del compost, pues existe una clara apuesta por la reforestación desde instancias regionales, nacionales y comunitarias. Así, en Andalucía se ha prorrogado el Programa de Forestación (1993-1997) hasta el 2001, con una superficie aprobada de 100.000 hectáreas. La reforestación de tierras agrarias es especialmente positiva para la región, pues se trata de una actividad generadora de numerosos jornales, estimándose alrededor de 10 puestos por hectárea (CANDEL, R. 1999, p. 20).

El aumento del tiempo de ocio también dinamiza el mercado del compost, pues aumenta la demanda de espacios verdes (parques, jardines etc.) y de zonas de deporte. Las propiedades del compost como sustrato son especialmente atractivas para las plantas destinadas a jardinería, y para los viveros forestales. Por último, otras posibles vías de utilización de compost son la construcción de carreteras, de autopistas y de urbanizaciones; la cobertura de vertederos, reduciendo al mismo tiempo los malos olores, etc.

Dada la amplia gama de posibles aplicaciones del compost (Tabla 4), que no hemos presentado de forma exhaustiva, podríamos pensar que el compost siempre puede encontrar salida en el mercado. Sin embargo, como veremos en el apartado siguiente, relativo a las dificultades de conversión de la demanda potencial en efectiva, la comercialización de este producto es muy compleja.

A continuación, de las múltiples aplicaciones agrícolas y forestales del compost vamos a aproximarnos, para el caso de Sevilla, a las necesidades de materia orgánica que se derivarían de la reposición de la cantidad consumida por las cosechas.

Las cosechas consumen de 2 a 5 Tm. de materia orgánica por hectárea y año (GIL, R. y EBRIAN, M. 1998, p. 55). Si consideramos que por término medio se han de reponer 3,5 Tm. por Ha al año, y la superficie cultivada en Sevilla comprende 933.874 Ha.<sup>27</sup>, se necesitarían alrededor de 3,268.559 Tm. de materia orgánica. Por otro lado, si todos los RSU generados en Sevilla en 1997 se trataran para la producción de compost, se obtendrían alrededor de 153.952 Tm. de compost, que equivaldrían a 61.580 Tm. de materia orgánica<sup>28</sup> frente a las 3,268.559 toneladas necesarias.

27. Dato relativo a 1995 obtenido del Anuario de Estadística Agraria de 1997.

28. La tasa de recuperación de los RSU bajo la forma de compost suele ser del 20 al 25%, y el contenido de materia orgánica de un compost urbano de buena calidad se puede situar entorno al 40% (NAVARRO, J. et al. 1995, p. 72).

Existe otra fuente de materia orgánica de gran tradición, como es el estiércol. En la Tabla 5 aparece la distribución de la producción, sumando un total de 2.873.000 toneladas<sup>29</sup>. El contenido de materia orgánica del estiércol se puede situar alrededor del 40%, por lo que resulta igualmente insuficiente en relación con los requerimientos señalados.

Dadas las múltiples aplicaciones del compost y las grandes necesidades existentes, de las que la reposición de materia orgánica consumida por las cosechas es sólo un ejemplo, se requiere el compostaje de todos los RSUO generados en Sevilla. La demanda potencial de compost existente supera claramente las toneladas a tratar en relación con la Propuesta Comunitaria.

**TABLA 5**  
**ESTIÉRCOL PRODUCIDO EN LA PROVINCIA DE SEVILLA (MILES DE TM.)**

Bovino	Ovino	Caprino	Porcino	Equino	Aves	Conejos	Total
1.245,00	416,00	223,00	705,00	226,00	55,00	3,00	<b>2.873,00</b>

Fuente: Anuario de Estadística Agraria de 1997.

#### **4.3.3. Dificultades para la conversión de la demanda potencial en efectiva**

Acabamos de ver que la cantidad de compost procedente de tratar todos los RSUO es ridícula en relación con la necesidad de materia orgánica que habíamos definido, y parecería lógico que resultara fácil dar salida al compost. Sin embargo, la realidad no es ésta, demandándose un papel muy activo de los promotores, fundamentalmente públicos, para la conversión de la demanda potencial en efectiva.

Las dificultades para aumentar el consumo de compost se derivan de la ya mencionada falta de especificidad, junto a la estacionalidad de la demanda y las limitaciones de la oferta, que está sujeta a las toneladas de RSUO que se traten.

Uno de los principales problemas en la comercialización del compost es su desconocimiento, unido a la aparición de productos orgánicos de mala calidad que se asocian al compost y han originado cierta aversión al mismo. La falta de definición del mercado afecta tanto a las cualidades del compost obtenido como a las necesidades de los demandantes. Éstas están en función del destino del compost, de las distintas propiedades y características de los suelos y de la climatología.

Un compost y un sistema de aplicación no apropiados, pueden tener un impacto medioambiental tan negativo o más, que el uso abusivo de abonos químicos. De

29. Anuario de Estadística Agraria de 1997, p. 505.

aquí, que una política fundamental para dinamizar este mercado sea garantizar la calidad, no sólo a través de la normativa correspondiente y emisión de certificados de calidad<sup>30</sup>, sino también promoviendo la recogida selectiva en origen. Ésta última es imprescindible, pues uno de los determinantes del rechazo del compost es la presencia de materiales inertes (plásticos, vidrios...) y de contaminantes químicos<sup>31</sup>.

Otros elementos dinamizadores son la provisión de información sobre las posibles aplicaciones del compost y sobre la materialización de experiencias pilotos en distintos cultivos. Existen interesantes experiencias en los Estados Unidos y Reino Unido del uso de compost para cubrir las necesidades nutritivas del suelo. Los resultados han sido muy positivos, minimizándose los requerimientos de abonos inorgánicos y mejorando las características de las plantas en peso, altura y rendimiento en relación con el mismo cultivo sin añadir fertilización orgánica (NAVARRO, J. et al. 1995, p. 25 y 73).

Una medida compleja por su contenido cultural y educacional, pero insustituible, es concienciar a los ciudadanos sobre la necesidad de contribuir a la mejora de la calidad ambiental. Esta medida junto a la extensión de la agricultura ecológica y sostenible, claramente promovida por el V Programa de Acción Europeo en Materia de Medio Ambiente, abre un camino a la comercialización de un compost de alta calidad.

Otra dificultad adicional del mercado del compost es que el precio de venta, transporte y aplicación puede resultar poco atractivo para los agricultores en relación con los precios de los fertilizantes químicos<sup>32</sup>. Esto se explica porque el compost contiene bajo contenido en nutrientes, lo que difícilmente permite la sustitución plena de los fertilizantes químicos. Además, su riqueza en materia orgánica y en oligoelementos es difícil de valorar económicamente.

Actualmente existe una subvención implícita al precio del compost, consistente en que el agricultor pague un precio en planta equiparable al coste del proceso de compostaje, sin incluir los costes de separación de la materia orgánica de los RSU<sup>33</sup>. Éstos últimos se financian con las tasas pagadas por la Mancomunidad correspondiente. A pesar de la subvención, el precio resultante sigue siendo alto y

---

30. Francia, uno de los países europeos con gran tradición en compostaje, ya en el año 1986 emitía certificados de calidad de compost de acuerdo a la Reglamentación Técnica de las normas A.F.N.O.R. francesas.

31. Existen numerosas experiencias que demuestran la reducción de sustancias contaminantes presentes en el compost obtenido a partir de un proceso previo de separación en origen. Como ejemplo está el proyecto del contenedor verde en Hamburgo-Harburg, cuyos resultados pueden verse en KROGMANN, U. (1996).

32. La experiencia comercializadora de ABORGASE (empresa privada que explota la única planta de reciclaje-compostaje existente en Sevilla, Montemarta-Cónica) demuestra que un precio, en planta, de 3.000 pesetas por tonelada de compost fino, puede ser admisible para cultivos razonablemente cercanos a la planta y de alto valor añadido. En este sentido, en el viñedo ha sido donde más compost se ha vendido, principalmente por su contribución a la prevención de la erosión del suelo.

33. El coste medio de salida de planta de un compost de calidad, suponiendo que los RSUO se aportan a coste cero, está en torno a 2,4-3 ptas./kg. RENKWOOD et al. (1994) en BERBEL, J. (1999), p. 49.

sólo es rentable su utilización en cultivos de alto valor añadido, como hortícolas, frutales o viña. Sin embargo, una subvención mayor podría ser perjudicial para la valoración del compost (MANTE I BARTRA, X. 1995, p.79).

Otra medida para alcanzar precios más admisibles es mejorar el rendimiento del proceso tecnológico de producción de compost. En este sentido, la recogida selectiva jugaría un papel fundamental. Al mismo tiempo, se podría aumentar el valor añadido del compost complementándolo con nutrientes o mezclándolo con otros restos orgánicos procedentes de actividades agrícolas y forestales, transportándolo e incorporándolo a la tierra, ofreciendo análisis especializados de las características de los suelos, con los posteriores consejos sobre la política de fertilización a seguir por el agricultor, etc.

A modo de conclusión de este apartado, quisiéramos subrayar que, aunque las necesidades de compost demandarían el tratamiento de todos los RSU aptos, la comercialización es un problema complejo que requeriría un estudio local o por sectores.

#### 4.4. Evaluación de la oferta disponible

La gestión de los RSU es competencia de las Entidades Locales<sup>34</sup>, tratándose por tanto de una oferta de naturaleza pública y local. Ante la necesidad de adecuarse a las nuevas legislaciones medioambientales nacionales y comunitarias, las Entidades Locales tienen que hacer frente a importantes innovaciones en la gestión de los residuos, que requieren recursos económicos adicionales. Los municipios, conscientes del incremento de costes, plantean la necesidad de analizar el coste real del servicio de gestión de residuos y la posterior elaboración de una ordenanza fiscal de tasas que cubran los verdaderos costes. Esta medida permitiría que los ciudadanos percibieran el verdadero coste de la provisión del servicio, pero sería de difícil aceptación para los mismos. Por otro lado, con objeto de mejorar la relación coste-eficacia en la prestación del servicio, las Entidades Locales se asocian en Mancomunidades y Consorcios.

En Sevilla existe una sola planta de compostaje<sup>35</sup>, la planta de reciclaje-compostaje Montemarta-Cónica. Esta planta, que empezó a funcionar en 1997, es explotada por la empresa privada ABORGASE, y recibe los RSU procedentes de los municipios que constituyen la Mancomunidad Los Alcores y la Mancomunidad de residuos Guadalquivir<sup>36</sup> (Unidad Territorial de Gestión nº 2), que agrupan

34. Como se recoge en el artículo 25 de la Ley 7/1985, reguladora de las Bases de Régimen Local.

35. IEA. Anuario Estadístico de Andalucía 1998, p. 55.

36. Estos municipios son: Sevilla, Dos Hermanas, Alcalá de Guadaíra, Carmona, Viso del Alcor, Mairena del Alcor, Puebla del Río, Coria del Río, Almensilla, Bollullos de la Mitación, Bormujos, Gelves, Mairena del Aljarafe, S. Juan de Aznalfarache, Palomares del Río, Tomares, Pilas, Aznalcázar, Villamanrique de la Condesa, Villafranco del Guadalquivir, Benacazón, Castilleja de la Cuesta, Sánlúcar la Mayor, Olivares, Villanueva del Ariscal, Salteras,

el 60% de la población provincial. La planta puede llegar a tratar más de 1.200 Tm/día. En concreto, en 1.997 alrededor de 438.000 Tm de RSU eran tratadas en la planta. El porcentaje de materia orgánica en los RSU generados en Sevilla está alrededor del 50% (GÓMEZ, URÍAS, F. 1999, p. 19). Así, las toneladas de RSUO tratadas estarían alrededor de 219.000 Tm.

En el proceso de producción de compost se generan rechazos de materia orgánica. De ahí que las toneladas de compost resultantes sean significativamente menores que las toneladas de RSUO tratadas. Se estima que, dada la capacidad y definición de la planta, se podrían obtener alrededor de 108.000 Tm. de compost, o lo que es lo mismo, aproximadamente el 24,6% de los RSU tratados en la planta se recuperarían en forma de compost<sup>37</sup>. Cifra que se reduce en la medida que se produzcan mayores cantidades de compost fino. Además, el nivel de recuperación sería muy superior si en el origen se realizara una recogida selectiva y, sobre todo, si los precios que se alcanzaran fueran más elevados.

Los rechazos de materia orgánica, junto a los rechazos procedentes de otros productos biodegradables acaban en el vertedero controlado, y al descomponerse emiten gases de efecto invernadero. Cuando establecimos el compostaje como proceso alternativo al vertido subrayamos la necesidad de desgasificar los residuos del vertedero como una primera fase para la posterior obtención de energía eléctrica destinada al autoabastecimiento y venta a centrales eléctricas. En este sentido, la empresa ABORGASE está efectuando la desgasificación de la masa de residuos, obteniendo una importante cantidad de biogás de unos 20 pozos de explotación. Actualmente las instalaciones necesarias para la transformación del biogás en energía eléctrica no existen y dicho biogás se quema. Sin embargo, en la obtención y comercialización de energía eléctrica existe una interesante actividad económica que debería ser explorada (DOMÍNGUEZ, A. 1998).

#### 4.5. Determinación de la demanda insatisfecha

En el apartado anterior establecimos que la demanda potencial de compost requiere que se traten en planta de compostaje todos los RSU generados en Sevilla, de modo que se separe la fracción orgánica y ésta se pueda aprovechar al máximo para la obtención de compost.

Por otro lado, cuando analizamos la oferta vimos que en la única planta de compostaje existente en Sevilla se tratan alrededor de 438.000 Tm/año de RSU. Si establecemos un marco temporal de cuatro años (1999-2002), y suponemos que

---

Espartinas, Albaida del Aljarafe, Gines, Umbrete, Valencina de la Concepción, Castilleja de Guzmán, Santiponce, Camas y Utrera.

37. Estimación realizada por la empresa EGMASA (Empresa de Gestión Medioambiental encargada del diseño y construcción de la planta de reciclaje-compostaje Montemarta-Cónica).

los RSU generados aumentan a una tasa anual del 7,5%<sup>38</sup>, los RSU a tratar serían alrededor de 884.000 Tm en el 2002. La demanda insatisfecha vendría dada por la diferencia entre la oferta efectiva de compostaje y la demanda potencial de compostaje, que en nuestro caso se materializaría en el tratamiento adicional de unas 446.000 Tm (Tabla 6).

**TABLA 6**  
**APROXIMACIÓN CUANTITATIVA AL CÁLCULO DE LA DEMANDA**  
**INSATISFECHA**

	Tm de RSU tratadas en plantas de compostaje	
	Sevilla	Andalucía
Demanda potencial*	884.000 <sup>39</sup>	4,117.446
Oferta efectiva**	438.000	628.962
<b>Demanda insatisfecha</b>	<b>446.000</b>	<b>3,488.484</b>

\* Se demanda el tratamiento de todos los RSU generados, y suponemos un marco temporal de cuatro años (1999-2002) junto a una tasa de crecimiento de los RSU del 7,5%.

\*\* La oferta efectiva se refiere a datos de 1997. Suponemos que la capacidad de tratamiento no ha variado significativamente de 1997 a 1999.

Podríamos pensar que para cubrir la demanda insatisfecha de compostaje se podría simplemente ampliar la capacidad de la planta de compostaje existente en Sevilla. Ahora bien, como la dimensión y las posibilidades de ampliación de la planta están calculadas atendiendo a un estudio sobre la evolución futura de los RSU generados por aquellos municipios que entran en su ámbito, creemos que las economías de escala son suficientemente explotadas por medio de estaciones de transferencia.

Rechazada la posibilidad de ampliar la capacidad de la única planta existente, nos planteamos si es conveniente construir una sola planta adicional o varias de menor dimensión. A la hora de cuantificar los puestos de trabajo derivados de la provisión de la demanda insatisfecha, supondremos que se construye sólo una, donde se aprovechen las economías de escala. Sin embargo, la actual ordenación de los municipios en distintas Mancomunidades y Consorcios con competencias

38. Los RSU generados en Sevilla aumentaron en el 7,5% de 1996 a 1997 (por debajo de la tasa de crecimiento andaluz, que fue del 13% para el mismo período). Sin embargo, somos conscientes de que esta tasa puede ir disminuyendo, gradualmente, en la medida que la política medioambiental vaya dando sus frutos. En este sentido pensamos que la Ley 11/1997 de 24 de abril de Envases y Residuos de Envase puede jugar un papel relevante.

39. Realizando una interpolación entre el ratio actual y el ratio facilitado por la Consejería de Medio Ambiente para el año 2015 (en función del tamaño del municipio), el Plan Director de Gestión de RSU de la Provincia de Sevilla prevé la generación de 870.556 Tm. de RSU para el 2002. Sin embargo, no hemos utilizado este dato porque no disponemos de la información necesaria para realizar una estimación paralela en Andalucía.

en gestión de los RSU precisa la creación de varias plantas. Otro factor favorable a la puesta en funcionamiento de varios centros de reciclaje-compostaje es que facilita la comercialización del compost en un área cercana a las plantas, evitándose que los costes del transporte hagan no rentable su aplicación<sup>40</sup>.

El escenario que establece el Plan Director de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos de la Provincia de Sevilla prevé para el año 2002 la existencia de cinco plantas, cuatro de ellas de nueva creación (Tabla 7). Las nuevas plantas tratarán alrededor de 191.000 toneladas adicionales de RSU (residuos domésticos y asimilados). La distribución de las plantas entre las cuatro Unidades Territoriales de Gestión (UTG) en las que se divide el territorio provincial será como sigue

- En la UTG número uno, que comprende la Mancomunidad de la Sierra Norte, Comarca de la Sierra Norte Occidental, Mancomunidad de Servicios La Vega y Mancomunidad de la Vega Alta, se localizará una planta de nueva creación.
- En la UTG número dos, formada por la Mancomunidad los Alcores y la Mancomunidad Aljarafe, continuará funcionando la planta Montemarta-Cónica
- En la UTG número tres, donde la delegación de competencia por los municipios en relación a la gestión de los residuos recae en los Consorcios de El Barrero y de las Cabezas, Lebrija y El Cuervo, se prevé la puesta en marcha de una nueva planta.
- En la UGT número cuatro, que engloba la Mancomunidad Campiña 2000 Mancomunidad Comarca de Écija, Mancomunidad de la Comarca de Estepa, Mancomunidad de la Sierra Sur y Mancomunidad El Peñón, funcionarán dos nuevas plantas de reciclaje compostaje.

**TABLA 7**  
**NUEVAS PLANTAS DE RECICLAJE-COMPOSTAJE PREVISTAS**  
**PARA EL 2002 EN LA PROVINCIA DE SEVILLA**

UTG	Municipio	Tm de RSU tratadas
UTG nº. 1	Alcalá del Río	68.000
UTG nº. 2	Utrera	56.000
UTG nº. 3	Estepa	25.000
UTG nº. 4	Marchena	42.000
<b>TOTAL</b>	-	<b>191.000</b>

Fuente: GÓMEZ URÍAS, F. (1999), y Plan Director Territorial de Gestión de RSU de Andalucía (Anteproyecto).

40. Se estima que el compost es difícilmente competitivo en precios superados los 50 km de distancia a la planta de compostaje. BERBEL, J. (1999), p. 49.

#### 4.6. Aproximación a la cuantificación de los puestos de trabajo a crear

Las plantas de compostaje desde una perspectiva industrial son empresas medianas de transformación y básicas. Como industrias básicas suministran productos recuperados, mientras que la elaboración de compost las caracteriza como industrias de transformación.

La cuantificación del empleo a crear no es tarea fácil, no tanto por el cálculo del empleo para la elaboración del compost, sino por la determinación del empleo requerido por la actividad comercializadora y de aplicación del mismo. A continuación trataremos de aproximarnos a los puestos directos de elaboración del compost atendiendo a proyectos de ingeniería para la construcción de plantas de compostaje aeróbico con las características ya mencionadas.

Se calcula que para una planta de compostaje que trate 200 Tm/día de RSU con un funcionamiento de 24 horas, se crearían 20 puestos directos en planta: en la nave de recepción y triaje se necesitarían 8 operarios, en la nave de fermentación de materia orgánica, almacenamiento de productos inertes recuperados y oficinas se crearían 8 puestos, 1 operario para el transporte a vertedero de los contenedores de rechazo y dos guardas jurados (BORRAS, R. 1994, p. 54-56).

La cifra de empleo se reduciría con el aprovechamiento de las economías de escala. Así, EGMASA, empresa constructora de la planta de compostaje-reciclaje de Montemarta-Cónica, define una plantilla óptima de 108 trabajadores para una capacidad de tratamiento de 1.200 Tm/día, lo que equivaldría a unos 18 trabajadores cada 200 Tm/día tratadas. El número de trabajadores se reduciría también si la planta la gestiona una empresa privada que vea peligrar sus beneficios por la escasa rentabilidad de los productos recuperados o por la insuficiente tasa que reciben por tonelada de RSU tratada. Esta pérdida de empleo se traduce en un aumento de los rechazos que van al vertedero, disminuyendo la vida del mismo, y en una menor calidad del compost obtenido.

Aunque resulta evidente que establecer una relación entre toneladas a tratar y puestos de trabajo es algo atrevido, en un intento de aproximarnos al empleo necesario para la elaboración del compost, vamos a suponer que se requieren 18 puestos cada 200 Tm/día tratadas.

En el apartado anterior establecimos que para satisfacer la demanda insatisfecha habría que tratar 446.000 Tm/año de RSU adicionales para el horizonte temporal del 2002. Aplicando el supuesto de 18 trabajadores cada 200 Tm tratadas se obtendrían alrededor de 111 puestos de trabajo. Además de las matizaciones ya hechas acerca del carácter aproximativo de las cifras obtenidas, hay que señalar que el incremento del empleo en planta será menor en la medida que la recogida selectiva en origen siga progresando, pues en la actualidad un amplio porcentaje del empleo creado se concentra en las actividades de recepción y separación de la fracción orgánica y de aquellos elementos recuperables.

Por otro lado, si optamos por la construcción de varios centros de compostaje-reciclaje frente a un solo centro de mayor capacidad, la generación de empleo será mayor. Así, el Plan Director de Gestión de RSU de la Provincia de Sevilla estima que la puesta en funcionamiento de las cuatro plantas aprobadas supondrá el tratamiento de 191.000 Tm adicionales y la creación de alrededor de 130 puestos de trabajo.

La transformación de los RSUO en compost es poco intensiva en mano de obra, pues se trata de una actividad altamente mecanizada y susceptible de mejoras importantes de productividad. Sin embargo, no podemos caracterizar a nuestro yacimiento de empleo sin antes valorar los puestos de trabajo que se crearían por la actividad comercializadora y de aplicación del compost. Ahora bien, no es posible calcular el empleo que se generaría en este campo por la escasa dinamización que este mercado aún presenta; precisamente las oportunidades de empleo serán más cuantiosas en la medida que el mercado del compost sea rentable y tenga un mayor desarrollo.

Aunque hemos separado el cálculo de los recursos humanos destinados a la elaboración del compost de los empleos necesarios para la comercialización y aplicación del mismo, entendemos que el conjunto de dichos recursos ha de ser endógeno a la empresa, pues las tres actividades mencionadas están claramente integradas y requieren un personal conocedor del proceso que dote a la organización de la flexibilidad necesaria. En este sentido, nos parece que la polivalencia podría ser una buena política para hacer frente a la volatilidad de la demanda del compost. Así, si se producen cuellos de botella en la producción de compost se puede dedicar un mayor esfuerzo a otras actividades, por ejemplo la desgasificación de los residuos o la recuperación de otros materiales. Por otro lado, la polivalencia de los trabajadores también facilitaría el severo mantenimiento que el alto grado de mecanización de las plantas demanda. Finalmente, esta política de gestión de los recursos humanos al exigir más formación para los trabajadores aumentaría el grado de cualificación de la plantilla, y facilitaría la verdadera reinserción de los mismos. En caso contrario, ante la volatilidad de la demanda de compostaje y del compost, aquellos trabajadores poco cualificados encontrarían serias dificultades para permanecer activos.

## 5. VALORACIÓN FINAL DEL YACIMIENTO ANALIZADO

Nuestro análisis del potencial de empleo al reducir el vertido del componente orgánico de los residuos municipales, y su tratamiento alternativo en plantas de compostaje, concluye que los nuevos puestos brutos de trabajo destinados a la elaboración de compost serían alrededor de 111 para el caso de la provincia de Sevilla. Si observamos la Tabla 8, que nos muestra qué porcentaje de los RSU se

vierte y el porcentaje que se trata por algún procedimiento alternativo para 1 distintas provincias andaluzas en 1997, es evidente que el potencial de empleo sei mayor en otras provincias. Así, mientras en Sevilla más del 70% de los RSU er tratados en plantas de compostaje, en Almería, Córdoba, Jaén y Málaga este pc centaje es del 0%.

En 1997 se generaron en Andalucía 2,868.043 Tm de RSU, de las cuales só el 21,93% fueron tratados en plantas de compostaje (628.962 Tm). Si realizam una extrapolación para Andalucía a partir de los datos obtenidos para la provinc de Sevilla, manteniendo los supuestos establecidos para la demanda potencial y cálculo de los empleos, se obtiene que se crearían en Andalucía algo más de 8' puestos adicionales para la elaboración de compost (ver la Tabla 6 relativa al cá culo de la demanda insatisfecha).

**TABLA 8**  
**GENERACIÓN Y TRATAMIENTO DE RSU EN ANDALUCÍA 1997**

Provincia	GENERACIÓN TOTAL	Vertido	COMPOSTAJE	Vertido incontrolado
Almería	249.326	82,16	0,00	17,84
Cádiz	494.701	80,40	8,48	11,46
Córdoba	282.526	100,00	0,00	0,00
Granada	202.730	37,85	19,31	42,84
Huelva	195.789	29,58	51,88	18,54
Jaén	226.797	79,42	0,00	20,58
Málaga	600.366	67,67	0,00	32,33
<b>SEVILLA</b>	<b>615.808</b>	<b>20,81</b>	<b>72,49</b>	<b>6,70</b>
<b>ANDALUCÍA</b>	<b>2,868.043</b>	<b>64,55</b>	<b>21,93</b>	<b>17,62</b>

Generación de residuos en Tm/año. Tratamiento de residuos en porcentaje.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 1998. *Medio Ambiente en Andalucía / Informe 1997*.

Como ya hemos mencionado con anterioridad, el análisis de los puestos de tra bajo que pueden crearse para la elaboración del compost es sólo una parte de potencial del yacimiento. En este sentido, creemos que hay que profundizar en l puestos directos e indirectos necesarios para la comercialización y aplicación d compost. Además, existen otras vías de empleo relacionadas con la explotación d este yacimiento, que habría que analizar. Nos referimos al empleo ligado a l potenciación de industrias de reciclaje en torno a las plantas de tratamiento; a acondicionamiento y sellado de vertederos; a las plantas de transferencia y a l recogida selectiva de los RSU.

Por otro lado, el estudio realizado podría extenderse a aquella fracción mayoritaria de residuos orgánicos no urbanos, seleccionando los tratamientos tecnológicos alternativos para la prevención, valorización y eliminación que mejor se adecuen a sus características. Así lo aconseja la actual Propuesta de la Comisión Europea relativa al vertido de residuos (COM 99/116), que siendo más ambiciosa que la Propuesta anterior (COM 97/105), establece que los países no sólo deben reducir el vertido de los residuos municipales biodegradables, sino que además deben elaborar un plan nacional para reducir el vertido de todo tipo de residuos biodegradables. Esta ampliación de los objetivos responde a la consolidación de la filosofía del desarrollo sostenible, que es donde reside el origen de los yacimientos que se agrupan en el apartado de Medio Ambiente.

## 6. BIBLIOGRAFÍA, FUENTES ESTADÍSTICAS Y DOCUMENTALES

### 6.1. Bibliografía general

- CACHÓN, L. (1995). «Los nuevos yacimientos de empleo en España: una visión general», *Economía y Sociología del Trabajo*, nº. 29-30, pp. 124-138.
- CACHÓN, L. y FUNDACIÓN TOMILLO (1998). *Nuevos yacimientos de empleo en España: potencial de crecimiento y desarrollo futuro*, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Madrid.
- GÓMEZ OREA, D. (1997). *Yacimientos de empleo en la gestión ambiental*, Ed. Agrícola Española S.A., Madrid.
- JIMÉNEZ, E., BARREIRO, F. y SÁNCHEZ, J. (1998). *Los nuevos yacimientos de empleo. Los retos de la creación de empleo desde el territorio*, Fundación Círem, Barcelona.
- MARTÍN, E. (1994). «Posibilidades de empleo en el medio ambiente», *Revista del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente*, nº. 425.
- PALMA, L., MARTÍN, J.L. y GARCÍA, A. (1998). «Una aproximación metodológica para la detección de oportunidades de empleo. Aplicación al servicio de asistencia domiciliaria a la tercera edad en las ciudades de Sevilla y Marsella», *I Encuentro de Economía Aplicada*, Barcelona.

### 6.2. Bibliografía específica

- BARRERO, J. (1998). «Un tesoro de basura», *Revista de los Ministerios de Fomento y Medio Ambiente*, nº 462, marzo 1998.
- BARTOLINI, G. (1999). «El mercado de residuos. Aspectos metodológicos y prácticos», *IMU-Ingeniería Municipal*, febrero 1999.
- BERNAT, C. (1995). «Transporte y manejo de residuos urbanos, lodos de depuradora y compost», en FUNDACIÓN LA CAIXA (1995), pp. 55-60.
- BORRAS, R. (1994). *Planta de reciclado y compostaje de RSU*, Proyecto Fin de Carrera, Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Sevilla.

- CANDEL, R. (1999). «Una apuesta por la forestación en Andalucía», *Andalucía Ecológica*, nº 9, marzo 1999, pp. 18-20.
- CONTRERAS, J. (1995). «Aplicaciones en la producción de compost en la gestión de RSU: CIMAT. Residua 95. I Conferencia Internacional de Gestión de Residuos, Sevilla, 7 y 8 a noviembre de 1995.
- CUADROS GARCÍA, S. (1997). «Recursos de los residuos: iniciativas para la prevención, reutilización, reciclado y tratamiento», en GÓMEZ OREA, D. (1998), pp. 172-189.
- DOMINGEZ, A. (1998). *Estudios de viabilidad técnico-económico y proyecto de ejecución a una planta de generación eléctrica de biogás para el abastecimiento del vertedero controlado de RSU Montemarta-Cónica*, Proyecto Fin de Carrera, Universidad de Sevilla, Escuela Superior de Ingenieros.
- FELIPÓ, M.T. (1995). «Reutilización de residuos urbanos y posible contaminación», en FUNDACIÓN LA CAIXA (1995), pp. 27-36.
- FUNDACIÓN LA CAIXA (1995). *Gestión y utilización de residuos urbanos para la agricultura*, Aedos, Madrid.
- GARCÍA RAMOS, M. (1999). «Gestión integral de los RSU», *Residuos*, nº 41, pp. 21-24.
- GIL, R. y EBRIAN, M. (1998). «Estrategia de compostaje y comercialización de compost de fracción orgánica de RSU para Vitoria-Gasteiz», *Residuos*, nº 38, pp. 54-58.
- GILLOUX, P. (1996). «Finalidades del compostaje», *IMU-Ingeniería Municipal*, nº 106, pp. 39-40.
- GÓMEZ URÍAS, F. (1999). «El Plan Director de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos de I Provincia de Sevilla (I)», *Andalucía Ecológica*, nº 8, febrero, pp. 18-19.
- GÓMEZ URÍAS, F. (1999). «El Plan Director de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos de I Provincia de Sevilla (II)», *Andalucía Ecológica*, nº 9, marzo, pp. 32-33.
- KROGMANN, U. (1996). «Separación en origen y compostaje de los residuos», *IMU-Ingeniería Municipal*, nº 108, pp. 30-32.
- LUDWIG, L. (1998). «Tratamiento y uso ecológico de los residuos orgánicos», *The IPTS Report*, nº 22, pp. 19-27.
- MANTÉ, X. (1995). «Problemática del compost en la planta de tratamiento de RSU de Maresme», en FUNDACIÓN LA CAIXA (1995), pp. 75-79.
- MARTÍNEZ FARRÉ, F. (1995). «Posibles usos de los residuos urbanos en agricultura: abonamiento orgánico y sustrato de cultivo», en FUNDACIÓN LA CAIXA (1995), pp. 15-26.
- MEYLAN, G. (1995). «Concepto del compostaje en Ginebra, calidad de los compost producidos y valoración económica», FUNDACIÓN LA CAIXA (1995), pp. 97-102.
- NAVARRO, J. ET AL, (1995). *Residuos orgánicos y agricultura*, Universidad de Alicante Secretariado de Publicaciones.
- RODRÍGUEZ ELÍA, L.M. (1995). «La problemática de los residuos sólidos urbanos», FUNDACIÓN LA CAIXA (1995), pp. 87-90.
- SEOANEZ, M. (1995). *Ecología industrial: ingeniería medioambiental aplicada a la industria y a la empresa. Manual para responsables medioambientales*, Ediciones Mundi-Prensa.
- WIEMER, K. (1995). «Compost, biogás and energy production from municipal waste», *CIMAT Residua 95. I Conferencia Internacional de Gestión de Residuos*, Sevilla, 7 y 8 de noviembre de 1995.

### 6.3. Fuentes estadísticas y documentales

- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1993). *Crecimiento, competitividad y empleo. Retos y pistas para entrar en el siglo XXI. Libro Blanco*. COM (93) 700 final, Bruselas, 5 de diciembre de 1993.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1995). *Iniciativas locales de desarrollo y empleo. Encuesta en la Unión Europea*, Documento de Servicios, SEC 564 (95), marzo de 1995.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1997). *Propuesta de Directiva del Consejo relativa al vertido de residuos*, COM (97) 105, 5 de marzo de 1997.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1998). *Segundo informe sobre las iniciativas locales de desarrollo y de empleo. La era del empleo a medida*, Documento de Trabajo de los Servicios de la Comisión, SEC (98), 25 de enero de 1998.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, *Propuesta reexaminada de Directiva del Consejo relativo al vertido de residuos*, COM (99) 0116 final, 26 de marzo de 1999.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (1995). *Medio ambiente en Andalucía. Informe 1995*, Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (1997). *Medio ambiente en Andalucía. Informe 1997*, Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (1998). *Medio ambiente en Andalucía. Informe 1996*, Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.
- CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA (1996). *Directiva del Consejo relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación*, CE 96/61, 24 de septiembre de 1996.
- INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE ANDALUCÍA (1998). *Anuario Estadístico de Andalucía 1998*. Junta de Andalucía, Consejería de Economía y Hacienda.
- JUNTA DE ANDALUCÍA, CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (1999). «Anteproyecto de Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos de Andalucía», B.O.J.A. nº 22, 20.2.99.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1997). *Anuario de Estadística Agraria 1997*, Madrid.
- OCDE (1997). *Análisis de los resultados medioambientales*. España, OCDE, Francia.

## **ANEXO I: LEGISLACIÓN MEDIOAMBIENTAL RELEVANTE PARA EL ESTUDIO DEL YACIMIENTO: OBTENCIÓN DE COMPOST A PARTIR DEL COMPONENTE ORGÁNICO DE LOS RSU**

### **LEGISLACIÓN COMUNITARIA**

- Directiva del Consejo 75/442/CEE, de 15 de julio, relativa a residuos.
- Resolución del Consejo 90/C122/02, de 7 de mayo, sobre política de residuos.
- Directiva del Consejo 91/156/CEE, de 18 de marzo, que modifica la de 75/442.
- Decisión 94/3/CE, de 20-12-1994, que establece el catálogo europeo de residuos.
- Directiva Comunitaria 94/62/CEE, de 20 de diciembre, sobre envases.
- Decisión 96/350/CE, de 24 de mayo, por la que se adaptan los Anexos II A y II B de la Directiva 75/442/CEE.
- Directiva 96/61/CE, de 24 de septiembre, relativa a la contaminación.
- Resolución del Consejo de 24 de febrero de 1997 sobre una estrategia comunitaria de gestión de residuos.
- Propuesta de Directiva del Consejo, de 5-3-1997, relativa al vertido de residuos.
- Posición Común (CE) nº 49/98, de 4 de junio de 1998, con vistas a la adopción de una Directiva del Consejo relativa al vertido de residuos.

### **LEGISLACIÓN ESTATAL Y AUTONÓMICA**

- Ley 42/1975, de 19 de noviembre, sobre desechos y RSU (BOE 21-9-1975).
- Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las bases del régimen local (BOE 11 de junio de 1985).
- Real Decreto Legislativo 1163/1986, de 13 de junio, por el que se modifica la Ley 42/1975 (BOE 23 de junio de 1986).
- Ley 11/1987, de 26 de diciembre, Parlamento de Andalucía, reguladora de las relaciones entre la Comunidad Autónoma de Andalucía y las Diputaciones Provinciales de su territorio (BOJA 30 de Diciembre de 1987).
- Ley 7/1994, de 18 de mayo, del Parlamento de Andalucía, de protección ambiental (BOE 1 de julio de 1994).
- Decreto 283/1995, de 21 de noviembre, del Gobierno de la C.A. Andaluza, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía ( BOJA 19 de diciembre de 1995).
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases (BOE 25-4-1997).
- Real Decreto 1217/1997, de 18 de julio, sobre incineración de residuos peligrosos y de modificación del Real Decreto 1088/1992 sobre instalaciones de incineración de residuos municipales (BOE 8 de agosto de 1997).
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos (BOE 22 Abril de 1998).