

GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: ANÁLISIS ECONÓMICO

Dra. Emilia Untiveros Peñaloza

RESUMEN

En este trabajo se presenta un análisis de la gestión de residuos sólidos urbanos, desde una perspectiva económica. Se profundiza en los fallos de mercado que produce la generación y la gestión de los RSU. También se realiza un breve recorrido sobre los acontecimientos recientes y los cambios en los principios y las prácticas de gestión en el ámbito internacional.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos, fallos de mercado, políticas de incentivos, vertido, reciclaje.

1. INTRODUCCIÓN

El medio ambiente tiene tres funciones económicas fundamentales: como proveedor de factores productivos en forma de materiales o de energía, como fuente de servicios de ocio y bienestar (mejorando la calidad de vida, permitiendo el disfrute de parajes naturales, agua y aire limpios, etc.) y como sumidero de residuos generados por la actividad económica. En los años 70, las crisis del petróleo generaron una preocupación asociada principalmente a la primera función. Mientras el descubrimiento de nuevos yacimientos de recursos y el avance tecnológico fue mitigando en parte esta preocupación, el aumento de la contaminación en sus diversas formas suscitó un nuevo motivo de interés asociado con la segunda y tercera funciones, ambas directamente relacionadas con la calidad ambiental y, por tanto, con la generación y emisión de residuos al medio natural.

Un residuo es algo que carece de valor de uso, y por tanto, de valor de cambio. Más aún, como los desperdicios resultan molestos y estamos dispuestos a pagar para que nos libren de ellos, podemos concluir que tienen un valor negativo, es decir, son un mal. En este artículo, nos centramos en un tipo concreto de residuos: los residuos sólidos urbanos (RSU), que son los generados por las actividades propias de las ciudades. El volumen de RSU es relativamente pequeño comparado con otros residuos pero su interés puede explicarse por el gran aumento que han experimentado en los últimos años debido al incremento poblacional y los hábitos de consumo. Por otra parte, la concentración demográfica en los núcleos urbanos provoca la necesidad de adoptar métodos de gestión sostenibles, incluyendo como un aspecto esencial el debido tratamiento o eliminación de las basuras.

Tradicionalmente la gestión de residuos se ha considerado un problema ingenieril, lo que ha motivado que la literatura de tipo tecnológico y ambiental relacionada sea muy amplia, mientras la literatura económica ha quedado mucho menos desarrollada y dispersa hasta hace pocos años. Esta situación ha llevado a algunos a afirmar que «el problema de la gestión de residuos sólidos proviene de la falta de re- conocimiento hacia la naturaleza económica del problema (...) esta situación está empezando a cambiar, pero el cambio ha sido demasiado lento para evitar la crisis actual» (Goddard, 1995, pág. 188).

La importancia económica de la gestión de residuos se ha ido haciendo más y más patente en los últimos años y ello ha provocado una considerable expansión de la literatura relacionada, al mismo tiempo que un notable desarrollo de las políticas públicas aplicadas en este ámbito.

2. LA GESTIÓN DE LOS RSU: UNA PERSPECTIVA ECONÓMICA

En sentido estricto, la gestión de residuos se suele definir como el conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona determinada el destino más adecuado desde el punto de vista económico y ambiental, según sus características, volumen, procedencia, posibilidades de recuperación y comercialización, coste de tratamiento y normativa legal. Esta definición se vincula naturalmente con lo que podemos llamar un «enfoque post-consumo» de la gestión de RSU, que consiste en tomar como dada la cantidad y composición de residuos generados y establecer la combinación más apropiada de métodos para su tratamiento. En Lund (1990), Jacobs y Everett (1992), Keeler y Renkow (1994) o Huhtala (1997) pueden encontrarse aplicaciones de este tipo de enfoque.

Una visión más comprensiva es la que podemos llamar «pre-consumo», según la cual las acciones necesarias para la correcta gestión de los residuos empiezan en las fases de producción y comercialización de los bienes de consumo, puesto que numerosas decisiones que se toman en estas fases son esenciales para determinar el volumen y la composición de los residuos, influyendo determinantemente sobre las posteriores posibilidades de gestión. Algunos trabajos que adoptan esta perspectiva son Dinan (1993), Morris y Holthausen (1994), Atri y Schellberg (1995), Fullerton y Kinnaman (1995) o Huhtala (1999).

La gestión propiamente dicha se puede dividir en cuatro fases diferenciadas: pre-recogida, recogida, transporte y tratamiento. La pre-recogida consiste en el debido almacenamiento, manipulación, clasificación y presentación de los residuos en condiciones adecuadas para su recogida y traslado. Esta fase es esencial para el correcto funcionamiento de las siguientes y por ello se ha mejorado y adaptado considerablemente en los últimos años con la instalación de contenedores y con campañas de sensibilización ciudadana. Las fases de recogida y transporte suelen ser las más costosas y requieren una cuidada planificación. Los residuos pueden ser transportados directamente a los puntos de tratamiento o a plantas de transferencia donde se compactan y se cargan en camiones más grandes y adecuados para el transporte hasta su destino definitivo.

El tratamiento incluye las operaciones encaminadas a la eliminación o al aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos. Los sistemas legales actualmente más utilizados son: el vertido controlado, la incineración, el reciclado y el compostaje. En España ha estado

tradicionalmente muy extendida la práctica de eliminar ilegalmente los residuos arrojándolos a vertederos incontrolados o incinerándolos individualmente. Con el incremento de la generación de residuos, esta práctica se revela como insostenible y, necesariamente, la situación está cambiando.

El vertido es el método tradicionalmente más empleado y en la actualidad continúa siendo el predominante en cuanto a volumen de residuos tratados. Un motivo fundamental para ello es que no existe ninguna combinación de técnicas de gestión de los residuos que no necesite, en alguna medida, el uso de vertederos, porque todos los métodos de tratamiento generan unos subproductos que no pueden ser eliminados por completo y, en última instancia, deben ser arrojados a un vertedero.

Económicamente, un vertedero puede contemplarse desde varios puntos de vista: En primer lugar, desde el punto de vista de los ciudadanos que viven cerca de un vertedero, este constituye una externalidad negativa. Se puede argumentar que el precio de las viviendas cercanas a un vertedero será inferior a causa de esta cercanía y, por tanto, el mercado de viviendas se encarga de internalizar este efecto externo. Sin embargo, este razonamiento sólo es aplicable a aquellas personas o familias que, conscientemente, deciden comprar una vivienda conociendo la localización del vertedero, pero no a aquellas que, habiendo adquirido su casa con antelación, sufren la construcción inesperada de un vertedero en sus inmediaciones. Esta situación provoca un descenso en el valor de la propiedad sin que existan mecanismos automáticos de compensación. Por otra parte, el precio de la vivienda recoge, en el mejor de los casos, las molestias esperadas del vertedero, pero difícilmente puede recoger el efecto de molestias inesperadas como las debidas a fallos accidentales en la seguridad de las instalaciones. La resistencia de todos los ciudadanos a la construcción de instalaciones molestas en los alrededores de su vivienda es ya una cuestión tradicional en la literatura económica, que se conoce como el síndrome NIMBY⁶.

En segundo lugar, desde el punto de vista del organismo que gestiona los residuos (ya sea público o privado), la construcción de un vertedero puede considerarse como un gasto de inversión, teniendo en cuenta que el vertido es una alternativa para eliminar los residuos que permite ahorrar el coste de emplear otros métodos de tratamiento.

Por último, los vertederos se pueden entender como recursos naturales agotables, considerando la capacidad del vertedero como el «stock» del recurso y el ritmo de vertido de residuos como el ritmo de explotación o extracción del recurso. Como recursos naturales, los vertederos presentan algunas características particulares interesantes: como se señala en Ready y Ready (1995), a diferencia de otros recursos, cuyo agotamiento es irreversible, una vez que un vertedero alcanza su límite de capacidad, puede reemplazarse, a cierto coste, por otro vertedero de nueva construcción. Se trata, por tanto, de un recurso agotable y reemplazable. Por otra parte, a diferencia de lo que sucede con otros recursos, cuyo «stock» y localización espacial están dados por la naturaleza, tanto la capacidad de un vertedero como su ubicación son variables de decisión con trascendencia económica.

⁶ NIMBY son unas siglas inglesas que significan Not In My Back Yard (*no en mi patio trasero*). Consiste en la reacción que se produce entre determinados ciudadanos que se organizan para enfrentarse a los riesgos que supone la instalación en su entorno inmediato de ciertas actividades o instalaciones que son percibidas como peligrosas o debido a sus externalidades.

En André y Cerdá (2001, 2004) se estudia el problema de determinar óptimamente la capacidad de una secuencia de vertederos y en André, Velasco y González (2004) se analiza el problema conjunto de capacidad y localización. En Jacobs y Everett (1992) se presenta un modelo para determinar el empleo óptimo de varios vertederos en presencia de reciclaje. En Ready y Ready (1995) se estudia la política óptima de precios para el vertido con un enfoque dinámico. En Gaudet, Moreaux y Salant (1998) se presenta un modelo con una dimensión temporal y otra espacial para analizar el transporte de residuos desde varias ciudades a distintos vertederos. Ley, Macauley y Salant (2000,2002) realizan una aplicación del trabajo anterior para evaluar los costes sociales asociados a la normativa promulgada en 1995 en Estados Unidos, acerca del transporte interestatal de residuos. En Huhtala (1997) se analiza el instante óptimo en que se debe dejar de utilizar un vertedero viejo y pasar a usar uno nuevo.

La incineración de residuos permite reducir considerablemente el peso y el volumen de las basuras de modo casi inmediato, sin que sea preciso el almacenamiento de los residuos, durante largos periodos de tiempo, en vertederos o almacenes y requiere poco terreno en comparación con el necesario para la instalación de vertederos. Por ello, es un sistema bastante difundido en Europa y en otras partes del mundo como Japón, donde las disponibilidades de espacios para vertederos son menores. Por otra parte, la combustión de ciertos materiales permite obtener energía eléctrica o calorífica como subproducto, facilitando el ahorro de otras fuentes de energía.

El reciclaje es un método que ha sido objeto de una creciente popularidad en los últimos años gracias a sus ventajas económicas y ambientales, que son básicamente de dos tipos: en primer lugar, los materiales reciclados permite ahorrar recursos naturales escasos. Además, el reciclaje permite realizar un tratamiento de los residuos más limpio que otras alternativas y reducir la ocupación del espacio de los vertederos. Véase Plourde (1972), Smith (1972), Hoel (1978), Dinan (1993), Highfill y McAsey (1997). Una ventaja adicional es su reversibilidad, al no implicar la destrucción definitiva de los materiales, como sucede con la incineración.

En Huhtala (1999) se estudia el modo óptimo de destinar los recursos productivos a dos sectores tecnológicos distintos: el de la producción convencional y el del reciclaje. En André y Cerdá (2006) se hace hincapié en el carácter tecnológico del reciclaje, analizando su efecto sobre el conjunto de posibilidades de producción de la economía y sobre las decisiones óptimas de producción y empleo de los recursos naturales. En Duggal et al. (1991) se estudian los mecanismos económicos que determinan el esfuerzo destinado al reciclaje en el ámbito familiar. Di Vita (2001) analiza la relación entre el reciclaje y la sostenibilidad económica en el contexto de un modelo de crecimiento endógeno.

Algunos autores han señalado que la popularidad del reciclaje puede inducir a su sobreutilización más allá de los límites económicamente racionales, obediendo a motivos de imagen u opinión pública. Junto a sus ventajas, el reciclaje también implica costes y posee ciertos inconvenientes. En Hoel (1978) se presenta un modelo en que se recogen explícitamente los posibles costes ambientales del reciclaje, en Baumol (1977) se estudia la fiabilidad del reciclaje como un método para solventar los problemas derivados de la gestión de residuos, en Chilton (1993) se señala la necesidad de diseñar la

política de gestión de RSU conforme a criterios racionales y no según impulsos de tipo emocional. Pearce y Brissson (1994) discuten la determinación del nivel óptimo de reciclaje frente a la evacuación o eliminación de los residuos, conforme a la condición marginalista de coste marginal igual a ganancia marginal.

El compostaje se puede considerar como un tipo particular de reciclaje que consiste en la descomposición de la materia orgánica contenida en los RSU para obtener el «abono orgánico» o compost, material rico en nutrientes y oligoelementos, que produce efectos muy beneficiosos sobre la tierra, como regular la compactación del suelo, favorecer el abonado químico, aumentar la capacidad de retención de agua por el suelo, proporcionar elementos nutritivos para la tierra y aumentar el contenido de materia orgánica del terreno. Además, permite reducir el contenido de residuos biodegradables y, por tanto, la generación de gases y lixiviados que se produce en los vertederos.

La combinación racional de diferentes métodos, contemplada conjuntamente y ordenada jerárquicamente, se suele denominar gestión integral de los RSU. El concepto de jerarquía denota una priorización de los métodos según criterios de optimalidad económica y ambiental. Tal vez la jerarquía más conocida es la establecida en Estados Unidos por la EPA, que sigue la siguiente ordenación:

1. Reducción en origen.
2. Reciclaje.
3. Incineración (preferentemente con recuperación de energía) y vertido.

De modo que la primera opción consiste en reutilizar y reducir los residuos mientras sea posible. Una vez que esta primera opción ya no es aplicable, la siguiente opción preferible es el reciclaje de materiales, incluyendo el compostaje. Por último, los residuos que no puedan ser tratados por los métodos anteriores se destinan a los dos métodos considerados como menos deseables: la incineración (si es posible, con recuperación de energía) y el vertido.

3. FALLOS DE MERCADO Y POLÍTICAS PÚBLICAS

Como se afirma en Zoboli (1994), la generación y gestión de los RSU ocasiona una especie de «efecto externo en cascada», debido a la heterogeneidad de los agentes económicos implicados y la falta de un cauce de interacción económica entre ellos. Desde que se extraen las materias primas y se transforman para producir los bienes de consumo, hasta que se generan los residuos y tal vez se recuperen mediante alguna técnica de valorización, los RSU pasan de un agente económico al siguiente formando una cadena de transformación no necesariamente articulada de modo racional. Ninguno de estos agentes tiene, per se, incentivos para considerar los efectos de su actividad sobre los siguientes eslabones de la cadena. En este contexto se pueden producir decisiones socialmente subóptimas en distintas fases de dicha cadena:

En la fase de producción y comercialización se determinan el volumen y la composición de los residuos generados. Típicamente estas decisiones se realizarán sin tener en cuenta las consecuencias sobre las fases posteriores.

En cuanto al volumen, si el hecho de generar menos residuos no tiene un efecto beneficioso directo sobre los resultados empresariales, no es de esperar que estos contribuyan a favorecer la reducción en origen que, como se ha discutido más arriba, es una de las prioridades en la gestión integrada de residuos.

3.1. Objetivos e instrumentos de política

La corrección de estos fallos de mercado proporciona los principales objetivos de la política económica en este ámbito. Dichos objetivos los podemos agrupar en dos grandes bloques que denominaremos «upstream» («corriente arriba») y «downstream» («corriente abajo») según a qué parte del proceso de los residuos se refieran. Los objetivos «upstream» consisten fundamentalmente en lograr que, en las fases de producción y consumo, se reduzca el volumen de residuos y se favorezca el diseño de productos cuyos residuos serán fácilmente reciclables. Los objetivos «downstream» afectan a la gestión de residuos propiamente dicha y consisten fundamentalmente en conseguir que los métodos de tratamiento de los residuos se utilicen de modo socialmente deseable.

Análogamente, los instrumentos de política también se pueden agrupar en «upstream» y «downstream» dependiendo de la fase en la que actúen. Una discusión habitual en este campo está relacionada sobre la cuestión de si los instrumentos

«downstream», es decir, establecidos únicamente sobre la fase de gestión y tratamiento de los residuos, pueden, por sí solos, lograr objetivos «upstream», es decir, afectar de la manera deseada al volumen y la composición de los residuos generados en las fases de producción y consumo. Véase, por ejemplo, Calcott y Walls (2000, 2005) o Choe y Fraser (2001).

4. SITUACIÓN Y TENDENCIAS ACTUALES DE LOS RSU

En Hafkamp (2002) se distingue entre «viejo régimen» y «nuevo régimen», en la gestión de los RSU, entendiéndolo como un «acuerdo colectivo, expreso o tácito, que permite a los agentes la coordinación de sus actividades» (Boyer y Orléan, 1994).

El «viejo régimen» se puede identificar con el periodo que abarca desde mediados del siglo XIX hasta principios de los años 1970. El valor fundamental en que se apoya es la salud pública: los RSU tienen que ser retirados como medida para prevenir la difusión de enfermedades contagiosas, a la vez que se evitan los olores y las molestias que ocasionan los residuos. Se acepta el principio de que todo ser humano tiene derecho a generar y eliminar todos los residuos que desee o que precise. Las pautas más importantes que caracterizan al «viejo régimen» son las siguientes:

- Los municipios están encargados de recoger las basuras con una frecuencia apropiada y deshacerse de ellos, utilizando los medios pertinentes, sin riesgo para la salud pública y ocasionando las menores molestias posibles. Los municipios están obligados a aceptar todos los residuos que se depositen o entreguen.
- Los costes finales ocasionados por estos servicios de recogida y

- eliminación deben recaer sobre las economías domésticas y las empresas.
- El método de tratamiento mayoritariamente empleado es el vertido. La incineración y el compostaje sólo se utilizan en algunas zonas muy pobladas. En algunos sectores industriales y en algunos comercios se utiliza el sistema de depósito y reembolso, pero únicamente porque resulta rentable desde el punto de vista económico. El reciclaje es una actividad ligada a la pobreza (algunas personas, para ganarse la vida, se dedican a recoger restos de comida, papeles, ropas, etc.).
- El municipio tiene todas las competencias en la gestión de los RSU.

El llamado «nuevo régimen» va emergiendo en los años 1970 y supone cambios importantes sobre la situación previa. No es un sistema cerrado, sino que, como se señala en Hafkamp (2002), se trata de unas «pautas importantes de orientación», o unas líneas generales que se están implantando en la actualidad pero que todavía están en proceso de maduración. Sus principios y fundamentos proceden principalmente de ambientalistas y de activistas en los movimientos sobre medio ambiente y energía. El valor fundamental en que se apoya es la gestión responsable de los recursos naturales y ambientales. No se renuncia a la salud pública (valor fundamental en el «viejo régimen»), sino que se la considera incluida en este nuevo valor, al igual que la prevención de molestias.

Una observación básica de partida en este nuevo régimen, es la existencia de claros desequilibrios entre el metabolismo físico de nuestras economías y el del medio natural o el que estas economías están insertadas: en cuanto a la función del medio ambiente como proveedor de factores productivos, además del agotamiento de los recursos, la exploración y extracción de los mismos también genera un impacto ambiental negativo. En cuanto al medio ambiente como sumidero de residuos generados por la actividad económica, el vertido y la incineración causan riesgos inaceptables. También otros sistemas de tratamiento como el compostaje o el combustible obtenido a partir de los residuos suponen riesgos similares. Hace falta, por tanto, una gestión integral del flujo completo de materiales y sustancias. En la base del «nuevo régimen» se encuentran los tres principios siguientes:

- Principio de prevención. Sólo materiales con propiedades análogas a las de la tierra o materiales con nutrientes aprovechables deben ser devueltos a la tierra. En ocasiones este principio también se denomina «emisiones cero».
- Principio de precaución. La sociedad sólo puede autorizar actividades para las que exista la seguridad de que no constituyen riesgos significativos para los seres humanos y el medio natural.
- Principio de responsabilidad ampliada del productor. Asigna la responsabilidad de los residuos procedentes del consumo a los agentes económicos que producen los bienes y a los que intervienen en el transporte o el comercio de los mismos.

Otras características importantes del «nuevo régimen» son las siguientes:

- No se acepta el principio del «viejo régimen» de que todo ser humano tiene un derecho ilimitado a arrojar residuos. Del mismo modo, las autoridades no están obligadas a aceptar todos los residuos que se depositen o entreguen. La obligación de aceptar es sustituida por el derecho a rechazar.
- La escala geográfica ya no es necesariamente local. La gestión del flujo

completo de materiales y sustancias puede dar lugar a ciclos y a la creación de «efectos en cascada» que normalmente tendrán lugar en una escala geográfica más amplia que la local. Se contempla la posibilidad de realizar importaciones y exportaciones de residuos (Porter, 2002, cap. 7, o Buclet et al., 2002).

- Las tecnologías prioritarias son las asociadas a las estrategias de prevención y de reducción en origen: ecodiseño, ecología industrial, gestión de la cadena de oferta, programas de prevención etc. También existen tecnologías para la recogida o separación de materiales concretos, fuera de los flujos normales de residuos. El vertido y la incineración todavía siguen presentes.
- Junto a los municipios como unidades básicas de gestión, aparecen regiones de residuos, donde se trata de aprovechar las economías de escala. Los gobiernos centrales y regionales desempeñan un papel mucho más importante, ya que son ellos los que deben fijar las pautas básicas de las políticas públicas y establecer determinados instrumentos de política tales como prohibiciones (por ejemplo, prohibir vertederos con flujo heterogéneo de residuos o prohibir envases de poliestireno).

4.1. Algunos acontecimientos importantes en el cambio de régimen

A principios de los años 1970 la riqueza creciente en las economías occidentales contribuyó a la degradación ambiental y a la toma de conciencia y conocimiento creciente de tal degradación.

Surgieron gran cantidad de grupos ambientalistas y ecologistas, inicialmente en Estados Unidos, que introdujeron el principio de prevención en las políticas de residuos sólidos. En Alemania, Holanda y Dinamarca, en respuesta a la presión de tales grupos, se originó un debate político dirigido a la aplicación de dicho principio.

En 1975 se inicia la andadura legislativa de la Unión Europea con la Directiva 75/442/EEC sobre gestión de residuos (corregida en 1991). Esta directiva desarrolla elementos clave como la jerarquía en los residuos y los principios de proximidad y autosuficiencia. Además, exige el establecimiento de planes de gestión de residuos.

En 1976 se promulgó en Estados Unidos la ley de conservación y recuperación de residuos (Resource Conservation and Recovery Act), con los objetivos de «proteger la salud humana y el medio ambiente de los peligros potenciales de la eliminación de residuos, conservar la energía y los recursos naturales, reducir la cantidad de residuos generados y lograr que los residuos se gestionen de un modo ambientalmente apropiado».

En 1977 Dinamarca promulga una ley que obliga a la utilización de envases retornables y prohíbe los de un solo uso.

A principios de los años 1980 se producen varios incidentes relacionados con la contaminación del suelo y el agua subterránea a causa del vertido de residuos sólidos. Por otra parte, se produjeron algunas emisiones de dioxinas desde plantas incineradoras de residuos. Como respuesta, se introdujeron estándares ambientales más estrictos, requiriendo instalaciones de mayor escala y con mayores estándares de calidad (y, por ende, más costosas), especialmente en Alemania. Apareció el síndrome NIMBY asociado a los

vertederos y plantas incineradoras de residuos (que previamente había aparecido en relación a las centrales nucleares). También en esos años se produce una ola de privatizaciones en el sector público que afecta también al sector de residuos. En 1988/89 Holanda y Alemania implementaron el principio de prevención en sus planes de gestión de RSU. Ello llevó a la recogida selectiva, al reciclaje y a la introducción de políticas dirigidas a los envases.

La Convención de Basilea de 1989 supone el punto de partida de la regulación europea del transporte internacional de residuos.

A principios de los años 1990 Francia introdujo el concepto de valoración que consideraba cualquier método que permitiera la derivación de valor de los residuos: incineración con recuperación de energía, reciclaje, compostaje, etc.

En 1991 la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos establece la reglamentación de los vertederos. En 1991, con la entrada en vigor en Alemania del decreto Töpfer, para evitar residuos originados por envases, se produce el cambio más importante en Europa en relación a la gestión de los residuos y al valor de los recursos que éstos contienen (Val, 2002). En Holanda, el gobierno y la industria llegaron a un acuerdo negociado acerca de la reducción de residuos de envases en 1991. Austria, Bélgica, Francia y Suecia se sumaron a esta iniciativa.

En 1994 se aprueba en la Unión Europea la directiva 94/62/CE «relativa a envases y residuos de envases». Tal como señala Hafkamp (2002), a raíz de esta directiva, todos los países de la Unión Europea: (1) han implementado políticas y adaptado su legislación para abordar el tema de los envases y residuos de envases, (2) han hecho recaer la responsabilidad de los residuos de envases posteriores al consumo en los productores (en sentido «upstream»), (3) han creado organizaciones responsables de la recogida de pagos procedentes de la industria para cubrir los costes de la separación de la recogida (sólo en Alemania) y subsiguiente reciclaje, aunque con distintas definiciones del reciclaje. El enfoque francés de valoración se sigue en muchos países. Se incorporó el principio de precaución.

En 1996 se introdujo en Holanda un impuesto al vertido, que inicialmente fue de 15 euros por tonelada para pasar más adelante a 50 euros por tonelada. En Italia el impuesto al vertido fue inicialmente entre 10 y 15 euros por tonelada. Dicho impuesto también fue introducido en Francia. En Holanda y en Francia se prohíbe el vertido de residuos con contenido energético que se considera más adecuado para la incineración. En 1999 se aprueba en la Unión Europea la directiva 99/31/CE «relativa al vertido».

5. Conclusiones

En este trabajo se ha ofrecido una síntesis de los principales elementos económicos presentes en la generación y gestión de los RSU, la situación actual en el contexto internacional y las perspectivas inmediatas.

En estas páginas se ha puesto de manifiesto que, aunque tradicionalmente se ha considerado un problema puramente técnico, la gestión de RSU genera numerosos mecanismos cuya plena comprensión requiere de un cuidadoso

análisis económico. En particular, los RSU ocasionan un efecto externo en cascada, entre los distintos agentes económicos que intervienen en la cadena de transformación, desde que se extraen las materias primas, pasando por las fases de producción, consumo y generación de los residuos, hasta que estos se eliminan. La incompletitud de los mercados en dichas fases posibilita la existencia de decisiones ineficientes y, por tanto, abre un campo para la intervención del sector público mediante la aplicación de diversas políticas económicas.

Dichas políticas se pueden clasificar según la fase de la cadena de transformación en que se apliquen, en upstream y downstream, o según su naturaleza, en políticas de mandato y control o de incentivos, siendo estas últimas las que más plenamente encajan dentro del análisis económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANDRÉ, F. J. y CERDÁ, E. (2001): «Optimal Sequence of Landfills in Solid Waste Management», *Optimal Control Applications and Methods*, 25: 1-25.
- [2] ANDRÉ, F. J. y CERDÁ, E. (2004): «Landfill Construction and Capacity Expansion», *Environmental and Resource Economics* 28: 409-434.
- [3] ANDRÉ, F. J. y CERDÁ, E. (2006): «On the Dynamics of Recycling and Natural Resources», *Environmental and Resource Economics*, 33: 199-221.
- [4] ANDRÉ, F. J.; VELASCO, F. y GONZÁLEZ, L. (2004): «Intertemporal and Spatial Location of Disposal Facilities». Documento de Trabajo, Centro de Estudios Andaluces E2204/74.
- [5] ATRI, S. y SCHELLBERG, T. (1995): «Efficient Management of Household Solid Waste: A General Equilibrium Model», *Public Finance Quarterly*, 23: 3-39.
- [6] BAUMOL, W. J. (1977): «On Recycling as a Moot Environmental Issue», *Journal of Environmental Economics and Management*, 4: 83-87.
- [7] BEEDE, D. N. y BLOOM, D. E. (1995): «Economics of the Generation and Management of Municipal Solid Waste». National Bureau of Economic Research, Working Paper Series No. 5116.
- [8] BOYER, R. y ORLÉAN, A. (1994): «Persistance et changement des conventions. Deux modèles simples et quelques illustrations», en A. Orléan (dir.), *Analyse économique des conventions*, PUF, París: 219-247.
- [9] BRUVOLL, A. (1998): «Taxing Virgin Materials: an Approach to Waste Problems», *Resources, Conservation and Recycling*, 22: 15-29.