GUÍA TÉCNICA

LA GESTIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES

2ª EDICIÓN

2015

GUÍA TÉCNICA

LA GESTIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES

Edita:

Fundación Conde del Valle de Salazar
E.T.S.I. de Montes
(Universidad Politécnica de Madrid)

Coedita:
Federación Española de Municipios y
Provincias (FEMP), y ECOEMBES

Diseño y maquetación:
Agencia2, Diseño y Comunicación
www.agencia2.com

Imprime:
Editorial MIC
www.editorialmic.com

ISBN: 978-84-96442-65-8
Depósito Legal: M-36319-2015

Cualquier utilización total o parcial del texto o de las imágenes contenidas en este libro por terceras personas, deberá hacerse mediante referencia a los autores y editores de la obra, respetando en todo momento el derecho moral de los mismos. Del mismo modo, la difusión de esta Guía a terceras personas deberá de realizarse en todo momento con consentimiento previo por parte de los editores.

Abel Caballero Álvarez.
Presidente de la FEMP.
Alcalde de Vigo.

La Comisión Europea en el marco de la Estrategia 2020 "La hoja de ruta hacia una Europa Eficiente en el uso de los recursos", recoge los objetivos y los medios para transformar la economía actual, basada en el uso intensivo de los recursos. El principal objetivo es convertir a Europa en una sociedad eficiente en el uso de los recursos, que produzca menos residuos y que utilice como recursos los que no puedan ser evitados. En definitiva, se trata de sustituir una economía lineal basada en producir, consumir y tirar, por una economía circular en la que se reincorporen al proceso productivo una y otra vez los materiales que contienen los residuos para la producción de nuevos productos o materias primas.

Para alcanzar este objetivo, es necesaria una estrecha colaboración entre las Administraciones implicadas en la gestión de los residuos domésticos, los consumidores y los agentes económicos y sociales.

Esta segunda edición de la Guía Técnica sobre la Gestión de los Residuos Municipales pretende convertirse en un instrumento que permita contribuir a alcanzar el objetivo de desarrollar una economía circular, potenciando el conocimiento técnico de responsables y técnicos municipales implicados en la gestión de los residuos. La publicación, revisada y actualizada, pretende cubrir la amplia demanda de ejemplares, producidas tras las pasadas elecciones municipales, como consecuencia de la incorporación de un gran número de nuevos responsables de la gestión de residuos en las Entidades Locales españolas.

Desde la FEMP consideramos que la publicación de esta Guía es una tarea prioritaria para elevar la formación de los gestores locales de residuos para prevenir, reutilizar, reciclar y reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Para conseguir este objetivo, nos basamos en la colaboración con la Comunidad Científica y los agentes económicos implicados en la gestión de los residuos domésticos. Es por esta razón por lo que quiero aprovechar la ocasión para agradecer especialmente a ECOEMBES y a la Universidad Politécnica de Madrid, a través de la Cátedra Ecoembes, su inestimable colaboración en la elaboración de este trabajo.

Óscar Martín Riva.
Consejero Delegado ECOEMBES.

Desde ECOEMBES siempre hemos confiado en el intercambio del conocimiento como motor de transformación. "El poder de la colaboración" es, de hecho, el mensaje que llevamos ya tiempo utilizando para mostrarnos a la sociedad y para que ésta nos reconozca como un agente activo y comprometido con el cuidado del medio ambiente a través del reciclaje de los envases.

La segunda edición de esta "Guía Técnica sobre la Gestión de Residuos Municipales", ampliada y actualizada respecto a la primera edición aparecida en 2014, es un buen ejemplo de esta colaboración, pues es el fruto del trabajo de la Cátedra ECOEMBES y de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), así como de todos los técnicos y profesionales que han aportado sus conocimientos y a quienes les damos nuestro agradecimiento por el gran trabajo realizado. Los profesionales en la gestión de los residuos encontrarán un año más en este libro información útil y contrastada sobre recogida, tratamientos, legislación y normativas, contenerización, innovación en la gestión… Pero especialmente tendrán en esta obra una herramienta global para su trabajo cotidiano que les ayudará, sin duda, a optimizar su tiempo y a mejorar su rendimiento.

Este tipo de materiales didácticos son más necesarios hoy por dos motivos. El primero de ellos es la certeza científica y económica de que nuestro ecosistema global está seriamente amenazado por la actual manera de producir y consumir. Es imperativo renovar nuestros modelos de crecimiento para hacerlos compatibles con el bienestar humano, pero también con los límites de un Planeta herido por el cambio climático y la pérdida de biodiversidad.

En segundo lugar, tenemos que estar más que nunca atentos a la incorporación de la tecnología en el mundo de la gestión de los residuos. Precisamente, los casos prácticos que incluye el libro son una buena muestra de cómo la innovación, en el concepto más abierto del término, está cambiando los formatos de trabajo actuales, mejorando los procesos y ampliando los márgenes alcanzables en el campo de la eficiencia, porque la innovación no sólo hace referencia a los procesos tecnológicos, sino también a la "manera de gestionar y pensar" nuestra actividad.

Por ello, estamos seguros de que el paradigma para alumbrar un nuevo modelo económico sostenible se apoyará en el medio ambiente y en la innovación, pero también, como decía al principio de estas palabras, en el intercambio del conocimiento y en el trabajo en red.

José Vicente López Álvarez.
Director de la Cátedra Ecoembes
de Medio Ambiente,
Universidad Politécnica de Madrid.

Desde el año 2004, la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y Ecoembes, vienen colaborando estrechamente para desarrollar modelos cada vez más eficientes de recogida separada de residuos, a través de la Cátedra Ecoembes de Medio Ambiente, creada por acuerdo entre ambas entidades.

Fruto de esta colaboración, se han desarrollado líneas de trabajo en el campo de la I+D+i y de la formación al más alto nivel, de manera que se ha generado un espacio colaborativo público-privado que es un ejemplo de eficiencia en todos los aspectos en el marco de la gestión de los residuos, con rigor y conocimiento profundo de los sistemas y procesos.

La transferencia del conocimiento adquirido y la colaboración con otras entidades públicas y privadas, en concreto entre la UPM, Ecoembes y la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), originó la edición de la I Guía Técnica sobre la Gestión de los Residuos Municipales. Ahora presentamos la Segunda Guía, fruto de la propia evolución del sector y sobre todo, incorporando nuevos conceptos derivados de la innovación que se ha aplicado a la gestión desde estas entidades.

La presente Guía Técnica sobre la Gestión de los Residuos Municipales, es un claro ejemplo de éxito innovador, en la que han participado profesionales de primera que si bien, “no son todos los que están, pero sí están todos los que son”, abiertos a futuras ediciones y actualizaciones como obra de referencia para todo el sector.

Acabo este Prólogo con las mismas palabras que en su primera edición, se define así el tono con el que pretende ser este libro: James McCosh, Presidente de la Universidad de Princeton ya en el siglo XIX señalaba: “Un buen libro no es el que piensa por ti, sino aquel que te hace pensar”. Es decir, no hay que buscar la solución óptima a un problema, sino a partir de la experiencia, abordar nuevas facetas del pensamiento que hagan plantear nuevas soluciones.

Índice

Capítulo 1
Introducción a la gestión de los residuos
Introducción a los residuos 17
Generación y composición de los residuos 37
Prevención y reutilización 83
Prevención de residuos y Ecodiseño de envases 131
Aspectos ambientales 145

Capítulo 2
Marco legal e institucional de la gestión de los residuos urbanos
Legislación y Planificación 181
Elementos de aplicación práctica a la gestión: Ordenanzas. Contratación 217
Fiscalidad y Financiación 257

Capítulo 3
Gestión operativa de los residuos urbanos
Fases de la gestión operativa de los residuos urbanos 281
Dimensionamiento de la recogida: contenerización / servicio 301
Análisis de costes y aplicación práctica 325
Sistemas de información y nuevas tecnologías aplicadas al control y gestión de los residuos urbanos 355

Capítulo 4
Tipos de tratamiento de los residuos urbanos
Plantas de clasificación y selección de residuos 391
Reciclado 415
Plantas de tratamiento. Compostaje y biometanización 439
Valorización energética 473
Eliminación. Vertederos 513

Capítulo 5
Otros residuos del ámbito urbano
Otros residuos de origen domiciliario: puntos limpios, recogida textil, aceites 547
Residuos comerciales, institucionales e industriales de ámbito urbano 577

Capítulo 6
Elaboración de pliegos y caso práctico
Pliegos de condiciones 621
Caso práctico 653

1

INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

COLABORA:

POLITÉCNICA

FEMP
FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MUNICIPIOS Y PROVINCIAS

ECOEMBES

CÁTEDRA ECOEMBES MEDIO AMBIENTE

- Introducción a los residuos 17
- Generación y composición de los residuos 37
- Prevención y reutilización 83
- Prevención de residuos y Ecodiseño de envases 131
- Aspectos ambientales 145

Introducción a los residuos

Alicia Aldea Pozas y Rocío Torrejón Gómez.
Universidad Politécnica de Madrid.

Introducción 19
¿Qué son los residuos?..... 21
Concepto de residuo y su evolución a lo largo de los últimos años..... 22
Conceptos derivados..... 27
Tipos de residuos..... 27
La bolsa de basura..... 28
La recogida separada..... 28
Productor de residuos..... 29
Poseedor de residuos 29
Gestores de residuos..... 29
Competencias administrativas en materia de residuos por la Administración General del Estado... 29
Competencias administrativas en materia de residuos por parte de las Comunidades Autónomas..... 30
Competencias administrativas en materia de residuos por parte de las Entidades Locales o Diputaciones Forales..... 30
Novedades de la Ley de residuos sobre competencias administrativas con respecto a las normas anteriores 31
La problemática de los residuos 33
La ineficiencia en los procesos de producción..... 33
Asumir que el planeta tiene una capacidad limitada 34
Bibliografía..... 171

INTRODUCCIÓN

Son muchos los aspectos sociales, económicos y culturales que influyen y aceleran la continua y creciente generación de residuos. El acelerado estilo de vida, la incorporación de la mujer al mercado laboral, el incremento de hogares con uno o dos miembros, cada vez somos más… son algunos de los factores que dan lugar a una creciente generación de residuos.

Los residuos nos afectan a todos. La mayoría ve los residuos como algo negativo, olores, ruidos, molestias… etc. Sin embargo un número cada vez más elevado de personas ve en los residuos recursos, tecnología, oportunidades… Y es que, no podemos olvidar que los residuos representan un importante reto en cuanto a la conservación del medio ambiente y al desarrollo social, tecnológico y por supuesto económico.

Según la Comisión de las Comunidades Europeas, gracias a las mejoras tecnológicas, al incremento de la colaboración ciudadana y al mayor conocimiento del sector, los residuos están pasando a considerarse una valiosa fuente de recursos para la industria. En el caso de los residuos ya reglamentados (residuos de envases, vehículos al final de su vida útil, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, residuos biodegradables, etc.) se están aplicando estrategias tales como la reutilización, el reciclado y la recuperación de energía. De esta forma, además de recuperar el material, se evita su depósito en vertedero contribuyendo a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

Aunque el sector avance y su gestión sea cada vez más eficiente, los residuos siguen siendo un problema para la sociedad, tanto por su composición, sus carac-

terísticas heterogéneas y por el aumento en su generación. Por ello es importantísimo focalizar los esfuerzos sobre la prevención, la reutilización y el reciclado.

Por todo lo anterior, se deduce que la problemática de los residuos tiene un origen local pero es un asunto de interés mundial. Reducir los residuos en el lugar donde se producen y reciclarlos son los mejores métodos para frenar la creciente oleada de producción de desechos a todos los niveles *(Llopis J., 2011)*.

A lo largo del presente documento haremos un aprendizaje en cuanto a los diferentes tipos de residuos, los diversos tratamientos, la normativa, etc.

¿QUÉ SON LOS RESIDUOS?

Son muchas las definiciones de residuos. A medida que las diferentes normativas referentes a residuos han ido apareciendo y modificándose de acuerdo a la actividad económica que ha ido surgiendo en torno a los mismos, se ha ido afinando y concretando hasta llegar a la vigente *Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados* donde se recoge la definición que se maneja actualmente en España.

Es importante definir con claridad el concepto de residuo en la Ley ya que, a pesar de que a priori parece un concepto entendido por todos, se debe reconocer que, lo que para unos es un residuo, para otros puede ser una materia prima, y es ahí donde pueden surgir los problemas en su gestión. Por ello es importante que el concepto sea claro ya que en función de la definición que se recoja en la legislación, la aplicación de dicha norma se aplicará a unas sustancias determinadas y otras quedarán exentas de la misma.

Depósito en vertedero / *Fuente:* A. Notario

CONCEPTO DE RESIDUO Y SU EVOLUCIÓN A LO LARGO DE LOS ÚLTIMOS AÑOS

A continuación se recogen algunas de las definiciones de residuo que se manejan o han manejado en los últimos años. Una definición genérica podría ser la siguiente:

"Residuo es todo material inútil o no deseado, originado por la actividad humana, en cualquier estado físico (sólido, líquido, gaseoso, y sus respectivas mezclas) y que puede ser liberado en cualquier medio receptor (atmósfera, agua, suelo). Incluye por tanto no sólo los residuos sólidos, sino también los efluentes líquidos y las emisiones gaseosas."

La OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico) define los residuos como *"aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no tienen, en el contexto en el que son producidas, ningún valor económico"*.

Evolución de la definición de "residuo" en la normativa europea y nacional

Legislación	Definición de Residuo	Estado de la disposición
Directiva 75/442/CEE de 15 de julio de 1975 relativa a los residuos.	*"Cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor".*	**Derogada** (Por Directiva 12/2006 de residuos).
▼ TRANSPOSICIÓN DE LA DIRECTIVA ▼		
Ley 42/75 de 19 de noviembre, sobre Desechos y Residuos Sólidos Urbanos. Artículo 1.2., apartado b).	*"Cualquier sustancia u objeto del cual se desprende su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones legales".*	**Derogada** (Por la Ley 10/1998 sobre residuos).
Directiva 91/156/CEE de 18 de marzo de 1991, por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos.	*"Cualquier sustancia u objeto perteneciente a una de las categorías que se recogen en el Anexo I y de la cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención o la obligación de desprenderse".* Se establecen en Anexo I 16 categorías de residuos según la procedencia de los mismos.	**Derogada** (Por Directiva 2006/12/CE de residuos).
▼ TRANSPOSICIÓN DE LA DIRECTIVA ▼		
Ley 10/98, de 21 de abril, de Residuos.	*"Cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anejo de esta Ley, del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso, tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado por las Instituciones Comunitarias".*	**Derogada** (Por Ley 22/2011 sobre Residuos y Suelos Contaminados).
Directiva 2006/12/CE, de 5 de abril de 2006 relativa a los residuos.	*"Cualquier sustancia u objeto perteneciente a una de las categorías que se recogen en el Anexo I y de la cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención o la obligación de desprenderse". (No se modifica su definición).*	**Derogada** (Por la Directiva 2008/98/CE sobre residuos).

Legislación	Definición de Residuo	Estado de la disposición
Directiva 2008/98/CE de 19 de noviembre de 2008 sobre residuos. Marco de Residuos.	*"Cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse".* *(No se modifica su definición).*	**Vigente**
▼ TRANSPOSICIÓN DE LA DIRECTIVA ▼		
Ley 22/2011, de 28 de julio de 2011 de Residuos y Suelos Contaminados.	***"Cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar".*** *(No se modifica su definición).*	**Vigente**

Fuente: A. Fernando, et. al, 2013

Avanzini (2003) hace una revisión cronológica del concepto de residuo recogido en diferentes normativas, algunas de ellas ya derogadas, en la que se observa la evolución del concepto:

El poseedor de un residuo puede desprenderse del mismo de multitud de formas: vendiéndolo, regalándolo, depositándolo en un vertedero, dándole, o no, un tratamiento previo, etc.

Es importante definir cuándo un material se considera residuo y cuándo materia prima secundaria, es decir, un subproducto que tiene su origen en un proceso productivo y que sigue teniendo valor económico para su utilización en otro proceso.

En este sentido la nueva *Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados* define de forma más detallada los conceptos de subproducto y de fin de la condición de residuo.

Según se recoge en el artículo 4 de la Ley de residuos se entiende por **subproducto:** *"una sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto, puede ser considerada como subproducto y no como residuo"* cuando se cumplan una serie de condiciones definidas en este artículo.

Atendiendo a la complejidad en la que se rige la actividad económica, la actual Ley de Residuos 22/2011 en su artículo 5 define también el concepto **fin de la condición de residuo** con el fin de eximir de dicha consideración legal a determinados residuos que cumplan los siguientes requisitos:

"Por orden del Ministro de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino se podrán establecer los criterios específicos que determinados tipos de residuos, que hayan sido sometidos a una operación de valorización, incluido el reciclado, deberán cumplir para que puedan dejar de ser considerados como tales..." siempre que se cumplan con las condiciones definidas en este artículo.

CONCEPTOS DERIVADOS

TIPOS DE RESIDUOS

Residuos domésticos. Según la *Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados* son aquellos residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

La Ley añade que los residuos generados en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria, están incluidos en la definición de residuos domésticos.

Los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados, tienen también consideración de residuos domésticos.

La cantidad de residuos generados depende de muchos factores sociales, económicos y culturales, como son el nivel de vida de la población, época del año, movimientos de población (vacaciones, fiestas, fines de semana, etc.).

Residuos comerciales. Según la *Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados* se entiende por residuos comerciales aquellos *"Residuos generados por la* **actividad propia del comercio,** *al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios"*.

La gestión de los residuos comerciales corresponde al titular de la actividad que los genera y debe gestionarlos de acuerdo con las obligaciones propias de los poseedores o productores de residuos. Puede contactar con un gestor autorizado para su valorización, o gestionarlo a través del canal municipal siempre que así lo permitan las correspondientes ordenanzas.

Residuos industriales. La presente Ley los define como los residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, quedando excluidas las emisiones a la atmosfera reguladas en la *Ley 34/2007*, de 15 de noviembre.

LA BOLSA DE BASURA

En poco tiempo se va imponiendo el hecho de tener en casa varios compartimentos o recipientes para recoger nuestros residuos domésticos. El concepto de eliminar nuestros residuos en una sola bolsa de basura está en desuso. En España, hasta la puesta en vigor de la *Ley 11/1997 de envases y residuos de envases*, únicamente se separaban para su reciclado los residuos de papel y cartón y de vidrio, eliminándose el resto de materiales en una bolsa de *"todo uno"*. Los residuos de esta bolsa se eliminaban directamente en vertedero sin recuperación de materiales.

Actualmente la *"bolsa de basura"* se subdivide en las *"bolsas de basura"*, sobre las que tenemos la responsabilidad de separar nuestros residuos domésticos por materiales con el fin de recuperarlos y reciclarlos.

LA RECOGIDA SEPARADA

Se entiende por recogida separada aquella en la que el flujo de residuos se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza, para facilitar el tratamiento específico.

Los contenedores adecuados para los diversos materiales se encuentran en las aceras, a ser posible cerca del ciudadano, en puntos de concentración de contenedores diferenciados denominados áreas de aportación. El modelo de recogida más conocido a nivel nacional es el que contempla tres fracciones de recogida separada: papel/cartón, vidrio y envases ligeros (plástico, aluminio, acero y cartón para bebidas y alimentos). Actualmente se ha implantado en algunos municipios españoles la recogida separada de la fracción orgánica con el fin de tratarla mediante compostaje y obtener una enmienda orgánica o mediante digestión anaerobia y obtener biogás. Otros residuos domésticos como las pilas, los medicamentos sobrantes o caducados, la ropa, etc. se llevan a los lugares específicos de recogida.

PRODUCTOR DE RESIDUOS

"Cualquier persona física o jurídica cuya actividad produzca residuos (productor inicial de residuos) o cualquier persona que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos. En el caso de las mercancías retiradas por los servicios de control e inspección en las instalaciones fronterizas se considerará productor de residuos al representante de la mercancía, o bien al importador o exportador de la misma". (Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

POSEEDOR DE RESIDUOS

"El productor de residuos u otra persona física o jurídica que esté en posesión de residuos". (Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

GESTORES DE RESIDUOS

La Ley considera un gestor de residuos a *"la persona o entidad, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos"*.

Se incorporan, con la nueva *Ley 22/2011*, dos tipos de entes o actores dentro de la definición de gestor, no contempladas en la Ley de Residuos anterior, y que ayudan a definir los papeles y responsabilidades de todo aquel que participe en la gestión de los residuos.

a) Negociante:

"Toda persona física o jurídica que actúe por cuenta propia en la compra y posterior venta de residuos, incluidos los negociantes que no tomen posesión física de los residuos".

b) Agente:

"Toda persona física o jurídica que organiza la valorización o la eliminación de residuos por encargo de terceros, incluidos los agentes que no tomen posesión física de los residuos".

COMPETENCIAS ADMINISTRATIVAS EN MATERIA DE RESIDUOS POR LA ADMINISTRACIÓN GENERAL DEL ESTADO

En el artículo 12 de la Ley se muestran las competencias administrativas en cuanto a la Ley de Residuos:

1. Aprobar el Plan Estatal marco de gestión de residuos.
2. Potestad de vigilancia e inspección, y potestad sancionadora.
3. Elaborar el Plan Estatal marco de gestión de residuos.
4. Establecer objetivos mínimos de reducción en generación de residuos, preparación para la reutilización, reciclado y de valorización.
5. Autorizar los traslados de residuos desde o hacia terceros países no pertenecientes a la UE así como ejercer las funciones de inspección y sanción derivadas del citado régimen.

6. Ejercer las funciones que corresponden a la autoridad nacional en los supuestos en que España sea Estado de tránsito a efectos de lo dispuesto en el Reglamento 1013/2006 relativo al traslado de residuos.
7. Recopilar, elaborar y actualizar la información necesaria para el cumplimiento de las obligaciones derivadas de la legislación nacional, comunitaria, de convenios internacionales o cualquier otra obligación de información pública.
8. Las demás competencias que le atribuyan las restantes normas sobre residuos.

COMPETENCIAS ADMINISTRATIVAS EN MATERIA DE RESIDUOS POR PARTE DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

1. La elaboración de los programas autonómicos de prevención de residuos y de los planes autonómicos de gestión de residuos.
2. La autorización, vigilancia, inspección y sanción de las actividades de producción y gestión de residuos.
3. El registro de la información en materia de producción y gestión de residuos en su ámbito competencial.
4. El otorgamiento de la autorización del traslado de residuos desde o hacia países de la Unión Europea, regulados en el Reglamento (CE) n.º1013/2006, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de junio de 2006, así como las de los traslados en el interior del territorio del Estado y la inspección y, en su caso, sanción derivada de los citados regímenes de traslados.
5. El ejercicio de la potestad de vigilancia e inspección, y la potestad sancionadora en el ámbito de sus competencias.

COMPETENCIAS ADMINISTRATIVAS EN MATERIA DE RESIDUOS POR PARTE DE LAS ENTIDADES LOCALES O DIPUTACIONES FORALES

Las Entidades Locales o las Diputaciones, cuando proceda, son las responsables de la recogida, el transporte y el tratamiento de los residuos domésticos generados en los hogares, comercios y servicios en la forma en que establezcan sus respectivas ordenanzas. La prestación de este servicio corresponde a los municipios que podrán llevarla a cabo de forma independiente o asociada.

Además, cuando proceda, le corresponderá el ejercicio de la potestad de vigilancia e inspección, y la potestad sancionadora en el ámbito de sus competencias.

Por otro lado, las Entidades Locales podrán:

1. Elaborar programas de prevención y de gestión de los residuos de su competencia.

2. Gestionar los residuos comerciales no peligrosos y los residuos domésticos generados en las industrias en los términos que establezcan sus respectivas ordenanzas, sin perjuicio de que los productores de estos residuos puedan gestionarlos por sí mismos en los términos previstos en el artículo 17.3. Cuando la entidad local establezca su propio sistema de gestión podrá imponer, de manera motivada y basándose en criterios de mayor eficiencia y eficacia en la gestión de los residuos, la incorporación obligatoria de los productores de residuos a dicho sistema en determinados supuestos.
3. A través de sus ordenanzas, obligar al productor o a otro poseedor de residuos peligrosos domésticos o de residuos cuyas características dificultan su gestión, a que adopten medidas para eliminar o reducir dichas características o a que los depositen en la forma y lugar adecuados.
4. Realizar sus actividades de gestión de residuos directamente o mediante cualquier otra forma de gestión prevista en la legislación sobre régimen local. Estas actividades podrán llevarse a cabo de forma independiente o en asociación de varias entidades locales.

NOVEDADES DE LA LEY DE RESIDUOS SOBRE COMPETENCIAS ADMINISTRATIVAS CON RESPECTO A LAS NORMAS ANTERIORES

La actual Ley de Residuos aporta algunas novedades en cuanto a obligaciones, estas se muestran a continuación.

Nuevas obligaciones para las CCAA y las empresas

1. Tramitación de comunicaciones de productores de residuos no peligrosos en cuantía superior a 1.000 ton/año.
2. Tramitación de una doble autorización: para la instalación y para la entidad que realiza la actividad de tratamiento, ésta última válida en todo el territorio nacional y expedida por la Comunidad Autónoma en que tenga su sede social.

Obligaciones exclusivas que afectan a las CCAA

1. Verificación del cumplimiento de objetivos sin establecimiento de criterios para su cálculo.
2. Publicación de informes anuales de producción y gestión de residuos.
3. Redacción de Programas de prevención de residuos antes del 12 de diciembre de 2013.

Otras novedades

1. Creación de una Comisión de Coordinación en materia de residuos.
   - Esta comisión supone un órgano de cooperación técnica y colaboración entre las administraciones competentes en materia de residuos.
   - Algunas de sus funciones corresponden a la elaboración de informes, dictámenes o estudios que sean solicitados por sus miembros a inicia-

tiva propia y la elaboración de recomendaciones, entre otras materias, sobre la sostenibilidad, eficacia y eficiencia de los sistemas de gestión de los flujos de residuos, exigencias de calidad del reciclado, así como sobre etiquetado o analizar la aplicación de las normas de residuos y sus repercusiones.

2. Mayor simplificación administrativa, por ejemplo la autorización de algunas actividades como el transporte, por la comunidad autónoma donde tengan la sede social.

3. Tramitación electrónica de los procedimientos administrativos y de las obligaciones de información previstas.

LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS

El sistema de producción actual es la causa de los problemas de la generación y gestión de residuos a los que nos enfrentamos actualmente. Nuestro modelo de desarrollo se basa sólo en la producción desmesurada de productos de consumo sin tener en cuenta los costes medioambientales y sanitarios que genera. A continuación se muestran algunas de las perversiones de este sistema productivo insostenible.

LA INEFICIENCIA EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

Lo que hace que un material se defina como residuo es que se genera de forma no deseada durante su proceso de producción, su uso o tras su consumo final. Como ningún proceso tiene un rendimiento del 100%, los residuos materiales que se generan revelan el grado de eficiencia del proceso de producción. Actualmente conceptos como los de *"prevención"* y *"ecodiseño"* están orientados a producir bienes de consumo pensando en el fin de vida del mismo.

Diseñar para reducir el impacto ambiental manteniendo el valor competitivo del bien de consumo es uno de los objetivos de estos términos. En numerosas ocasiones es posible que pequeñas variaciones en el diseño y sistema de producción generen productos que sean fácilmente reciclables al llegar el fin de su vida útil.

Actualmente existen herramientas de gestión que promueven estas iniciativas y son ya numerosas las empresas que han incorporado modificaciones en sus productos y sistemas de producción de cara a la prevención y el ecodiseño.

Además de ser un valor añadido de la marca en calidad y respeto por el medio ambiente, muchas veces supone un ahorro económico para la misma o por lo menos no necesariamente dichos cambios van asociados a un aumento en costes para la empresa.

ASUMIR QUE EL PLANETA TIENE UNA CAPACIDAD LIMITADA

El sistema productivo actual es un generador neto de materiales residuales. Está basado en el concepto erróneo de que la tierra es capaz de asimilar todos los vertidos y residuos que se liberan al medio ambiente. En los últimos años se han ido desarrollando nuevas herramientas legislativas que intentan involucrar a todos los agentes implicados y frenar esta degradación y sobreexplotación del medio. En España, el ámbito de los residuos ha evolucionado mucho en los últimos 20 años pero todavía queda mucho por hacer.

No debemos olvidar que la responsabilidad es de todos. Todos consumimos, contaminamos y generamos residuos. Los legisladores tienen la responsabilidad de elaborar leyes justas y adecuadas a la realidad, las Administraciones Públicas deben velar porque estas leyes se cumplan y gestionar y administrar con responsabilidad los recursos económicos destinados a cumplir con los objetivos marcados, los productores deberán asumir la responsabilidad asociada a su actividad y cumplir con la normativa vigente, y por último los ciudadanos deberemos igualmente cumplir con nuestra responsabilidad de consumidor sensibilizado, generador y poseedor del residuo. El consumidor debe tomar de forma consciente las herramientas que se le brindan para realizar un consumo responsable y una adecuada segregación de los residuos que genera, haciendo uso tanto de los contenedores dispuestos en calle como de los puntos limpios y otros sistemas destinados a garantizar una adecuada gestión.

Generación y composición de los residuos

José Vicente López Álvarez.
Universidad Politécnica de Madrid.

- Introducción 39
- Principales fracciones o componentes de los residuos sólidos urbanos 41
- Clasificación por origen y por vía de gestión 47
- Generación de residuos 51
  - Aspectos que influyen en la generación y en la composición de los residuos 56
  - La composición de los residuos urbanos: metodología para su conocimiento 59
- Referencias y estudios de generación y composición 67
  - La generación de residuos en los domicilios. Estudio "Pesa la Brossa" 67
  - Estudio de la composición de los residuos municipales en Cataluña 69
  - Estudio sobre la generación de residuos comerciales en Cataluña ... 73
- Aspectos relevantes de los materiales que componen los residuos municipales 75
  - Características físicas 75
  - Características químicas 77
  - Características biológicas 79
- Bibliografía 172

INTRODUCCIÓN

Los residuos urbanos comprenden todos los residuos generados en los núcleos de población, producto de la actividad doméstica, la actividad comercial y los servicios. La normativa estatal básica de residuos no proporciona una definición concreta para los residuos urbanos, sino que define por separado los dos grandes grupos que los componen: los **residuos domésticos** y los residuos comerciales. En concreto la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados* define los residuos domésticos como aquellos *"generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas"*. También se consideran residuos domésticos *"los similares a los anteriores generados en servicios, comercios e industrias"*, así como los *"procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados"*. Igualmente, son considerados residuos domésticos los *"que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria"*. Por su parte define los **residuos comerciales** como *"residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados así como del resto del sector servicios"*.

Para estos dos grandes grupos de residuos urbanos, los domésticos y los comerciales, la normativa establece, como veremos en un capítulo específico, diferente régimen administrativo en la gestión, reservando a las Entidades Locales la competencia exclusiva para la gestión de los residuos domésticos y estableciendo para los productores de residuos comerciales la obligación de garantizar la gestión de sus residuos. La variedad de orígenes conlleva una gran heterogeneidad

en las cantidades generadas así como en la composición de los residuos que a su vez se ve influenciado por multitud de factores como la época del año, el nivel socioeconómico de los ciudadanos, la tipología de población así como del tipo de actividad económica y turística entre otros aspectos. Todo ello hace muy complejo determinar con cierta precisión la cantidad y composición de los residuos. Sin embargo es importante tratar de afinar en esta información porque de ello depende en gran medida que se puedan definir estrategias claras y viables para una gestión eficiente de los residuos y poder alcanzar los objetivos de preparación para la reutilización y el reciclado marcados por la normativa europea y estatal y el resto de objetivos ambientales. Por ello es transcendente saber quién produce los residuos, qué residuos, dónde, cuándo y cuánto se genera.

PRINCIPALES FRACCIONES O COMPONENTES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Aunque es evidente la enorme heterogeneidad de los residuos urbanos, podemos identificar algunas fracciones que están siempre presentes:

Materia orgánica: por norma general es el componente mayoritario en la composición de los residuos urbanos. Está compuesto principalmente por restos de comida y, en menor proporción, por restos de jardinería, y otros materiales de naturaleza orgánica.

Plásticos: es un flujo de residuos muy heterogéneo formado por objetos y materiales compuestos por una combinación de polímeros con aditivos con el fin de obtener materiales con unas propiedades determinadas. Se trata de compuestos de naturaleza orgánica, y en su composición intervienen fundamentalmente el carbono y el hidrógeno, además de otros elementos, en menor proporción, como oxígeno, nitrógeno, cloro, azufre, silicio, fósforo, etc. Los plásticos se pueden obtener a partir de recursos renovables o no renovables, aunque principalmente se elaboran a partir de petróleo.

Existen tres grandes familias de polímeros: **termoplásticos**, **termofijos** y **elastómeros**. Sus usos son muy variados y en los residuos urbanos predominan los destinados a envases y embalajes. Los más empleados son los polímeros termoplásticos que se pueden dividir en:

- **Poliolefinas**, que pueden ser:
  - **PEBD** (polietileno de baja densidad).
  - **PEAD** (polietileno de alta densidad).
  - **PP** (polipropileno).
- **PVC** (policloruro de vinilo).
- **PS** (poliestireno).
- **PET** (politereftalato de etileno).

Vidrio: los componentes principales de la materia primaria del vidrio son la arena (sílice), sosa (carbonato sódico) y caliza (carbonato cálcico), además de otras sustancias como, por ejemplo, colorantes, etc. Las materias primas se funden en hornos a altas temperaturas (1.500 ºC) y el vidrio resultante en estado fluido (a 900 ºC) se distribuye en los moldes que le darán forma.

Papel/cartón: los residuos de papel y cartón presentes en los residuos urbanos proceden, en gran medida, del mismo material que ha sido reciclado a partir de su recogida separada. La materia primaria fundamental del papel/cartón es la madera, que es descortezada y astillada para posteriormente y mediante un tratamiento mecánico o químico o combinaciones de ambos extraer las fibras a

partir de las cuales se forma la pasta de celulosa cruda. Estas fibras se añaden al proceso de reciclado de papel/cartón recuperado para posteriormente proceder a la fabricación de láminas de papel o cartón con diferentes procesos de lavado y blanqueado, según el grado comercial que se desee.

Textil: constituido principalmente por fibras sintéticas y de algodón, encontrando en menor medida otros materiales como lana y lino. Los residuos de textil además suelen presentar mezcla de materiales tejidos y accesorios que complementan las prendas (cremalleras, botones, etc.).

Acero: el acero mayoritario en los residuos urbanos es el procedente de envases de alimentación y bebidas como latas de conserva y bebidas. Generalmente se presenta como una lámina obtenida a partir del mineral de hierro, revestida por ambas caras con una película de estaño. Las principales propiedades del acero son su ligereza y su condición magnética, lo que facilita su reciclado posterior. Así mismo es un componente presente en residuos voluminosos como perfiles, vehículos, muebles, menaje…

Aluminio: es un material metálico no férreo obtenido mediante un proceso electrolítico de la alúmina de la bauxita, cuyas principales características son la ligereza, la alta conductividad, su resistencia a la corrosión y su gran deformabilidad, lo que lo lleva a ser utilizado en múltiples sectores (transporte, construcción, etc.), aunque en los residuos urbanos predomina el aluminio utilizado como envases.

Cartón para bebidas (Brik): está formado por una lámina de cartón (75-80%), otra de aluminio (5%) y otra de film de polietileno (20%). Su ligereza, su capacidad de conservación de los alimentos en condiciones óptimas y su facilidad de almacenamiento y transporte hace que tenga un uso muy adecuado como envase de bebidas y alimentos.

Materiales Celulósicos: servilletas, manteles, papel de cocina, etc. Se suelen identificar de forma separada de la fracción de papel/cartón por sus características diferenciales en composición y presentación (normalmente con restos de productos orgánicos).

Textil Sanitario: formado por pañales, compresas, bastoncillos, discos mamarios, toallitas húmidas o pequeños residuos de curas domésticas (tiritas, esparadrapo, vendas, gasas, algodón, etc.).

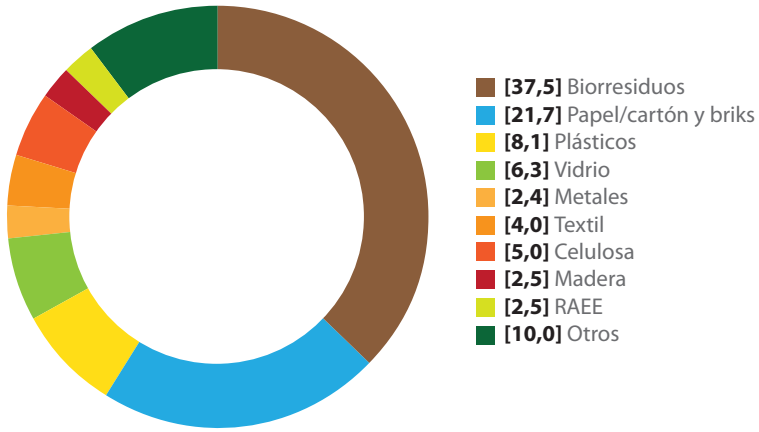
Otros componentes: además hay una serie de fracciones presentes en los resi-

duos urbanos de forma habitual y que por sus características (volumen, toxicidad, peligrosidad, etc.) normalmente son gestionados mediante puntos limpios o sistemas integrados de gestión (SIG) especializados en los mismos. Algunos de estos residuos especiales son:

- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE): teléfonos móviles, ordenadores, eletrodomésticos línea blanca, pequeños electrodomésticos, etc.
- Pilas y baterías.
- Lámparas fluorescentes y bombillas de bajo consumo.
- Termómetros.
- Muebles y enseres.
- Escombros procedentes de obra menor.
- Productos químicos en forma de barnices, colas, disolventes, etc.
- Baterías de vehículos.
- Aceites vegetales.
- Medicamentos.

Gran parte de estos flujos pueden ser separados y reciclados para poder ser reintroducidos de nuevo en la cadena productiva minimizando así su depósito en vertedero, y disminuyendo por tanto su impacto ambiental asociado.

La composición agregada de los residuos domésticos y comerciales varía de una Comunidad Autónoma a otra, de una localidad a otra y se ve afectada por aspectos como la estacionalidad, la mayor o menor presencia de comercios y establecimientos de servicios y administrativos, el tipo de población, las características del territorio… Aunque es difícil hablar de una composición agregada promedio a escala nacional, en los últimos años se han desarrollado diferentes estudios, que proporcionan un primer acercamiento al tema. De entre ellos citamos el estudio multiparticipante (con participación de más de una veintena de administraciones y entidades públicas y privadas) de la Fundación para la Economía Circular, elaborado en el año 2014: *"Estrategias para la gestión sostenible de los residuos en el horizonte 2020"*. En dicho estudio se aportó una composición promedio de referencia para los residuos domésticos y comerciales, tanto de gestión pública como de gestión privada; reproducimos a continuación dicha composición:



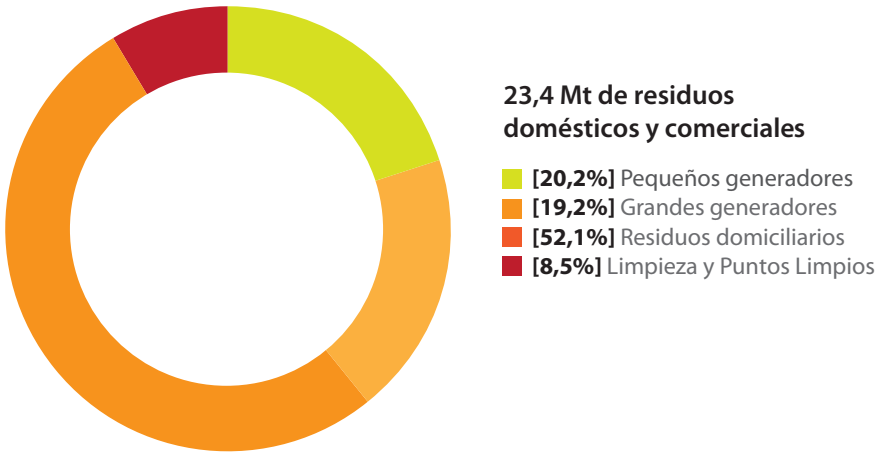
Fuente: Estrategias para la gestión sostenible de los residuos. FEC 2014

En posteriores apartados se proporcionan más referencias de datos y se aporta información sobre la forma de obtener la foto de la composición de los residuos urbanos.

CLASIFICACIÓN POR ORIGEN Y POR VÍA DE GESTIÓN

Los residuos urbanos se pueden clasificar por su origen en: **domésticos**, generados en los hogares; **comerciales**, generados por la actividad económica y comercial incluidos oficinas y centros públicos; los generados en la vía pública como consecuencia o no de la actividad humana (limpieza, mantenimiento de parques y jardines, vehículos abandonados, etc.), y los **industriales asimilables a los domiciliarios** y generados por las industrias.

Resulta extremadamente complicado disponer de datos de generación en función de su origen, dado que en la mayoría de municipios los flujos de recogida municipal incluyen residuos de diferentes procedencias (normalmente de origen doméstico y de pequeños comercios, servicios e industrias urbanas y, en ocasiones, los procedentes de limpieza viaria y mantenimiento de parques y jardines), de forma que el pesaje de los residuos se hace a la entrada de las instalaciones de tratamiento de forma conjunta para todos los residuos recogidos en un mismo vehículo. Existen algunos estudios en los que se han obtenido estimaciones de las cantidades de residuos generadas en función del origen, entre ellos el citado anteriormente de la Fundación para la Economía Circular:



Fuente: Estrategias para la gestión sostenible de los residuos. FEC 2014

A su vez, los residuos generados en cada uno de estos orígenes se canalizan dentro de una diversidad de flujos o fracciones recogidas separadamente o de forma agregada; es decir, el residuo sólido de la oficina, de la pequeña industria, de la vía pública (barridos y hojas) y el del domicilio pueden acabar en un mismo contenedor o en contenedores específicos instalados para su recogida de forma separada. Además en cada uno de los municipios los residuos se generan en mayor o menor medida igualmente que su composición (para cada entidad es suya particular), dependiendo de muchos factores como la actividad comercial e industrial, la superficie viaria y de parques y jardines, el nivel de renta y consumo, etc. acabando en un único flujo o multiples dependiendo de la gestión que se haga de los residuos.

Una de las posibles clasificaciones por origen y flujo de la generación de residuos municipales es la propuesta realizada por un **Grupo de Trabajo de Residuos** formado por técnicos y responsables en la gestión de residuos de las diferentes Comunidades Autónomas, Entidades Locales así como por sistemas integrados de gestión y empresas del sector públicas y privadas. La clasificación que plantea este Grupo de Trabajo procede de un análisis de cómo las propias entidades gestoras de residuos clasifican actualmente sus residuos en distintos flujos a los que pueden dar distintos nombres para una misma procedencia. Por ejemplo, en un caso pueden denominarlo barridos, en otros limpieza viaria, en otros hojas y papeleras, tratándose del mismo origen (estas clasificaciones son particulares de cada entidad y no están normalizadas). Se busca aproximarse al conocimiento de la generación total desde el conocimiento del fin como residuo en los diferentes flujos donde se gestiona. El Grupo de Trabajo para ello

propone clasificar la generación en 3 bloques en función del origen y su gestión (Clasificación ABC):

- **Categoría A. Residuos domiciliarios y procedentes del pequeño comercio y pequeñas actividades económicas e institucionales.** En esta categoría se encuentran la fracción resto, las diferentes recogidas separadas y lo correspondiente a puntos limpios y al resto de recogidas específicas (escombros, muebles y enseres, etc.). Estos flujos normalmente son gestionados por los servicios públicos municipales ya sea de forma directa o indirecta.
- **Categoría B. Residuos generados por la actividad de la vía pública.** Engloba servicios de limpieza viaria, residuos de playas, parques y jardines, etc. que están normalmente también gestionados por canales públicos.
- **Categoría C. Residuos producidos por la actividad económica de un gran generador.** Aquellos que bien sean gestionados por un servicio público o privado de manera diferenciada y exclusiva y sean consecuencia de la actividad económica.

A su vez, cada una de estas categorías incluirían diferentes flujos con gestión diferenciada. Por ejemplo, en el caso de la categoría A, se podría separar en:

- **Recogida de la fracción resto.**
- **Recogidas separadas:**
  - Envases ligeros.
  - Vidrio.
  - Papel/cartón monomaterial.
  - Materia orgánica.
  - Ropa y/o calzado.
  - Otros.

GENERACIÓN DE RESIDUOS

Las estadísticas de generación se realizan a través de la catalogación de los residuos con los códigos LER (Lista Europea de Residuos) o códigos CER[1]. El gestor del residuo identifica en los centros de tratamiento y/o eliminación el residuo depositado y su origen, municipio o en su caso empresa gestora y residuo transportado de acuerdo a la clasificación LER. Los centros de tratamiento y/o eliminación informan a las Comunidades Autónomas de las cantidades depositadas, gestionadas, su origen y categoría LER mediante las memorias de gestión, y éstas a su vez informan al Ministerio actualmente de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) para la elaboración de las estadísticas de generación y reciclado. Asimismo, el INE lleva a cabo encuestas, dirigidas a datos sobre recogida y tratamiento de residuos urbanos (encuesta anual), generación de residuos comerciales y de la construcción (encuesta bienal) y generación de residuos industriales (encuesta bienal). Esta información completa es recopilada a través de las memorias de gestores. En el año 2012, según datos del MAGRAMA[2], se recogieron en España 21,1 millones de toneladas de residuos domésticos. Del total de residuos recogidos, 17,9 millones de toneladas fueron recogidas como residuo mezclado y otros 3,2 millones de toneladas se recogieron mediante recogidas separadas. Ello representa una generación de 448 kg/hab; es decir, 1,23 Kg/hab y día.

1 http://www.ine.es/daco/daco42/resiurba/equivalencias.pdf

2 http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/08-II-D-Gestion_residuos_tcm7-286710.pdf

Generación de residuos (kg/hab/año)

	2009	2010	2011	2012
Toneladas	23.575.435	22.671.228	21.934.514	21.170.517
Habitantes (INE)	46.745.807	47.021.031	47.190.493	47.265.321
Kg/hab. año	504	482	465	448

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del MAGRAMA y del INE

Debido al procedimiento de obtención de la información, en los datos proporcionados por el MAGRAMA no están incorporados, salvo en una pequeña parte, los residuos comerciales gestionados por vía privada y sí se incluyen algunos residuos industriales no domésticos (en particular residuos mezclados), pero que son gestionados por los servicios municipales. Por otra parte, los datos publicados no permiten diferenciar por orígenes; doméstico, vía pública, comercial e industrial. Esto es debido fundamentalmente a dos razones: se gestionan los orígenes mezclados (van al mismo contenedor), y cuando no es así se identifican en destino como mezclados; es decir, un residuo industrial asimilable, o de limpieza viaria estará catalogado bajo el código LER 20 03 01 – Mezcla de Residuos Municipales, al igual que un residuo generado en un domicilio, teniendo una composición muy diferente.

El Grupo de Trabajo mencionado anteriormente, ha llevado a cabo una recopilación de datos publicados en varias memorias de entidades locales y empresas públicas dedicadas a la gestión de residuos con el fin de tratar de conocer más detenidamente las cantidades de residuos generadas diferenciadas por origen (y siguiendo la Clasificación ABC propuesta por el propio Grupo). Las memorias recopiladas y los datos obtenidos se muestran a continuación:

Generación de residuos obtenida a través de memorias publicadas por Entidades Locales y Empresas Públicas

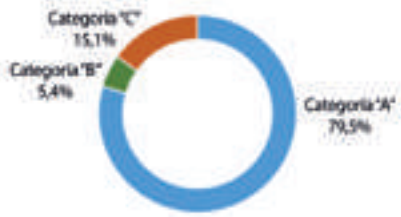
			Kg/hab y año			
Entidad Local	Año	Población	A	B	C	TOTAL
Ayuntamiento de Madrid	2010	3.273.049	355,7	33,7	59,8	449,2
Ayuntamiento de Fuenlabrada	2010	198.973	324,5	16,3	43,2	384,0
Ayuntamiento de Zaragoza	2011	674.725	379,9	18,8	51,4	450,1
Ayuntamiento de Málaga (LIMASA)	2010	600.000	481,5	21,7	85,6	588,8
Ayuntamiento de Rivas-Vaciamadrid	2010	72.896	309,0	48,6	59,0	416,6
Mc de Txingudi (Irún y Hondarribia)	2010	77.402	410,7	19,0	178,0	607,7
Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz	2010	235.455	366,7	36,4	0,7	403,8
Ayuntamiento de Granada	2011	240.099	509,8	15,6	38,7	564,1
Mc de Sasieta	2011	69.605	407,9	9,6	97,7	515,2
Diputación foral de Bizkaia	2009	1.152.000	397,7	11,2	135,5	544,4
		Promedio	382,7	25,8	72,9	481,4
		Porcentaje	79,5%	5,4%	15,1%	100,0%

A. Domicilios, pequeño comercio y pequeñas actividades económicas, centros oficiales, oficinas, etc.
B. Actividad en la vía pública.
C. Actividad económica.

Fuente: Grupo de Trabajo de Residuos, 2014

Generación de residuos obtenida a través de memorias publicadas por Entidades Locales y Empresas Públicas. Análisis de Variabilidad

	A	B	C	TOTAL
Media	382,7	25,8	72,9	**481,4**
Máxima	509,8	48,6	178,0	**607,7**
Mínima	309,0	9,6	0,7	**384,0**
Desv.	63,3	12,5	51,4	**81,6**
Desv. %	17%	48%	71%	**17%**



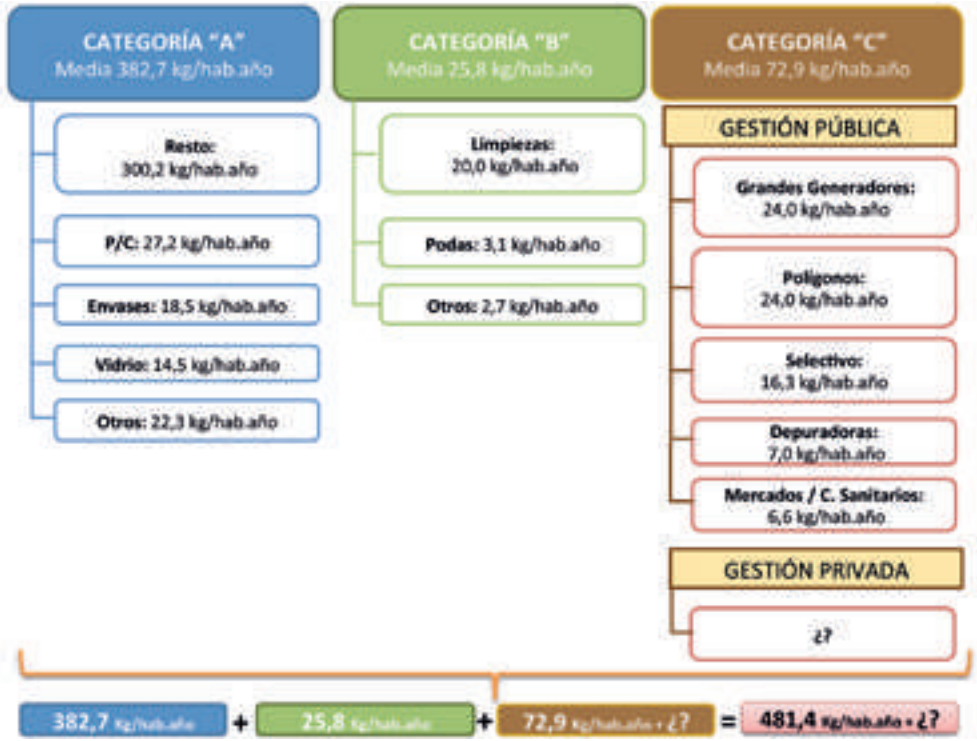
Fuente: Grupo de Trabajo de Residuos, 2014

Como se puede observar en los rangos mostrados anteriormente, hay una elevada variabilidad. Entre otros motivos, las diferencias pueden quedar explicadas principalmente por dos causas:

- No siempre están todos los flujos de la clasificación reflejados en las memorias, sino que algunos de ellos quedan englobados dentro de otros (es decir, que un flujo no quede reflejado en la memoria no implica que no exista).
- Entre unas entidades locales y otras es normal que se muestren valores diferentes dado que hay un conjunto de factores que influyen de forma directa tanto en la cantidad generada como en la composición de los residuos. Por ejemplo, en el caso del Ayuntamiento de Málaga en los datos del grupo A están incluidos los residuos procedentes de la limpieza de playas.

Los datos mostrados anteriormente se corresponden con la media de las memorias publicadas por lo que son una aproximación y difícilmente son extrapolables a la media nacional ni mucho menos aplicables a cada uno de los municipios. Lo importante de esta clasificación es tener en cuenta que todos estos flujos de residuos se estarían generando en un municipio y que, por lo tanto, si no se dispone de valor para uno de los flujos, eso no quiere decir que no se genere, sino que se está gestionando integrado en otro de los flujos.

Estimación de la generación de residuos por categoría y flujo



Fuente: Grupo de Trabajo de Residuos, 2014

El objetivo de reciclado del 50% para el año 2020 se refiere, de acuerdo a la Ley 22/2011, a los residuos domésticos y comerciales, tanto de gestión pública como de gestión privada. Por lo tanto, para llevar a cabo el seguimiento de objetivos es necesario disponer del dato completo. Los datos relativos a los residuos con gestión pública se encuentran incorporados en las memorias de gestión, sin embargo, las cantidades de residuos gestionadas de forma privada son más difíciles de conocer a través de memorias. Son residuos que acaban siendo reciclados a través de uno o varios gestores en cadena, de un pequeño almacén a otro intermedio donde se clasifica o no hasta el tratamiento final pudiendo acabar en ocasiones en la exportación. Esto hace que su conocimiento no sea tan sencillo como sumar lo gestionado por cada gestor de residuos pues posiblemente estaríamos sumando el mismo residuo varias veces. Si por otra parte considerásemos lo generado sumando las entregas de residuos en los tratamientos finalistas de reciclado estaría faltando el material exportado y por el contrario sumando materiales importados.

El Grupo de Trabajo, a su vez, también ha estimado qué cantidad supondría la generación de residuos gestionados de forma privada, lo cual tiene gran importancia fundamentalmente porque son materiales que seguramente sean reciclados, lo que ayudaría a contribuir a los objetivos de preparación para la reutilización y el reciclado. Mediante la recopilación de datos publicados en diferentes Asociaciones sectoriales y empresas generadoras y gestoras, el Grupo de Trabajo ha estimado que los residuos gestionados de forma privada supondrían en torno a **60 Kg/hab. y año**.

ASPECTOS QUE INFLUYEN EN LA GENERACIÓN Y EN LA COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

Como se ha comentado previamente, se debe tener en cuenta que no todas las poblaciones generan la misma cantidad y tipología de residuos. Se sabe que parámetros como el nivel socioeconómico, tamaño de la población, época del año, actividad económica, influencia turística, etc. son claves para determinar la tipología y cantidad del residuo generado. Además de estas diferencias ligeramente previsibles entre distintos países, fruto del nivel de desarrollo y consumo de éstos, también se observan diferencias menos previsibles entre Comunidades Autónomas e, incluso, entre ciudades similares de un mismo país. En los últimos cinco años la tendencia de la generación de residuos en España ha sido descendente, fruto de la crisis, de la emigración y del descenso poblacional en general. Salvo estas circunstancias se verifica también que la aparición de nuevas actividades genera nuevos residuos, mayor actividad comercial e industrial, nuevos hábitos de consumo, etc. que provocan un incremento continuado en la generación a pesar de que, a su vez, aumente la tasa de recuperación y tratamiento de los diferentes materiales desechados *(Fernando, A.; Torrejón, R. y López, J.V., 2013)*.

Influencias del tipo de población. Es una evidencia que la cantidad de residuos bruta generada depende del tamaño de la población; es decir, del número de habitantes de la misma, siendo normalmente proporcional a ésta. Este efecto se produce principalmente por las siguientes particularidades:

- **Mayor número de actividades comerciales, de servicio e industriales.** Es comprensible que al tratarse de una población mayor, ésta entrañará mayor número de actividades que cubran, al menos, las necesidades de la localidad, generando inevitablemente, diferentes tipologías de residuos. Por el contrario, en una localidad pequeña de carácter rural la actividad comercial e industrial es escasa, sino nula y los residuos son principalmente domésticos. No digamos ya, el caso de ciudades emergentes, en el que el crecimiento económico desmesurado genera a su vez una incapacidad real de gestionar adecuadamente los residuos, como por ejemplo: Shanghai, Seúl, Río de Janeiro, Ciudad de México y otras muchas más.
- **Hábitos de consumo asociados al aprovechamiento limitado del tiempo y a la cultura del "usar y tirar".** En las grandes ciudades, los hábitos de consumo tanto de los habitantes como de la población "flotante[3]" difieren mucho de los de las pequeñas poblaciones. Por poner un ejemplo, mucha de la población activa de la gran ciudad, al trabajar a una distancia considerable de su domicilio, come todos los días fuera de casa generando los correspondientes residuos en su lugar de trabajo o restaurante pertinente. También en el domicilio, al disponer de menos tiempo, se tiende a consumir productos envasados que necesitan una menor preparación o dedicación y mayor tiempo de conservación. En definitiva, se consume más y de diferente forma. Se generan más residuos.

Influencia de la variación estacional de la población. Se pueden diferenciar dos tipos de núcleos urbanos en función de la estacionalidad de su población:

- **Zonas vacacionales:** donde se dan picos de población en determinadas épocas del año, correspondientes con las temporadas vacacionales (navidad, Semana Santa, verano, etc.). En concreto, según fuente del IET, en el año 2013 España recibió 60,6 millones de turistas extranjeros. Seis Comunidades Autónomas son las receptoras del 90% de estos turistas. Por orden: Cataluña, Baleares, Canarias, Andalucía, Comunidad Valenciana y Madrid. Y de ellos, más del 36% pernoctan en alojamientos no regulados (apartamentos, casas de amigos…). Además, el 50% de este turismo se concentra en los meses de verano, con lo cual la carga de residuos soportada en estas zonas y épocas es crítica, cuestión que no ocurre en otros países en los que la carga turística se distribuye durante casi todo el año.
- **Grandes ciudades:** al contrario que en las zonas vacacionales, en estos núcleos la población se reduce en los periodos vacacionales, por lo que la generación de residuos también se ve reducida.

Este factor, entre otros, explica las diferencias de generación per cápita en ciudades "turísticas" frente a "no turísticas" pues el dato de generación se calcula por habitante censado (publicado en el INE) y no generador, dado que no se conoce cuanta gente acude de visita a cada municipio. Esto explica que municipios costeros tengan datos de generación de 800 kg/habitante frente a la media de 400 kg, debido a los producidos por los habitantes censados más los correspondientes a la generación de los visitantes.

3 Población no residente en la localidad pero que diariamente acude a la misma por motivos de trabajo, ocio u otros.

Época de año. Otro factor que influye en la generación de residuos es la época del año. El consumo de alimentos varía y, como consecuencia, también fluctúa la generación de residuos.

- **Invierno:** se consumen, generalmente, mayor cantidad de alimentos envasados.
- **Verano:** se tiende a consumir más alimentos con menor envasado y frescos (más limpios para tratamientos propios de la fracción orgánica).

Tipo de residuos domésticos generados en función de la época del año

Época del Año	Residuos generados
Época estival	Residuos con una mayor componente orgánica, relacionada con alimentos frescos, verduras y frutas
Época invernal	Mayor consumo de alimentos envasados

Nivel de vida. En España, el crecimiento de la población experimentado desde finales de los años 90 ha venido impulsado por el crecimiento económico, exceptuando los últimos años, lo que se ha traducido en un incremento significativo del Producto Interior Bruto (PIB) y en la paralización o estancamiento de los últimos años. Una mayor actividad económica junto con un aumento de población en las últimas décadas, ha llevado asociado un aumento en la generación de residuos. Es importante aclarar que la generación de residuos ha aumentado pero no al mismo ritmo que el crecimiento económico, ya que la tendencia se ha suavizado en estos dos últimos años. Como ejemplo, ECOEMBES hace una comparativa entre la evolución de la generación de residuos de envases per cápita (domésticos, comerciales e industriales) frente a la evolución del PIB.

Textualmente, señala que desde el año 2000, el PIB ha aumentado más de lo que lo ha hecho la generación de residuos de envases por habitante. Es importante destacar que en los años anteriores a 2007 la generación de residuos de envases puestos en el mercado por las empresas adheridas a ECOEMBES experimentó un crecimiento sostenido inferior al crecimiento del PIB (54% crecimiento PIB frente al 17% crecimiento de los residuos de envases por habitante). A partir de 2007, se observa una reducción del 5% del PIB mientras que, para el mismo periodo, la puesta en el mercado de envases por empresas adheridas a ECOEMBES se ha reducido un 22,1%. Por tanto, ambos elementos presentan un comportamiento íntimamente relacionado: cuando el PIB sube, la generación de residuos sube aunque en menor proporción. Y, a su vez, cuando el PIB baja, también lo hacen los residuos pero, en este caso, en mayor proporción. Una posible explicación de este fenómeno podría

ser el resultado de la educación ambiental aplicada en una sociedad con un desarrollo económico positivo, la aplicación de medidas de prevención y ecodiseño en las empresas envasadoras (temas que se tratará en textos posteriores) unido a un incipiente consumo responsable de los ciudadanos (aunque no menor) dando como resultado la disminución de ritmo en el aumento de la generación de residuos de envases respecto al incremento de su riqueza *(ECOEMBES, 2013)*.

En resumen, el aumento de la riqueza de un país o región conlleva un incremento en la generación de residuos pero no necesariamente crecen ambos factores al mismo ritmo. El tamaño de la población y sus características socioeconómicas son las variables que influyen principalmente en la generación de residuos sólidos de origen doméstico *(Fernando, A.; Torrejón, R. y López, J.V., 2013)*.

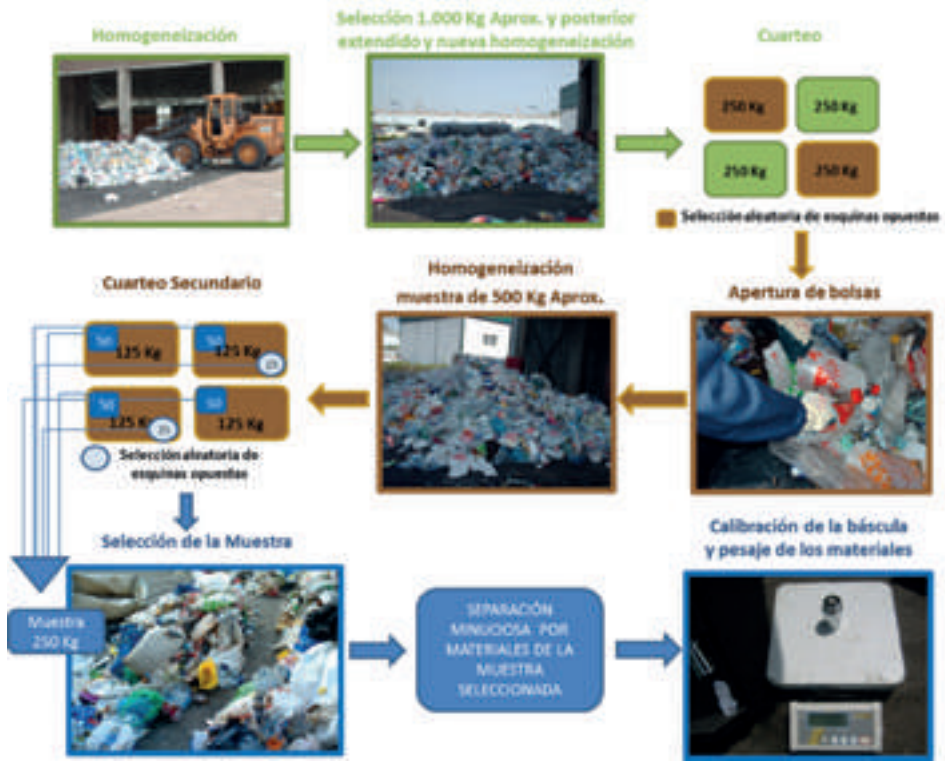
LA COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS URBANOS: METODOLOGÍA PARA SU CONOCIMIENTO

Como hemos visto al principio del capítulo, el residuo urbano está constituido por una mezcla heterogénea de la que interesa conocer la cantidad de cada una de las fracciones o componentes que la forman, y eso se lograría desagregando la mezcla en sus fracciones y pesándolas en las instalaciones de recepción de residuos, para todas las fracciones y todos los origenes, de todos y cada uno de los municipios y de todos y cada uno de los camiones, lo que resultaría inviable. Por este motivo, para conocer la composición de los residuos en un ámbito territorial concreto, se recurre a un método de estimación estadística, basado en la selección de un número acotado de muestras (distribuídas aleatoriamente entre los diferentes orígenes y fracciones) sobre las que se procede a la desagregación en un elevado número de fracciones y que se denomina caracterización.

Una caracterización es un proceso basado en la separación y pesado de todos los diferentes materiales de una muestra que, normalmente, se lleva a cabo en las propias instalaciones donde llegan los residuos procedentes del proceso de recogida. La operativa de realización de la caracterización es muy simple.

En primer lugar se debe obtener una muestra de unos 1.000 kg. bien del vehículo de recogida (procedente de una ruta determinada) o del foso/playa de la instalación. En ambos casos se procede a una homogeneización por medios mecánicos para conseguir que la muestra seleccionada represente, de la mejor forma posible, a la totalidad del flujo caracterizado. Esta muestra de 1.000 kg es extendida y homogenizada nuevamente y es dividida en cuatro partes similares (cuarteo) de unos 250 kg. Se escogen dos esquinas opuestas elegidas al azar las cuales tras abrir las bolsas que estuviesen cerradas, vuelven a ser mezcladas y homogeneizadas. A continuación se efectúa un segundo cuarteo de los 500 kg. seleccionados anteriormente, de donde se escogen 50 kg. de cada cuarto más 25 kg. de dos cuartos opuestos elegidos nuevamente al azar. Todo ello dará una muestra final de 250 kg. aproximadamente, que

es sobre la que se hace una minuciosa separación agrupando materiales y posteriormente pesando cada una de estas agrupaciones. Este proceso para evitar contaminaciones de la muestra se realiza sobre superficies pavimentadas y totalmente limpias.



A continuación se muestra, a modo de ejemplo, una tabla con la diferenciación por materiales aplicada en las caracterizaciones de envases ligeros realizadas por ECOEMBES:

Caracterización de envases ligeros por materiales

CARACTERIZACIÓN DE
Planta de Selección de
CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE ENTRADA

Empresa Caracterizadora:	CONTROLMAS		**Media**
Fecha de entrada:	15/04/2015		
Procedencia del material:	Ayuntamiento de Tauba		
Datos del camión:	**Hora: 10:05**		
	Matrícula: 7770FNP		
	Peso neto: 1540,00 kg		
	Porcentaje de Rendo: 75%		
Material:	**Cantidad (Kg.)**	**% Peso**	
MATERIAL SOLICITADO			
PET (1)	51,65	20,49	20,49
PEAD Natural	6,51	2,58	2,58
PEAD Color	17,16	6,81	6,81
PVC	0,17	0,07	0,07
Film (Excepto bolsa de un solo uso)	26,38	10,46	10,46
Film bolsas de un solo uso	12,52	4,97	4,97
Resto de Plásticos (2)	17,43	6,91	6,91
Acero	26,33	10,44	10,44
Aluminio	1,94	0,77	0,77
Brik	26,63	10,56	10,56
Madera	0,09	0,04	0,04
MATERIAL NO SOLICITADO			
Materia Orgánica	4,03	1,60	1,60
Restos de jardín y podas	0,90	0,36	0,36
Celulosas (3)	2,46	0,98	0,98
Textiles	6,98	2,77	2,77
Madera no envase	0,79	0,31	0,31
Madera Envase Comercial-Industrial	0,09	0,04	0,04
Vidrio (envases)(4)	5,33	2,11	2,11
Plásticos no envase (Excepto Film Bolsa Basura)	11,00	4,36	4,36
Film bolsa basura	2,79	1,11	1,11
Plásticos Envase Comercial Industrial(Excepto Film Comercial-Industrial)(5)	2,15	0,85	0,85
Film Comercial-Industrial	1,91	0,76	0,76
Restos de obras menores	0,75	0,30	0,30
Acero no envase	1,16	0,46	0,46
Acero Envase Comercial-Industrial	0,22	0,09	0,09
Aluminio no envase	0,12	0,05	0,05
Aluminio Envase Comercial-Industrial	0,01	0,00	0,00
Otros (indicar significativos)*(6)	11,06	4,39	4,39
PAPEL/CARTÓN			
Papel Impreso	5,77	2,29	2,29
Envase Doméstico con Punto Verde	3,78	1,50	1,50
Envase Doméstico sin Punto Verde	2,04	0,81	0,81
Envase Comercial con Punto Verde	0,30	0,12	0,12
Envase Comercial sin Punto Verde	1,67	0,66	0,66
Total Material Solicitado	**186,81**	**74,10**	**74,10**
Total Material No Solicitado	**65,31**	**25,90**	**25,90**
Total Muestra Caracterizada	**252,12**	**100,00**	**100,00**
OBSERVACIONES			

Fuente: Ecoembes

¿Qué información útil proporciona una caracterización? El resultado de una caracterización por tanto es la desagregación en materiales de un flujo agregado. Con el suficiente número de caracterizaciones se consigue que el dato medio sea representativo del flujo, en función de la variabilidad estadística de los resultados y el error muestral aceptado. Por lo tanto considerando todo lo gestionado a través de ese flujo con los porcentajes de cada fracción resultado de las caracterizaciones, se puede tener una aproximación de su composición y de las **cantidades totales generadas brutas**. Para conocer la generación de una entidad se debe repetir este procedimiento **en todos los flujos gestionados**. Agregando los resultados se obtiene una **aproximación a la generación total bruta a nivel de materiales**.

Por otra parte, una caracterización también permite conocer la cantidad de residuos que no se estarían recogiendo en los canales adecuados, también denominado **material impropio o no solicitado**, que es aquel que va en un flujo no adecuado para su reciclado. Por ejemplo papel cartón, vidrio o envases en la fracción resto. Igualmente es impropio el papel en los envases ligeros o la materia orgánica en el contenedor de envases. El material no solicitado o impropio es un error de segregación que debe ser corregido.

Caracterizaciones brutas y netas. El resultado bruto de los procesos de caracterización son las cantidades de cada material que entran en planta para su tratamiento pero no representa fielmente la generación en origen de cada material, debido a que se producen sesgos por:

- **Humedad.** Se produce una transferencia de masa de los materiales húmedos, sobre todo de la materia orgánica al resto de materiales, particularmente a los más absorbentes como el papel, celulosas, textil, etc. Es decir, el papel pesado en una caracterización de fracción resto no es el depositado en la bolsa de basura por el ciudadano sino también el resultado de haber absorbido humedad de la materia orgánica o comida presente en ella, incluso de pequeños restos de líquidos contenidos en envases abiertos, etc. La humedad depende del plazo que se haga la caracterización respecto al depósito del residuo, de la época del año y la lluvia, de la temperatura ambiente, etc.
- **Residuo adherido.** Igualmente, algunos residuos contienen en el momento de su caracterización restos de producto (por ejemplo muchos envases siguen conteniendo producto líquido o sólido). Algunos incluso lo absorben de otros residuos (como puede ser el caso de celulosas, textiles, etc.) o de la suciedad (polvo, restos de arenas, etc.) contenida en los propios residuos. Por ejemplo, el resto de tomate frito adherido a un brik será considerado en la caracterización como brik, distorsionando las cantidades generadas del material brik calculadas de esta manera. El efecto producido por el residuo adherido y la suciedad (y al igual que en el caso de la humedad) es imposible de eliminar en el momento de la caracterización.La determinación de la humedad y la suciedad o material adherido a otros materiales se realiza a través de pruebas de laboratorio donde se pesa una muestra de materiales procedentes de la planta, (peso bruto), se lavan y se secan en horno para eliminar la humedad y las impurezas o suciedad adherida y se pesa limpio. El resultado en la comparación de peso limpio y sucio es el porcentaje de humedad y suciedad de esa fracción y su aplicación a la generación bruta da como resultado la generación neta.

Cantidad Generada Bruta=Entrada en planta, material a ser tratado en los procesos

$$\text{Porcentaje de humedad y suciedad} = \frac{\text{Peso Sucio-Peso Limpio}}{\text{Peso Sucio}}$$

Cantidad generada a efectos de cumplimentos de objetivos = Cantidad Neta = Cantidad Bruta x (1- porcentaje de humedad y suciedad)

Estudios realizados por ECOEMBES y por la Agencia de Residuos de Cataluña muestran el porcentaje de diferencia entre el peso bruto (de los materiales en el momento de la caracterización) y el peso neto (tras su lavado y secado en laboratorio) como referencias del orden de magnitud de este sesgo[4].

Algunos de los datos obtenidos se muestran a continuación:

4 No existe una metodología ni procedimiento universal y comúnmente aceptado para este cálculo por lo que los datos aportados deben ser tratados como una referencia grosera de órdenes de magnitud en las correcciones.

Diferencia en peso (bruto-neto). Efecto de la humedad, suciedad y residuo adherido

Material	Residuos generados		
	Fracción resto	Fracción envases ligeros	Fracción de materia orgánica separada
PET	11 -14 %	3 %	19 %
PEAD	16 -18 %	3 %	19 %
FILM	27 - 43 %	11 - 16 %	48 - 59%
ACERO	12 - 14 %	3 %	15 %
ALUMINIO	20 - 24 %	6 %	47 %
CARTÓN PARA BEBIDAS	13 -19 %	8 %	29 %
OTROS PLÁSTICOS	26%	4 %	10%
PAPEL/CARTÓN	25%	N/D	N/D
TEXTIL	24%	N/D	34 %

Fuente: Ecoembes, Agencia de Residuos de Cataluña

Otros sesgos que se producen son los siguientes:

- **Residuos multimateriales.** Algunos productos están compuestos por varios materiales. Por ejemplo una lata de acero puede tener la etiqueta de papel, un brik puede tener el tapón de plástico, etc. En el momento de la caracterización, este tipo de residuos se catalogan normalmente bajo el material mayoritario del que está compuesto produciendo **sesgos que pueden variar entre el 3% y el 9%**.

- **Fracción finos.** Formada por material no identificable por su pequeño tamaño y que está compuesta mayoritariamente por arenas y restos orgánicos. Su cantidad depende de la naturaleza de la fracción que se esté caracterizando. La fracción finos contiene porcentajes importantes de materia orgánica no siendo computados en esta fracción. Estudios realizados por la Cátedra Ecoembes de la UPM apuntan a que el contenido podría ser en torno al 60% de materia orgánica con elevada humedad en la fracción fina procedente de la fracción resto, y el resto inertes, pequeños trozos de vidrio, arenas, etc.

Procedimiento para obtener la composición de los residuos urbanos en el ámbito de una Comunidad Autónoma. Para conocer la composición de los residuos urbanos en una Comunidad Autónoma (se aplicaría el mismo procedimiento para una agrupación de municipios diferente) se seguiría, el siguiente procedimiento:

a) Se procedería a clasificar los municipios en función de características comunes demográficas, geográficas, de nivel de renta etc. y posteriormente

a seleccionar una serie de municipios representativos de cada una de las tipologías definidas (municipios estadísticamente equivalentes).

b) Para cada uno de los municipios seleccionados se procede a identificar los diferentes flujos de residuos que se generan y que tienen composición diferente (por ejemplo, se puede utilizar el listado de la Clasificación ABC del Grupo de Trabajo de Residuos). Aplicando una metodología estadística se calcula el número de muestras que hay que seleccionar, para que sea representativo de cada municipio y de cada flujo generado, en base al nivel de confianza y porcentaje de error definidos. En el número de muestras impacta la cantidad de residuos generados pero, sobre todo, la variabilidad en su composición.

c) Realización de las caracterizaciones sobre las muestras seleccionadas, en base al procedimiento previamente definido.

d) Ponderación de las cantidades generadas de cada flujo en cada municipio, por la composición obtenida en las caracterizaciones, para obtener la caracterización promedio para cada tipología de municipio, a partir de la cual, se vuelve a ponderar para la totalidad de los municipios en base a la generación de residuos.

e) Con ello se logra obtener la composición bruta promedio de la Comunidad Autónoma. Esta caracterización representa el volumen total de residuos que entra en las instalaciones de gestión, es decir, lo que debe ser tratado, pero no representa lo que se ha generado en origen para cada una de las fracciones. Esta composición es la que se utiliza como información técnica para aplicar el tratamiento adecuado en la instalación de gestión.

f) A partir de la caracterización en bruto y aplicando las correcciones por humedad y suciedad para las distintas fracciones, se obtiene la caracterización en neto y con ella la generación neta para las diferentes fracciones, sobre la que se han de cumplir los objetivos marcados por la legislación.

REFERENCIAS Y ESTUDIOS DE GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN

En línea de lo comentado anteriormente, a finales de 2014 la Agencia de Residuos de Cataluña ha presentado varios estudios con el fin de actualizar su información relativa a la generación y composición de los residuos en esta Comunidad aportando conclusiones muy interesantes. Aunque no se puede considerar como una representación a escala nacional, sí es muy interesante conocer cómo se ha realizado esta aproximación. La información y resultados de los estudios mostrados a continuación se pueden consultar en la página de la Agencia de Residuos de Cataluña (http://residus.gencat.cat/).

LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LOS DOMICILIOS. ESTUDIO "PESA LA BROSSA"

Este estudio, en el que han participado entre otros la Generalitat de Cataluña, la Agencia de Residuos de Cataluña y ECOEMBES, ha analizado las cantidades de residuos generados en los hogares catalanes. Para ello, se ha contado con la participación de 300 domicilios (denominados panel de hogares) que han cuantificado durante un año los residuos que han generado. El panel estaba formado por una representación de toda la Comunidad Autónoma, con la participación de hogares de varias zonas geográficas teniendo en cuenta aspectos como el número de integrantes del hogar, presencia de hijos menores, frecuencia de compra, etc. Estos hogares durante una semana al mes pesaban las diferentes fracciones de

residuos que generaban (fracción resto, materia orgánica, envases ligeros, papel/cartón y vidrio). Además una porción de ellos, durante semanas específicas a su vez, han cuantificado los envases ligeros diferenciando por tipología (briks, latas, botellas, otros.) y los residuos de papel/cartón diferenciando si son o no embalajes.

Las principales conclusiones obtenidas muestran que:

- El peso medio de residuos que genera un individuo en los hogares de Cataluña es de 0,573 kg/día (209 kg/hab/año), cifra que se muestra muy inferior a los valores que habitualmente se tienden a estimar como domiciliario, en parte porque no incluye los residuos que no se generan a diario (envases, voluminosos, …) y en parte porque, como se ha visto a lo largo de este capítulo dentro de la recogida considerada como domiciliaria lo generado en actividades económicas, oficinas, comercio e instituciones tiene un peso muy importante.
- La composición de los residuos generados en los hogares (residuos de generación diaria, sin incluir por ejemplo voluminosos, aparatos eléctricos, restos de obras menores,…) están formados mayoritariamente por materia orgánica (44,4%), mientras que los envases ligeros, papel/cartón y vidrio presentan valores muy similares (entorno al 13%). Todo ello muestra un potencial de recuperación en los hogares catalanes del 84,10%, correspondiéndose un 16,0% con resto no aprovechable.

		gramos/día	%	Potencial de recuperación
Pesaje medio diario por individuo	Resto	91	16,0%	
	Materia orgánica	254	44,4%	84,10 %
	Envases ligeros	79	13,8%	
	Vidrio	75	13,2%	
	Papel	73	12,7%	

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña.
Estudio "Producción de Residuos Ordinarios a través de un panel de hogares"

- Además, en los hogares se generan de media las siguientes cantidades de residuos singulares por individuo y año:

		generación/año
Generación media por individuo y año	Pilas	4,7 unidades
	Muebles y enseres	0,3 unidades
	Electrodomésticos	0,5 unidades
	Medicamentos	1,8 cajas/botes
	Aceite	1,9 litros

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña.
Estudio "Producción de Residuos Ordinarios a través de un panel de hogares"

ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES EN CATALUÑA

Con el fin de actualizar la composición de los residuos municipales en Cataluña, la Agencia de Residuos de Cataluña ha llevado a cabo un completo plan de caracterizaciones a lo largo de los años 2013 y 2014. Para ello, previamente, y buscando la mayor representatividad en los resultados, se realizó una clasificación de municipios en función de variables socioeconómicas. En total se utilizaron 11 estratos (10 más la ciudad de Barcelona). Para cada estrato, se seleccionaron varios municipios representativos teniendo en cuenta la población y la segregación de todos los flujos de residuos. Los estratos y las entidades locales escogidas fueron:

Tipo de residuos domésticos generados en función de la época del año

Estrato	Entidades locales
Barcelona	
Construcción	Roquetes, La Bisbal d'Empordà, Bellpuig.
Rural agrícola	Vila-rodona, Prats de Rei.
Rural residencial	Les Avellanes i Santa Linya, Preixens, Baronia de Rialb.
Rural residencial joven	Ventalló, Collsuspina, LLanars.
Rural turismo	Pujalt, Llosses.
Turismo camping	Mont-ras, Vall-llobrega, Sant Pau de Segúries.
Turismo hotel	Begur, Palafrugell, Puigcerdà, Cambrils.
Urbano activo	Sant Celoni, Gavà, Rubí, Terrassa, Villafranca del Penedès, Sentmenat.
Urbano industrial	Navarcles, Sallent, Cassà de la Selva, Ripoll.
Urbano servicios	Vilanova i la Geltrú, Vilassar de Mar, Vic, Sant Feliu de Codines, La Seu d'Urgell.

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña. Programa General de Prevención y Gestión de Residuos y Recursos de Cataluña 2013-2020. Anexo 11. Estudio de la composición de la bolsa tipo de residuos municipales de Cataluña

En total se llevaron a cabo más de 500 caracterizaciones, las cuales se realizaron para cada flujo de residuos, repartidas en cada cuatrimestre del año. Los flujos analizados en cada estrato se muestran en la siguiente figura:

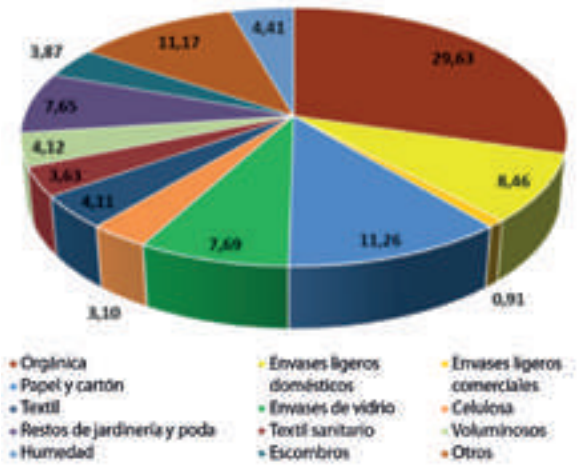
Flujos de residuos analizados

	RESTA DOM	RESTA COMMND	RESTA MERCATS	NETEJA VIÀRIA	ENVASOS	ENVAS COMERCIAL	PAPER DOMESTIC	PAPER COMERCIAL	MULTIPRODUCTE	VIDRE	VIDRE COM	FORM DOMÈSTICA	FORM COMERCIAL	FORM MERCATS	FRACCIÓ VEGETAL	TÈXTIL	VOLUMINOSOS	DEIXALLERIES
Barcelona	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
Urbà serveis	✔	✔	✔	✔	✔		✔	✔	✔	✔		✔			✔	✔	✔	✔
Urbà actiu	✔	✔	✔		✔		✔	✔		✔		✔			✔	✔	✔	✔
Urbà industrial	✔	✔			✔		✔	✔		✔		✔			✔	✔	✔	✔
Turisme hotel	✔				✔		✔	✔		✔		✔	✔		✔	✔	✔	✔
Turisme càmping	✔				✔		✔	✔		✔		✔			✔	✔	✔	✔
Construcció	✔				✔		✔	✔		✔		✔				✔		✔
Residencial Jove	✔				✔		✔	✔	✔	✔		✔			✔		✔	✔
Rural turisme	✔				✔		✔			✔		✔					✔	✔
Rural agrícola	✔				✔		✔			✔		✔					✔	✔
Rural residencial	✔				✔		✔			✔		✔						✔

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña. Programa General de Prevención y Gestión de Residuos y Recursos de Cataluña 2013-2020. Anexo 11. Estudio de la composición de la bolsa tipo de residuos municipales de Cataluña

Con todo ello, la **composición global neta** de residuos municipales de Cataluña (bolsa tipo) considerando todos los flujos de residuos municipales (fracción resto, envases ligeros, papel/cartón, vidrio, materia orgánica, limpieza viaria, residuos textiles, puntos limpios, etc.) se corresponde con los mostrados a continuación:

Composición	%
Orgánica	29,63
Envases Ligeros Domésticos	8,46
Envases Ligeros Comerciales	0,91
Papel/Cartón	11,26
Envases de Vidrio	7,69
Celulosa	3,10
Textil	4,11
Textil Sanitario	3,63
Voluminosos	4,12
Restos de jardinería y poda	7,65
Escombros	3,87
Otros	11,17
Humedad	4,41



Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña. Estudio de la Composición de residuos municipales de Cataluña. Programa General de Prevención y Gestión de Residuos y Recursos de Cataluña 2013-2020. Anexo 11. Estudio de la composición de la bolsa tipo de residuos municipales de Cataluña

Hay que destacar que en el flujo analizado sólo se incluyeron los residuos gestionados por los municipios, es decir, no incluye los residuos comerciales gestionados por vía privada. Esto explica, al menos en gran parte, las diferencias que se pueden observar respecto a la composición de referencia indicada al inicio de este capítulo. Este hecho se observa claramente en el caso de la fracción de papel cartón, que es muy inferior en el flujo municipal, por la significativa presencia de cartón en los residuos comerciales gestionados por vía privada.

ESTUDIO SOBRE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS COMERCIALES EN CATALUÑA

Otro de los estudios realizados por la Agencia de Residuos Cataluña (ARC), en colaboración con ECOEMBES y ECOVIDRIO, está enfocado en los residuos comerciales. En él se determinó la gran importancia que representa este origen en la generación total de residuos urbanos. El análisis está basado en la recopilación de información a través de la elaboración de entrevistas y cuestionarios a los diferentes grupos de actividades comerciales. Estos datos han sido en algunos casos completados con los publicados en las declaraciones EMAS (como en hospitales y hoteles) y con datos facilitados por la ARC en el caso de oficinas y por la CEDAC (Consell d'Empreses Distribuidores d'Alimentació de Catalunya) para el comercio mixto. El desglose de tipologías de actividad comercial utilizadas son las siguientes:

Entre las principales conclusiones del estudio, se pueden destacar las siguientes:

- La generación de residuos comerciales se ha cuantificado en **1,3 millones de toneladas anuales**, lo que supone un **36,5%** de la generación de los residuos municipales en Cataluña.
- La actividad comercial y de servicios supondría el **43,2% del vidrio** generado en Cataluña, el **29,8% de los envases de plástico y metálicos** (domésticos y comerciales) y el **45,2% de la materia orgánica generada**. Asimismo las actividades comerciales suponen la generación de 498.022 toneladas de papel y cartón en Cataluña alcanzando un valor cercano al **71,2% de la generación total de papel/cartón** en el ámbito urbano.
- Igualmente se indica que los restaurantes, bares y cafeterías y actividades del sector alimentario cotidiano son las actividades que realizan una mayor aportación a la generación de residuos municipales de Cataluña *(Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña)*.

ASPECTOS RELEVANTES DE LOS MATERIALES QUE COMPONEN LOS RESIDUOS MUNICIPALES

De cara a la gestión de los residuos también es esencial conocer sus características físicas, químicas y biológicas. Características tales como la humedad o el poder calorífico de un residuo, hacen que estos puedan o no compostarse o puedan o no valorizarse energéticamente *(Fernando, A.; Torrejón, R. y López, J.V., 2013)*. A continuación se explican las principales características de los residuos.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Peso específico. Se define como el peso de un material por unidad de volumen (por ejemplo kg/m^3). Hace referencia a los residuos sueltos encontrados en los contenedores (compactados o no compactados), por lo que la base utilizada para los valores presentados debe ser citada. En la siguiente tabla se muestran los pesos específicos típicos (kg/m^3) de varios tipos de residuos tal y como son encontrados en los contenedores, compactados o no compactados *(Tchobanoglous, et al. 1994)*.

Pesos específicos de los residuos urbanos más comunes antes y después de su compactación

Tipo de residuo	No compactado –compactado (kg/m³)
Restos comida	131 – 481
Papel	42 – 131
Cartón	42 – 80
Plásticos	42 – 131
Textiles	42 – 101
Cuero	101 – 261
Jardinería	59 – 225
Maderas	131 – 320
Vidrio	160 – 481
Latas Fe	50 – 160
Aluminio	64 – 240
Cenizas	650 – 831

Fuente: Tchobanoglous G., Theisen H. y Vigil S. (1994).
Gestión Integral de Desechos Sólidos. 1 y 2. Madrid: Editorial McGraw Hill

El peso específico de los residuos se ve influenciado de forma importante por la localización geográfica, la estación del año y el tiempo de almacenamiento, por lo que se ha de ser cauto a la hora de seleccionar los valores típicos.

Humedad. Se trata de una característica importante para los procesos a los que pueden ser sometidos los residuos. En el método de medición del peso húmedo, la humedad se expresa como porcentaje en peso respecto al material húmedo; en el método peso seco, se expresa como porcentaje del peso seco del material.

$$\text{Humedad} = \frac{\text{Peso Inicial-Peso final}}{\text{Peso Inicial}} \text{ X } 1.000$$

Se expresa en porcentaje:

- si el denominador es $P_{inicial}$, se habla de humedad en base húmeda.
- si el denominador es P_{final}, se habla de humedad en base seca.

Granulometría. Para la recuperación de materiales en las plantas de selección es muy importante conocer la granulometría de los residuos (el tamaño de los materiales y su distribución en el flujo de residuos); especialmente en separadores como las cribas, trómeles y separadores magnéticos. Se trata de un factor difícil de calcular, dada la gran diversidad de tamaños y tipologías de los componentes de los residuos.

Capacidad de campo. Es la cantidad total de humedad que puede ser retenida por una muestra sometida a la acción de la gravedad. En el caso de los residuos, la capacidad de campo es de gran importancia para determinar la formación de lixiviados en un vertedero, puesto que el agua que éstos no sean capaces de retener, se escapará en forma de lixiviado. Este parámetro varía en función de la presión a la que los residuos son sometidos en el vertedero y del estado de descomposición en el que se encuentran.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

La información sobre la composición química de los residuos urbanos es importante para evaluar las opciones de procesamiento y recuperación. Habitualmente los residuos son una combinación de materiales semihúmedos combustibles y no combustibles. Si pensamos destinar nuestro residuo a valorización energética y emplearlo como combustible las propiedades que deberemos determinar son las siguientes:

- Análisis de los componentes combustibles.
- Punto de fusión de las cenizas.
- Análisis elemental.
- Contenido energético (poder calorífico).

Cuando la fracción orgánica de los residuos urbanos se va a compostar o se va a realizar una digestión anaeróbia para obtención de biogás, no solamente será importante tener información sobre los elementos mayoritarios que componen los residuos, biodegradables o no, sino también será importante tener información sobre los elementos en cantidades traza que se encuentran en los residuos, ya que es posible que dichos elementos traza sean fitotóxicos e invaliden el compost como enmienda orgánica *(Fernando, A.; Torrejón, R. y López, J.V., 2013)*.

Análisis de los componentes combustibles de los residuos. Para determinar los componentes combustibles de los residuos se realizan los siguientes ensayos:

- **Humedad:** se obtiene calculando la pérdida de peso de la muestra tras calentarla en estufa a 105ºC durante al menos 6 horas o cuando se obtenga peso constante.

- **Materia volátil combustible:** pérdida de peso adicional con la ignición a 950 ºC en un crisol cubierto.
- **Carbono fijo:** rechazo combustible dejado después de retirar la materia volátil.
- **Ceniza:** peso del rechazo después de la incineración en un crisol abierto.

El punto de fusión de la ceniza. Se define como la temperatura a la que la ceniza resultante de la incineración de residuos se transforma en sólido (escoria) por la fusión y la aglomeración. Las temperaturas típicas de fusión para la formación de escorias de residuos sólidos oscilan entre 1.100 ºC y 1.200 ºC *(Tchobanoglous, et al. 1994)*.

El análisis elemental de un residuo. Para prever las posibles emisiones y subresiduos en caso de exponer los residuos urbanos a incineración, compostaje, biometanización o reciclado, se analiza la composición de los mismos a nivel de compuestos atómicos, normalmente carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre. También se analizan los compuestos halógenos, ante la posible emisión de compuestos clorados durante la combustión. En el caso de la materia orgánica se hace especial hincapié en el carbono y el nitrógeno, con el fin de ajustar una mezcla adecuada de residuos y obtener la relación C/N necesaria para la conversión biológica.

Poder calorífico. Se define como la cantidad de calor que puede entregar un cuerpo. Se debe diferenciar entre poder calorífico inferior y superior. El **Poder Calorífico Superior (PCS)** no considera corrección por humedad y el **inferior (PCI)** en cambio sí. Se mide en unidades de energía por masa, [cal/gr], [Kcal/kg], [BTU/lb]. Se mide utilizando un calorímetro o a través de un cálculo teórico, el cual busca en la bibliografía valores típicos de PC [Kcal/kg] por componentes y se combina con el conocimiento de la composición de los residuos *(Tchobanoglous, et al. 1994)*.

Valores típicos de contenido energético de los residuos urbanos domésticos

Tipo de residuo	Contenido energético (Kcal/kg)	Datos de AEVERSU
Restos comida	1.100	2.685
Papel	4.000	3.777
Cartón	3.900	3.440
Plásticos	7.780	7.834
Textiles	4.160	4.422
Cuero	4.200	4.167
Jardinería	1.560	1.819
Maderas	4.500	3.689
Vidrio	33	47
Latas Fe	167	167
Aluminio	0	0
Cenizas	0	0

Fuente: Tchobanoglous G., Theisen H. y Vigil S. (1994). Gestión Integral de Desechos Sólidos. 1 y 2. Madrid: Editorial McGraw Hill

Nutrientes esenciales y otros elementos. Es interesante conocer el contenido de nutrientes esenciales en los residuos cuando éstos se van a emplear para alimentación en procesos de elaboración de productos de conversión biológica, como el compost o la biometanización (biodegradación anaerobia). Como es lógico hablamos únicamente de la fracción orgánica biodegradable de los residuos, capaz, en un ambiente de temperatura y humedad apropiado, de ser descompuesta por microoganismos. Conociendo los nutrientes de los microoganismos podremos conocer la calidad potencial de los productos obtenidos y valorar los usos que mejor se adapten a dichos productos *(Tchobanoglous, et al. 1994)*.

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

La fracción orgánica de la mayoría de los residuos urbanos se puede clasificar de la siguiente forma, excluyendo el plástico, la goma y el cuero *(Tchobanoglous, et al. 1994)*:

- **Constituyentes solubles en agua,** tales como azúcares, féculas, aminoácidos y diversos ácidos orgánicos.
- **Hemicelulosa,** un producto de condensación de azúcares con cinco y seis carbonos.
- **Celulosa,** un producto de condensación de glucosa de azúcar con seis carbonos.
- **Grasas, aceites y ceras,** que son ésteres de alcoholes y ácidos grasos de cadena larga.
- **Lignina,** un material polímero que contiene anillos aromáticos con grupos metoxi (-- OCH_3).
- **Lignocelulosa,** una combinación de lignina y celulosa.
- **Proteínas,** que están formadas por cadenas de aminoácidos.

Probablemente, la característica biológica más importante de la fracción orgánica de los residuos domésticos sea que, siempre que la biodegradación se lleve a cabo en condiciones adecuadas, casi todos los componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos relativamente inertes; es decir, que no aportan contaminación al medio y, además, con buena relación de nutrientes, podrían ser empleados como fertilizante *(Fernando, A.; Torrejón, R. y López, J.V., 2013)*. La producción de olores y lixiviados está relacionada también con la naturaleza putrefactible de los materiales orgánicos encontrados en los residuos urbanos.

Prevención y reutilización

Ricardo Luis Izquierdo Escribano.
Ayuntamiento de Fuenlabrada - FEMP.

Prevención 85
- El problema de los residuos 85
- ¿Qué es la prevención de residuos? 87
- Marco jurídico 88
- Competencias administrativas en prevención 88
- Objetivos y medidas en materia de prevención 90
- Elaboración del plan de reducción de residuos 93

Ejemplos 95
- Barcelona. Síntesis del Plan de Prevencion de residuos Municipales 2012-2020 96
- Plan Integral de gestión de los residuos municipales de Vitoria-Gasteiz (2008-2016) 102
- Plan de Prevención de residuos urbanos de Bizkaia 106
- Burgos. Programa de Prevención de residuos 111
- San Sebastián/Donostia. Plan de Prevención y de gestión de residuos 118
- Semana Europea de la Prevención de Residuos 122
- Guía para la reducción de residuos Amigos de la Tierra 126

Bibliografía 173

PREVENCIÓN

EL PROBLEMA DE LOS RESIDUOS

«Residuo»: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar, definición de la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.*

El problema de la basura se remonta al momento en que el hombre abandonó el nomadismo para llevar una vida sedentaria con el establecimiento de asentamientos permanentes, consumiendo recursos cada vez en mayor cantidad que producen desechos que no pueden ser asimilados por el ecosistema y que acaban acumulados.

Los restos generados por humanos en Atapuerca se corresponden con la función de un vertedero.

Foto: yXeLLe ~@rtBrut~

Foto: Javier Peláez

Del sedentarismo se pasa a centros urbanos cada vez más poblados dentro de recintos amurallados, obligando a responder a los problemas de espacio e higiénico-sanitarios de la basura acumulada en las calles, que se llenaban de olores, ratas e insectos que eran vectores de enfermedades como la peste negra, obligando a tomar medidas con acumulaciones ordenadas en vertederos y promulgar normativa especifica: *MANUSCRITOS DE LAS ORDENANZAS ANTIGUAS DE TOLEDO 1403 Mantener limpias las calles, no echando a ellas inmundicias ni animales muertos, desalojar de los lugares públicos estiércol y escombros y transportar todo ello a los muladares fuera de los muros de la ciudad* (ORDENANZA XXI).

El Monte Testaccio o Monte dei Cocci en la Roma clásica

Foto: TyB

Tras la Segunda Guerra Mundial se han producido vertiginosos cambios en la explotación de los recursos naturales, en la producción de bienes manufacturados, en el comercio globalizado y en el consumo compulsivo ligado al crecimiento económico que han multiplicado exponencialmente la cantidad de residuos además de modificar su composición que de ser, casi de forma exclusiva, materia orgánica ha pasado a tener productos altamente contaminantes como los plásticos que perduran en el medioambiente durante siglos.

(Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente - http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/Residuos-2013-Estudio-Plan-piloto-caracterizacion-residuos-urbanos-origen-domiciliario.aspx)

El aumento de la cantidad de residuos generó un problema de espacio especialmente en zonas de alta densidad de población, respondiendo la tecnología con la incineración para reducir volumen.

Pero la incineración de materiales como los plásticos generó emisiones gaseosas y de cenizas volantes altamente contaminantes, lo que obligo a introducir nuevos procesos de filtrado y control elevando los costes de tratamiento.

Esto, unido a la subida del coste de las materias primas y de la energía, posibilitó nuevas tecnologías para recuperar materiales de los desechos y generar energía que permitían aminorar, que no compensar, los costes derivados de la recogida, tratamiento y control de los residuos.

Los residuos de origen doméstico son un grave problema en los países de la Unión Europea donde se han duplicado en cantidad en los últimos 40 años con una subida anual entre el 1% y el 2% *(Fuente: http://www.ewwr.eu/es/reduccion-de-residuos)*. Los ciudadanos de la Unión Europea generaron en 2007 una media de 522 kg de residuos municipales por persona *(Fuente: Eurostat)*.

Esta forma de producción y de consumo no es sostenible calculándose que el consumo de productos, por ejemplo, incluida la producción, el transporte y la distribución, representa casi un 50% de las emisiones que contribuyen al cambio climático.

El aumento de la cantidad de residuos a gestionar y la diversidad en su composición obligan a realizar recogidas separadas y a crear infraestructuras de tratamiento, con costes elevados que deben ser asumidos por las Entidades Locales.

En conclusión: el mejor residuo es el residuo que no se produce. En este contexto, la prevención se ha convertido en un concepto simple y básico en materia de gestión de residuos, sobre todo como factor técnico para la solución del problema de las cantidades cada vez más elevadas de residuos a escala local y mundial, pero también como elemento para recordar la importancia de la disminución de los recursos naturales.

¿QUÉ ES LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS?

El acto de prevenir la producción de residuos, es todo aquello que se pueda y se deba hacer antes de eliminar un producto para reducir los volúmenes de recogida de residuos y la nocividad de los residuos generados *(Fuente: http://www.ewwr.eu/es/reduccion-de-residuos)*.

La prevención de residuos también se puede definir como el conjunto de medidas destinadas a evitar que una sustancia, una materia o un producto se convierta en residuo. Estas medidas pretenden reducir:

- La cantidad de residuos generados, también mediante la reutilización o la prolongación de la vida útil de los productos.
- Los efectos nocivos de los residuos en el medio ambiente y la salud humana después de su tratamiento.
- La cantidad de sustancias nocivas procedentes de materiales y productos eliminados.
- La preparación para la reutilización incluye operaciones de control, limpieza o reparación que permiten reutilizar un producto o un componente de un producto que de otra forma se hubiera convertido en un residuo sin aplicar ningún tratamiento previo adicional. Este proceso implica un cam-

bio de comportamiento tanto en los patrones de consumo de la población como en el proceso de producción de los productos.

- Las cantidades de residuos generadas se pueden reducir durante las diferentes etapas de la vida útil de un producto –diseño, producción, distribución, consumo y final de la vida útil– y pueden implicar cambios en las materias primas, el uso de otras tecnologías, la modificación del diseño, la concepción de otras prácticas de explotación, la evolución del producto, la introducción de sistemas de reutilización o recarga, la miniaturización, etc.

MARCO JURÍDICO

A pesar de ser la prevención de residuos un objetivo preferente de las políticas de gestión de residuos de la Unión Europea durante muchos años, no se han producido las acciones necesarias ni se han obtenido los resultados esperados.

Los objetivos fijados en el pasado no se han cumplido ni en los estados miembros ni en el conjunto de la Unión. Actualmente, la gestión de los residuos en Europa se rige, en gran parte, por una serie de reglamentos europeos que basan la gestión de los residuos en varias estrategias jerarquizadas, cuyo primer nivel es la prevención. La revisión de la *Directiva Marco sobre residuos 2008/98/CE*, que entró en vigor el mes de diciembre de 2008, ha consolidado el papel fundamental de la prevención de los residuos. Los Estados miembros tuvieron que hacer entrar en vigor leyes, reglamentos y disposiciones administrativas para cumplir con la Directiva revisada el 12 de diciembre de 2010.

La jerarquía de gestión de los residuos: la Directiva revisada establece una jerarquía de gestión de los residuos que se divide en cinco etapas. Los Estados miembros deben respetar esta jerarquía para elaborar su política nacional:

1. Prevención de los residuos.
2. Preparación para la reutilización.
3. Reciclaje.
4. Valorización (incluida la valorización energética).
5. Almacenaje seguro (como último recurso).

En España la transposición a la normativa nacional, a través de la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados* incorpora en el Artículo 3. Definiciones. h) «Prevención» y en el Artículo 8. Jerarquía de residuos.

COMPETENCIAS ADMINISTRATIVAS EN PREVENCIÓN

Las acciones sobre prevención de residuos deben cubrir "desde la cuna a la tumba", todo el ciclo de vida del bien, servicio o producto. Por tanto es clave quién tiene competencia para actuar y por tanto debe asumir la responsabilidad sobre los resultados.

La *Ley 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y Suelos Contaminados* hace el siguiente reparto:

"Artículo 12. Competencias administrativas.

1. El Consejo de Ministros, a propuesta del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, aprobará el Plan Nacional marco de gestión de residuos.

3. El Ministerio competente en materia de medio ambiente, deberá:

a) Elaborar el Plan Nacional marco de gestión de residuos.

b) Establecer los objetivos mínimos de reducción en la generación de residuos, así como de preparación para la reutilización, reciclado y otras formas de valorización obligatoria de determinados tipos de residuos.

4. Corresponde a las Comunidades Autónomas:

a) La elaboración de los programas autonómicos de prevención de residuos y de los planes autonómicos de gestión de residuos.

b) La autorización, vigilancia, inspección y sanción de las actividades de producción y gestión de residuos.

5. Corresponde a las Entidades Locales, o a las Diputaciones Forales cuando proceda:

a) Como servicio obligatorio, la recogida, el transporte y el tratamiento de los residuos domésticos generados en los hogares, comercios y servicios en la forma en que establezcan sus respectivas ordenanzas en el marco jurídico de lo establecido en esta Ley, de las que en su caso dicten las Comunidades Autónomas y de la normativa sectorial en materia de responsabilidad ampliada del productor. La prestación de este servicio corresponde a los municipios que podrán llevarla a cabo de forma independiente o asociada.

b) El ejercicio de la potestad de vigilancia e inspección, y la potestad sancionadora en el ámbito de sus competencias.

c) Las Entidades Locales podrán:

1. º Elaborar programas de prevención y de gestión de los residuos de su competencia".

Por tanto **la definición de objetivos corresponde al Gobierno de España, la ejecución de los planes de prevención a las Comunidades Autónomas y las acciones de las Entidades Locales sobre prevención son voluntarias y limitadas.**

Esto es paradójico pues cualquier residuo que se produzca, en la cantidad que sea, si es responsabilidad de las entidades locales deberá asumir como "servicio obligatorio, la recogida, el transporte y el tratamiento de los residuos domésticos generados en los hogares, comercios y servicios". Mientras tanto, la situación de partida es mala.

Cantidad de residuos urbanos recogidos según modalidad, 2011

Modalidad de recogida		Recogida (Tonelada/año)	Porcentaje
Residuos mezclados	Mezclas de residuos municipales.	18.287.038	83
Residuos recogidos separadamente	Papel y cartón. Envases de papel y cartón.	1.277.893	6
	Vidrio.	7.202	0
	Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes.	603.975	3
	Residuos biodegradables de parques y jardines.	366.490	2
	Envases mezclados.	653.977	3
	Envases de vidrio.	737.939	3
TOTAL ESPAÑA		**21.934.514**	**100**

No habiéndose actuado de acuerdo a lo previsto.

Anuario Estadístico. MAGRAMA 2012

Resumen de inversiones PNRU (2000-2003)				
PROGRAMA	ACTUACIONES	INVERSIONES (x 10^3 €) (2000-2003)		
		Previstas	Realizadas	%
I. Prevención y Minimización	Actuaciones de Prevención y Reducción.	0,0	0,0	0,0
	Campañas de Información y Sensibilización.	112.641,0	9.964,2	8,8

OBJETIVOS Y MEDIDAS EN MATERIA DE PREVENCIÓN

El Plan Integral de Gestión de Residuos (PNIR) 2008-2015 actualmente vigente, determina unos objetivos, tanto cualitativos como cuantitativos, así como unas medidas concretas en materia de prevención para los diferentes flujos de residuos.

Residuos municipales: prevención

Objetivos cualitativos

- Estabilizar la generación de residuos urbanos de origen domiciliario en una primera etapa y posteriormente tender a su reducción.
- Reducir la cantidad y nocividad de los residuos de envases.

Objetivos cuantitativos

Incluye objetivos de prevención para los distintos flujos de residuos incluidos en él:

- Para los residuos domésticos se propone como objetivo estabilizar la generación de residuos urbanos de origen domiciliario en una primera etapa y posteriormente tender a su reducción, así como reducir la cantidad y nocividad de los residuos de envases. Para 2012 se plantea una reducción del 4% en peso de residuos de envases respecto del 2006.
- Las bolsas comerciales de un solo uso deberán disminuir en un 50% a partir de 2010. También plantea la aprobación de un calendario de sustitución de plásticos no biodegradables y su prohibición progresiva en 2010 (la Ley de residuos y suelos contaminados en su DA 2 regula el proceso de sustitución).

Residuos municipales: reutilización

Objetivos cualitativos

- Conocer los niveles de reutilización de residuos urbanos de origen domiciliario (voluminosos, envases, electrodomésticos, ropa, etc.), para fijar un programa de reutilización efectivo en la segunda revisión del Plan.
- Aumentar la reutilización de envases de vidrio para determinados alimentos líquidos, especialmente en el canal HORECA, y de envases industriales y comerciales.

Objetivos cuantitativos

	% HORECA	% Resto canales consumo
Aguas envasadas	60	15
Cervezas	80	
Bebidas refrescantes	80	
Vino	50	

Fuente: PNIR

Estos porcentajes podrán ser modificados en la primera revisión del plan a la luz de la mejora de la información.

Medidas de prevención de residuos

Las medidas de prevención de residuos a las que se refiere la *Directiva Marco de Residuos* (Anexo IV) se clasifican en 16 tipologías, que a su vez, están agrupadas en 3 grupos en función de la etapa donde tiene influencia la medida (generación en general; diseño, producción y distribución; consumo y uso).

El documento *"Análisis de las estrategias nacionales de prevención de residuos"* del MAGRAMA, realizado para dar cumplimento al mandato del a*rtículo 29 de la Directiva Marco de Residuos (Directiva 2008/98/CE)*, realiza un análisis de las actuaciones existentes en España y la valoración de su utilidad, siguiendo la clasificación de las medidas expuestas en el *Anexo IV de la Directiva* relaciona las actuaciones locales consideradas buenas prácticas, centradas en el ámbito de la prevención de residuos de competencia municipal.

1. Pago por generación asociado a un municipio PaP (ciudadanía y comercio).
2. Pago por generación asociado a la recogida comercial.
3. Plan de prevención de residuos.
4. Reducción del despilfarro alimentario a nivel ciudadanía/comercios.
5. Promoción del uso del cubo aireado y de la bolsa compostable para la recogida de FORS.
6. Reutilización asociada a mercados de intercambio/punto virtual.
7. Talleres/Centro auto-reparación/restauración.
8. Reducción de los envases de bebidas/uso de agua del grifo/SDDR.
9. Promoción de la oferta y la demanda de productos con menos envase y a granel.
10. Reducción de las bolsas de plástico de un solo uso.
11. Reducción del uso de embalajes en los almuerzos escolares.
12. Reutilización de textil y calzado.
13. Promoción del uso de pañales reutilizables.
14. Reducción del papel en la administración, centros escolares y oficinas y desmaterialización de la formación.
15. Regulación de la publicidad no nominal y de la publicidad gratuita.
16. Fomento de la reutilización de libros de texto y lectura.
17. Ambientalización de la administración y compra pública ambientalmente correcta.
18. Premios a iniciativas de prevención.
19. Promoción de la ambientalización de fiestas y actos públicos.
20. Promoción del compostaje doméstico.

Estas medidas tienen diferentes consecuencias sobre la cantidad de residuos que pueden reducir por lo que hay que estudiar qué recursos materiales y económicos son necesarios para su implantación además de, en algún caso, producir efectos indeseados.

El Sistema de Deposito Devolución y Retorno destinado a la reutilización, las botellas de vidrio del canal HORECA por ejemplo, disminuye la cantidad de residuos y no afecta negativamente a la recogida separada paralela.

Por el contrario si el SDDR se destina a recoger materiales para el reciclado, el residuo es el mismo y se retira de la recogida separada paralela los materiales más valiosos, las latas de aluminio por ejemplo, incrementando los costes de tratamiento, manteniéndose la mayoría de los costes de recogida y por tanto lo que se gana por un lado se puede perder, incluso en mayor cuantía, por otro.

Establecer la tasa de recogida y tratamiento ligada a la generación está plenamente justificado en el comercio. Por el contrario tiene repercusiones sociales muy negativas al gravar especialmente a las familias con mayor número de miembros lo que obligaría a establecer bonificaciones.

ELABORACIÓN DEL PLAN DE REDUCCIÓN DE RESIDUOS

Partiendo de la normativa legal y las competencias municipales, la realización de un plan de reducción de residuos deben seguir las siguientes fases:

- **Diagnóstico de la situación.** Deben conocerse tanto la cantidad como la composición de los residuos, relacionando estos datos con la evolución demográfica, socioeconómica, etc., de la ciudad para detectar los factores de la producción de residuos sobre los que hay que actuar.
- **Objetivos y plazos.** Partiendo del conocimiento de la situación de los residuos en el municipio, se deben establecer los objetivos a obtener en el explícito periodo temporal elegido.
- **Medidas de prevención y planificación.** De acuerdo a los objetivos asumidos se deben definir las medidas de prevención, realizando la planificación adecuada para que cuenten con los medios adecuados para su ejecución en los plazos previstos.
- **Evaluación.** Deben incorporarse indicadores que permitan evaluar el desarrollo de las medidas y su eficacia durante todo el periodo de aplicación del Plan de Prevención. Esto permite detectar disfunciones y corregirlas.

EJEMPLOS

A continuación se incorporan resúmenes de planes de reducción de residuos municipales:

- Ayuntamiento de Barcelona.
- Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.
- Diputación Foral de Bizkaia.
- Ayuntamiento de Burgos.

También se incluye:

- Plan de reducción de residuos generados por la actividad municipal desarrollado por el Ayuntamiento de San Sebastián/Donostia.
- Medidas realizadas en el marco de la Unión Europea: Semana Europea para la Reducción de Residuos.
- Propuestas sobre reducción de la organización ecologista "Amigos de la Tierra" para incorporar la participación ciudadana.

BARCELONA. SÍNTESIS DEL PLAN DE PREVENCION DE RESIDUOS MUNICIPALES 2012-2020

La ciudad de Barcelona trabaja para prevenir y reducir la cantidad de residuos generados. En este marco, el Ayuntamiento de Barcelona ha creado el Plan de Prevención de Residuos Municipales 2012-2020, para avanzar y establecer nuevas estrategias concretas que potencien un uso más eficiente y racional de los recursos y un impulso a la prevención de generación de residuos, la reutilización y el reciclaje.

Síntesis del Plan de prevención

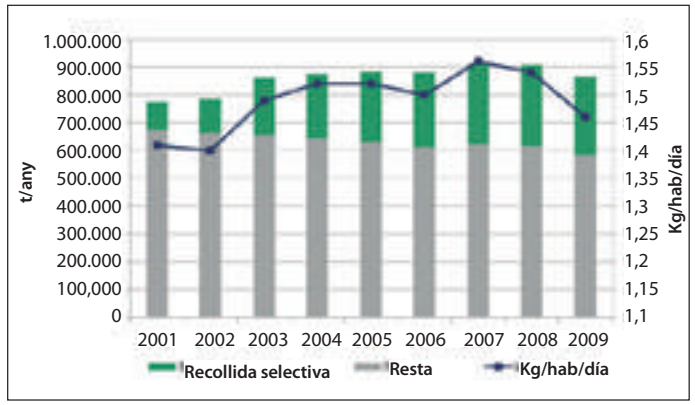
- Misión y visión.
- Objetivos estratégicos.
- Diagnosis de la generación de residuos municipales.
- Alcance de la planificación.
- Objetivos de prevención.
- Ámbitos temáticos.
- Líneas estratégicas.
- Resultados previstos.
- Seguimiento.

Misión y visión. El Plan de Prevención de Residuos Municipales 2012-2020 tiene la misión de fomentar la reducción de residuos en la ciudad involucrando a todos los agentes implicados (ciudadanía, empresas, comercios, entidades, asociaciones y administraciones). La visión es que Barcelona sea una ciudad que progresa, con menos residuos, más eficiente en el uso de los recursos y con una mayor internalización de los costos ambientales.

Objetivos estratégicos

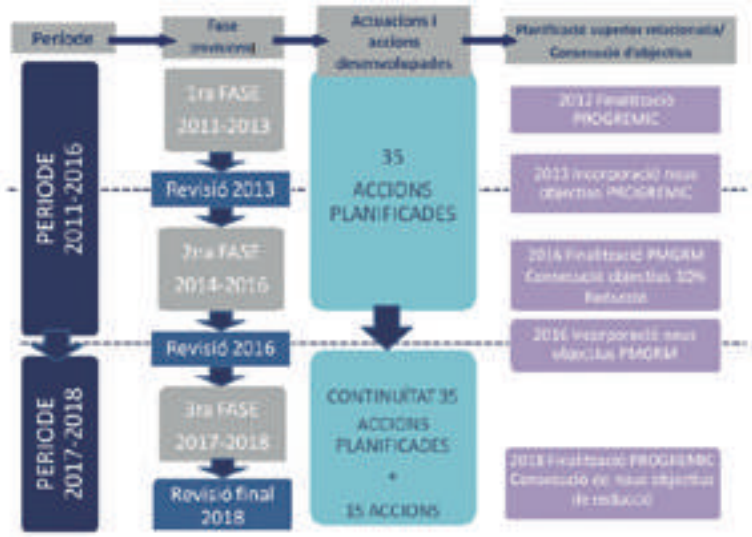
- Reducir la generación de residuos per cápita en un 10% en 2018 (respecto al año de referencia, 2006).
- Introducir nuevos hábitos y actitudes en las estrategias de gestión de residuos municipales.
- Ofrecer un marco de referencia a las actuaciones que se llevan a cabo, aportar una visión estratégica a medio plazo (para los próximos ocho años) y, a la vez, establecer un plan de trabajo concreto.
- Incrementar el grado de liderazgo y concertación del Ayuntamiento en relación con las actuaciones de prevención.
- Mejorar la efectividad de los recursos aportados a la gestión y a la prevención de residuos.
- Aumentar el grado de sensibilización y participación de la población en la gestión de los residuos.
- Optimizar los resultados de prevención y eficacia de las actuaciones y reducir y/u optimizar los flujos metabólicos asociados al consumo de bienes y productos y a la generación de residuos.

Diagnosis de la generación de residuos municipales



Barcelona. Plan de Prevención de Residuos Municipales 2012-2020

Alcance de la planificación. Las actuaciones de prevención del Plan tienen ocho años de vigencia. El Plan se estructura en dos periodos según el tipo de actuaciones.



Barcelona. Plan de Prevención de Residuos Municipales 2012-2020

Ámbitos temáticos

Barcelona. Plan de Prevención de Residuos Municipales 2012-2020

Líneas estratégicas

Materia orgánica

FOMENTO DEL AUTOCOMPOSTAJE

- Fomento del autocompostaje comunitario.
- Fomento del autocompostaje en huertos urbanos.
- Fomento del autocompostaje en los centros escolares y universitarios.
- Fomento del autocompostaje individual.

REDUCCIÓN DEL DESPILFARRO ALIMENTICIO

- Fomento de la compra y consumo responsable de alimentos.
- Fomento de la prevención de residuos alimenticios en los comedores de los centros educativos.
- Mejora de los circuitos de aprovechamiento de excedentes alimenticios.

REDUCCIÓN DE LOS RESTOS VEGETALES MUNICIPALES

- Implantación de medidas de prevención en los espacios verdes.

Envases ligeros

REDUCCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE ENVASES Y EMBALAJES

- Reducción de las bolsas de plástico de un solo uso.
- Fomento de la reducción del uso de envases y embalajes.
- Fomento de la reducción de envases e introducción de embalajes reutilizables a los centros educativos.

REDUCCIÓN DE ENVASES DE BEBIDAS

- Fomento de la implantación y la utilización de sistemas de depósito, devolución y retorno (SDDR).
- Fomento de máquinas de venta automática (vending) con criterios de prevención de envases y embalajes.
- Reducción de los envases de agua (fomento del uso de agua del grifo).

Papel

REDUCCIÓN DEL PAPEL/CARTÓN

- Fomento de la reducción del consumo de papel.
- Reutilización de libros de texto y lectura.
- Prevención de la publicidad no nominal.

Vidrio

REDUCCIÓN DEL VIDRIO DE ENVASE

- Promoción de los envases de vidrio reutilizables en el canal HORECA (hoteles, restaurantes y cafés) y en otros establecimientos.
- Fomento de la reutilización de las botellas de cava.

Eje de voluminosos y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)

FOMENTO DE LA PREPARACIÓN PARA LA REUTILIZACIÓN-REPARACIÓN DE VOLUMINOSOS

- Fomento de la preparación para la reutilización de los voluminosos recogidos.
- Fomento de la creación y uso de espacios y actividades de reparación.

FOMENTO DE LA REUTILIZACIÓN DE VOLUMINOSOS

- Escaparate virtual de los objetos reutilizables.
- Gestión de solicitudes de donaciones a través de los servicios sociales/fundaciones.

Otras fracciones

REDUCCIÓN DE OTRAS FRACCIONES

- Fomento de la recogida selectiva y la reutilización de ropa y calzado.
- Fomento de la prevención de tierras y escombros.

REDUCCIÓN DE LOS ENVASES SECUNDARIOS Y TERCIARIOS

- Promoción de los embalajes secundarios y terciarios reutilizables y retornables y del uso de sistemas de logística inversa a las actividades económicas.

Actuaciones en agentes/lugares específicos

ACCIONES DE REDUCCIÓN DE RESIDUOS POR ÁMBITOS

- Implantación de medidas de prevención en el sector hotelero y la restauración.
- Implantación de medidas de prevención en despachos y oficinas de organismos oficiales no municipales y de entidades sin ánimo de lucro.
- Implantación de medidas de prevención en equipamientos/espacios singulares (zoológico, parque del Tibidabo, museos, ferias, etc.).

FOMENTO DE LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN FIESTAS Y ACONTECIMIENTOS

- Fomento de la prevención de residuos en acontecimientos municipales.
- Fomento de la prevención de residuos en acontecimientos no municipales.

FOMENTO DE LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA AMBIENTALIZACIÓN DE LAS DEPENDENCIAS Y SERVICIOS MUNICIPALES

- Ampliación de la ambientalización de compras, contrataciones y concesiones con criterios de prevención de residuos.
- Fomento de las buenas prácticas de prevención del personal del Ayuntamiento.

Formación, participación e investigación

FOMENTO DEL CONSUMO RESPONSABLE EN GENERAL

- Fomento del consumo y uso responsable de los bienes, productos y servicios.
- Fomento de los mercados de intercambio.

COMUNICACIÓN, FORMACIÓN Y ASESORAMIENTO EN PREVENCIÓN

- Servicio de asesoramiento y de consultas en prevención.
- Comunicación y formación en prevención.
- Mecanismos de difusión de las actuaciones del Plan de Prevención y de sus resultados.

PARTICIPACIÓN/COLABORACIÓN EN PREVENCIÓN

- Participación en redes de prevención de residuos.
- Participación en la Semana Europea de la Prevención de Residuos.

INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN PREVENCIÓN

- Concurso anual de ideas para la prevención.
- Estudios de investigación y desarrollo en aspectos concretos de reducción de residuos en la ciudad.

INSTRUMENTOS NORMATIVOS Y FISCALES DE PREVENCIÓN

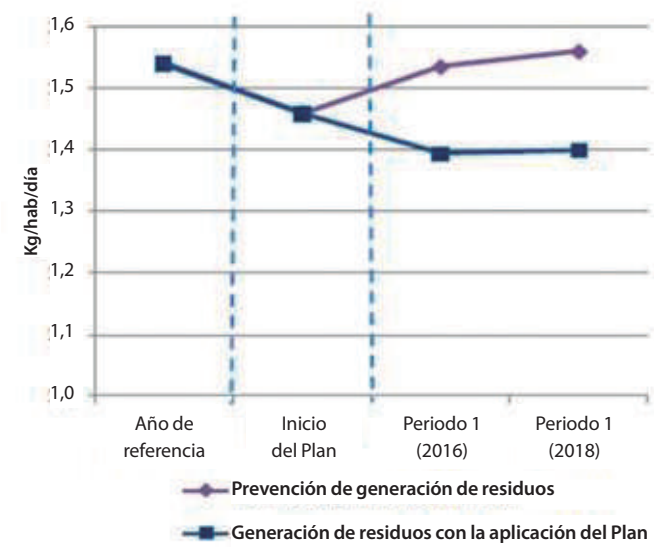
- Estudio de la ordenación de la prevención general y por sectores.
- Estudio de desarrollo de instrumentos económicos y fiscales para el fomento de la prevención.

Resultados previstos

El **Plan prevé alcanzar una reducción del 10% en la generación de residuos per cápita en 2018** (calculado respecto al valor del año de referencia):

- Generación diaria per cápita del año de referencia: 1,540 kg.
- Generación diaria per cápita del objetivo del Plan (2018): 1,386 kg.

Barcelona. Plan de Prevención de Residuos Municipales 2012-2020



Seguimiento

Evaluación comparativa de las acciones con lo previsto en la planificación y la obtención de resultados.

PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES DE VITORIA-GASTEIZ (2008-2016)

Objetivos específicos

- Promover la minimización del uso de productos que generen residuos de difícil o nulo aprovechamiento, por la imposibilidad de introducción en los ciclos productivos (empresas, administraciones y consumidores).
- Prevenir la utilización de materiales con efectos perjudiciales para el medio ambiente y la salud de las personas (empresas y administraciones).
- Minimizar el uso de envases y embalajes, con el fin de cumplir con los objetivos de reducción previstos en la legislación sobre residuos de envases (empresas, administraciones y consumidores).
- Promover la reutilización de materiales y productos en las administraciones, (empresas, administraciones, consumidores y escolares).
- Implicar a todos los sectores en la concienciación y la necesidad de la minimización y prevención. (empresas, administraciones, consumidores y escolares).
- Incorporar en la vida cotidiana hábitos que fomenten la minimización y la reducción. (consumidores y escolares), extender este hecho también a la industria envasadora (empresas).

Acciones de Minimización

Las actuaciones englobadas en el Programa de Prevención, circunscritas a las actuaciones de reducción en el ámbito de la demanda accesible desde el nivel local, son las siguientes:

- Fomentar el autocompostaje y el compostaje comunitario, que ofrecen un potencial importante, permitiendo reducir el residuo depositado en los sistemas públicos de recogida.
- Promover el uso de bolsas de compra reutilizables y reducir el uso de bolsas desechables, mediante la firma de acuerdos con grandes superficies.
- Aprovechar las bolsas desechables como bolsas de basura.
- Promocionar la venta de productos concentrados o en envases rellenables.
- Promocionar el uso de agua del grifo.
- Estudio de la forma de adecuación progresiva de las tasas al concepto de pago por generación.
- Elaboración de un Plan de Minimización y Gestión de los Residuos generados por las actividades del Ayuntamiento y sus empresas, que difunda el concepto de prevención en la generación de residuos, establezca objetivos específicos y proponga las acciones internas para su consecución.
- Redacción de una guía práctica de recomendaciones de prevención en los puestos de trabajo municipales.
- Establecimiento en los correspondientes Pliegos de Condiciones de criterios de minimización y reutilización de residuos en las contrataciones públicas de bienes y servicios (CCPV) por parte del Ayuntamiento, que permitan minimizar la adquisición o utilización de bienes o productos cuya fabricación implique la generación de grandes cantidades de residuos, o que al final de su vida útil tengan un difícil tratamiento, y fomentar la adquisición o utilización de productos reciclados y de productos con etiquetado ecológico.
- Elaboración de una Ordenanza Municipal de Prevención de Residuos, que regule entre otras materias la distribución de la publicidad.
- Desmaterialización de la información municipal: adopción de medidas de buenas prácticas para la reducción de documentación en papel en los trabajos del Ayuntamiento y en las relaciones que mantenga con otros organismos públicos y privados (entrega de documentación en soporte informático, impresión de documentos a doble cara, etc.).
- Establecimiento de acuerdos voluntarios entre el Ayuntamiento y las asociaciones (pequeños comerciantes, grandes superficies y cadenas de distribución, consumidores, empresarios, confederaciones y/o gremios) para la minimización de los residuos en sus actividades.
- Subvención de la implantación de proyectos piloto singulares y demostrativos de prevención de residuos en los comercios, los centros educativos, de autocompostaje, etc.
- Fomento de la adopción de buenas prácticas para la reducción de los residuos durante la celebración de fiestas y eventos: eliminación del uso de vajillas de papel y plásticos mediante la implantación de vajillas ecológicas; implantación del “vaso verde” en las fiestas populares.

Acciones de Reutilización

El Programa de Prevención promoverá las siguientes actuaciones en la reutilización de los productos y enseres de los que su poseedor desee desprenderse:

- Fomento de la recogida separada de residuos voluminosos: ELB, ELM, muebles, enseres varios, etc.
- Fomento de la reutilización de ropa.
- Apoyo a las asociaciones sin ánimo de lucro dedicadas al rescate, reparación, restauración y venta de artículos y enseres usados.
- Apoyo a la creación de mecanismos y circuitos, mercadillos, rastrillos, etc., de venta de artículos y enseres usados.
- Difusión de las empresas dedicadas a la compraventa de productos usados de origen doméstico.
- Promoción del uso de pañales reutilizables.
- Envases y embalajes: se asume con carácter general la preferencia

medioambiental de la reutilización; por ello, sin perjuicio de las limitaciones técnicas, sociales y económicas de la misma se procurará la promoción de acuerdos con las asociaciones sectoriales implicadas para:
  - La utilización de embalajes terciarios reutilizables frente a los de un sólo uso: palets de madera o de plástico a ser posible reciclado, etc.
  - El mantenimiento y la ampliación, en su caso, de los nichos de uso de envases primarios de vidrio reutilizables: refrescos, vino de mesa, sidra, etc., por parte de los envasadores y embotelladores.
  - La recogida, limpieza y comercialización de envases primarios de vidrio retornables, refrescos, botellas de cava, de sidra, de vino, etc., por parte de personas físicas o jurídicas interesadas.
- Implantación de secadores de manos eléctricos con aire frío y/o sistema expendedor de toalla de cotón.
- Instalación de máquinas de bebidas calientes que permitan prescindir del vaso de plástico y utilizar la taza o el vaso propio, con doble sistema de precios (con o sin taza) que beneficia a los consumidores conscientes.
- Instalación de fuentes de agua de suministro refrigerada.
- Instalación de equipos electrónicos (ordenadores, impresoras, fax, fotocopiadoras, etc.) de alta longevidad, que admitan el papel reciclado, que faciliten la impresión a dos caras. Utilización de aparatos solares sin pilas o con adaptador para conexión a red.
- Utilización de toners, cartuchos de tinta y cintas de máquinas de escribir recuperadas.
- Instalación de filtros de calefacción, ventilación y aire acondicionado reutilizables.
- Utilización de lámparas LEDs de bajo consumo y larga durabilidad.
- Uso de la intranet para circulares internas, noticias, documentos, información personal, etc.
- Guardar los documentos en digital en lugar de hacer copias en papel y utilizar los archivos centrales para las copias en papel.
- Utilización del correo electrónico para intercambio de noticias, documentación, comunicaciones, etc. con el exterior.
- Fotocopiar e imprimir los documentos por las dos caras.
- Reutilización del papel impreso por una sola cara (como papel de notas, borradores, documentos internos, etc.).
- Envío de faxes desde el ordenador (sin tener que imprimirlos).
- Impresión como borrador de documentos no importantes para ahorro de tinta.
- Hacer reducciones de los originales para disminuir las páginas a fotocopiar.

- Enviar sólo un ejemplar por dirección y pedir que soliciten mas ejemplares si tienen interés.
- Suscripción a versiones electrónicas de diarios, revistas y otras publicaciones (BOE, revistas especializadas, etc.).
- Uso de los vasos individuales y reutilizables en lugar de los de un solo uso.
- Implantar un servicio de recogida selectiva de residuos: aparatos viejos, toners, fluorescentes, pilas, papel, envases, etc.
- Revisar los gramajes de los papeles de impresión, papeles de carta, sobres, publicaciones y promover el uso de papel de bajo gramaje.
- Considerar cuestiones como el tamaño de la letra o los márgenes al imprimir para ahorrar papel.
- Realizar un buen mantenimiento y uso adecuado de los materiales de oficina: mantener los rotuladores, marcadores y colas cerrados, evitar que se extravíe el material, no tirar los clips con el papel, etc.
- Implantación de la firma digital para ciertos tipos de trámites o notificaciones.
- Formación, cursos, etc., on-line sobre prevención de residuos para los trabajadores municipales.
- Promover la aplicación de estrategias de prevención de residuos en los sectores económicos y sociales del municipio (escuelas y centros de formación, asociaciones, industria, comercio y servicios, ciudadanía, etc.).
- Aprobación de una ordenanza sobre publicidad y reparto de adhesivos “publicidad no gracias” para los buzones.
- Ofrecer información sobre establecimientos de alquiler o venta de productos de segunda mano, de productos reciclados y reciclables, etc.
- Implantación de una tienda de artículos de segunda mano en algún PL.
- Realización de “ferias del trasto” municipales.
- Realización y/o difusión de manuales de prevención de residuos municipales.
- Realización de talleres educativos sobre la prevención de residuos: taller de la eco-compra, taller del compostaje, taller para hacer papel reciclado, etc.
- Realizar campañas informativas sobre la prevención: boletines informativos, artículos en diarios y revistas, cuñas de radio, spots de televisión, charlas, etc.
- Ofrecimiento de servicios para la prevención de residuos urbanos:
  - Regalar capazos, cestas o carros para la compra.
  - Regalar bolsas de pan de ropa ecológica para la compra.
  - Regalar bolsas de compra reutilizables para la compra general.
  - Regalar hueveras y fiambreras reutilizables para la compra.
  - Alquilar o dejar vajilla para la organización de fiestas, actos, etc.

PLAN DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS URBANOS DE BIZKAIA

ACTUACIONES ASOCIADAS A CADA META	
CAMBIAR LOS ESTILOS DE VIDA	
LE-1.A. Promover el consumo inmaterial y la sustitución de productos por servicios.	LE-1.A-1. Llevar a cabo campañas para la prevención de residuos en fechas de mayor consumo. LE-1.A-1. Llevar a cabo campañas para la prevención de residuos en fechas de mayor consumo. LE-1.A-2. Promover campañas sobre consumo inmaterial. LE-1.A-3. Promover el aprovechamiento de todas las instalaciones forales y municipales para llevar a cabo eventos culturales. LE-1.A-4. Promover la utilización de productos reutilizables en eventos públicos. LE-1.A-5. Promover una prueba piloto de uso de pañales reutilizables en instalaciones forales. LE-1.A-6. Promover el uso de memorias USB en lugar de CDs o DVDs.
LE-1.B. Analizar el potencial de las tecnologías de la información y la comunicación para la desmaterialización.	LE-1.B-1. Promover la desmaterialización de los documentos forales mediante tecnologías de la información y la comunicación. LE-1.B-2. Promover la implantación de zonas wifi municipales siguiendo la iniciativa de Bilbao.
LE-1.C. Educar para ser consumidores responsables.	LE-1.C-1. Promover acuerdos voluntarios sobre prevención de residuos urbanos entre la Administración foral y los centros educativos. LE-1.C-2. Promover concursos escolares sobre acciones de prevención de residuos urbanos. LE-1.C-3. Promover la implantación del compostaje en los centros educativos. LE-1.C-4. Promover campañas de consumo responsable junto con asociaciones de consumidores.

ACTUACIONES ASOCIADAS A CADA META	
MODIFICAR LOS HÁBITOS DE CONSUMO	
LE-2.A. Educar para un uso más inteligente de los productos.	LE-2.A-1. Promover campañas de comunicación donde se informe de numerosas prácticas cotidianas relacionadas con la utilización inteligente de productos.
LE-2.B. Promover la reparación, la reutilización y el alquiler.	LE-2.B-1. Promover la elaboración de guías municipales, comarcales o a nivel de mancomunidades donde se recojan los establecimientos que realizan reparaciones de todo tipo de artículos domésticos. LE-2.B-2. Promover la elaboración de una guía sobre establecimientos donde se vendan artículos de segunda mano. LE-2.B-3. Promover la elaboración de una guía sobre los artículos de alquiler disponibles en Bizkaia.
LE-2.C. Promover el consumo de agua de grifo.	LE-2.C-1. Campaña para promover el consumo de agua del grifo en los hogares. LE-2.C-2. Campaña para promover el consumo de agua de grifo en todos los comedores e instituciones forales.
LE-2.D. Promover el uso de bolsas de la compra reutilizables y reducir paralelamente el uso de bolsas de plástico desechables.	LE-2.D-1. Impulsar al Órgano de Coordinación de Residuos Urbanos de la CAPV a establecer un pacto por la bolsa de plástico entre el mismo órgano, las tres Diputaciones Forales y resto de agentes implicados. LE-2.D-2 Fomentar la distribución de bolsas de tela que sustituyan a las bolsas de plástico de un solo uso para realizar la compra.

ACTUACIONES ASOCIADAS A CADA META	
INFLUIR EN EL MODELO DE PRODUCCIÓN ACTUAL	
LE-3.A. Promover la reducción del contenido de sustancias tóxicas contenidas en los productos.	LE-3.A-1. Incentivar y promover actuaciones de I+D+i para la investigación de productos de uso cotidiano más limpios.
LE-3.B. Disminuir la cantidad de materiales contenidos en los productos y promover el uso de materias primas recicladas.	LE-3.B-1. Dirigir una petición al Gobierno Vasco destinada a hacer obligatorias algunas de las medidas de reducción de residuos para determinadas empresas y entidades de las demandas primaria y secundaria.
LE-3.C. Promover acuerdos con los sectores implicados directamente en la prevención de residuos.	LE-3.C-1. Promover la utilización de embalajes terciarios reutilizables frente a los de un solo uso. LE-3.C-2. Promover el mantenimiento y la ampliación, en su caso, de los nichos de uso de envases primarios de vidrio reutilizables: refrescos, sidra, txakoli, etc. por parte de los envasadores y embotelladores. LE-3.C-3. Promover la recogida, limpieza y comercialización de envases primarios de vidrio reutilizables: botellas de cava, de sidra, de vino, etc. por parte de personas físicas o jurídicas interesadas. LE-3.C-4. Promover el establecimiento de convenios con grandes superficies comerciales para la prevención de residuos urbanos.

ACTUACIONES ASOCIADAS A CADA META	
IMPULSAR POR OTRAS VÍAS DE GESTIÓN	
LE-4.A. Fomentar el compostaje doméstico de los residuos orgánicos en los hogares.	LE-4.A-1. Promover jornadas de formación sobre compostaje que aborden aspectos teóricos como prácticos. LE-4.A-2. Promover el autocompostaje en municipios de naturaleza rural, o donde exista un número considerable de viviendas unifamiliares.
LE-4.B. Promover la creación de mercados para los productos y los materiales reciclados de acuerdo con los fabricantes.	LE-4.B-1. Promover mercados para productos reutilizables. LE-4.B-2. Colaborar en la difusión de las empresas dedicadas a la compraventa de productos usados de origen doméstico. LE-4.B-3. Apoyar el desarrollo de mecanismos y circuitos (mercadillos, rastrillos, etc.) de venta de enseres usados. LE-4.B-4. Apoyar a las asociaciones y entidades sin ánimo de lucro dedicadas al rescate, reparación, restauración y venta de artículos y enseres usados.
LE-4.C. Fomentar acuerdos con el sector de la economía social.	LE-4.C-1. Fomentar la recogida separada de residuos voluminosos y otros residuos (para su reutilización): ELB, ELM, muebles, enseres varios, etc. LE-4.C-2. Fomentar acuerdos entre el Banco de Alimentos de Bizkaia y grandes entidades de naturaleza.

ACTUACIONES ASOCIADAS A CADA META	
CREAR INSTRUMENTOS NORMATIVOS Y ADMINISTRATIVOS	
LE-5.A. Participar en iniciativas internacionales de Prevención de Residuos Urbanos.	LE-5.A-1. Promover la adhesión a ACR+ (Association of Cities and Regions for Recycling and Sustainable Resource Management). LE-5.A-2. Participar de forma activa en la Semana Europea de Prevención de Residuos que se celebra de forma anual.
LE-5.B. Promover campañas de información y comunicación sobre la prevención de residuos urbanos a nivel local.	LE-5.B-1. Establecer materiales "tipo" para que posteriormente las Entidades Locales puedan emplear estos materiales en sus campañas de prevención de residuos. LE-5.B-2. Promover la utilización del marco municipal a través de los procesos de Agendas Locales 21 para promover a nivel local acciones de prevención en materia de residuos y de cambios de pautas de consumo. LE-5.B-3. Promover la creación de una línea de subvenciones dirigida a financiar proyectos realizados en materia de prevención de residuos urbanos.
LE-5.C. Fomentar la Compra y Contratación Pública Verde.	LE-5.C-1. Establecer pautas para predicar con el ejemplo y realizar la compra y contratación ambientalmente correcta por parte de la administración foral. LE-5.C-2. Promover la compra y contratación pública verde entre las entidades locales y resto de administraciones públicas de Bizkaia. LE-5.C-3. Promover la sostenibilidad en todas aquellas actuaciones que se lleven a cabo por iniciativa.

BURGOS. PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS

El programa se encuentra en elaboración:

Objetivos cualitativos

- Aplicar una política medioambiental coordinada con la prevención de los residuos como pilar básico.
- Extender el uso de tecnologías en procesos productivos eficientes en la utilización de los recursos y la energía, promoviendo la utilización de materias primas de segunda generación en todos los casos posibles.
- Extender el análisis del impacto de los productos y de los residuos generados durante la fase de producción, distribución y consumo.
- Informar, concienciar, sensibilizar y buscar la implicación activa de los ciudadanos y resto de agentes sociales, y de las empresas – particularmente PYMEs- en la aplicación de medidas de prevención.
- Reducir la generación de residuos y su nocividad.
  - Estabilizar el ratio de generación de residuos domésticos a corto plazo.
  - Sustitución de bolsas comerciales de un solo uso de plástico no biodegradable.
  - Desacoplar la producción de los residuos industriales del desarrollo económico del sector industrial.
  - Disponer de un sistema de información de los traslados de residuos peligrosos que posibilite mejorar la información sobre las cantidades generadas y producidas y mejore los mecanismos de control de los traslados entre Comunidades Autónomas.
  - Seguir incidiendo en la prevención de la contaminación de los lodos en origen.
- Incrementar la reutilización de todos los tipos de residuos donde ello sea factible:
  - Reutilizar determinados objetos (como libros, muebles, ropa) en el ámbito doméstico y comercial.
  - Eliminar o minimizar el despilfarro de alimentos.
  - Reutilizar los RAEE, NFU y piezas de VFU.
- Informar sobre el impacto de los productos a lo largo de su vida útil instando a cambios de comportamiento.

Objetivos cuantitativos

- Mantener la tasa de recogida de residuos domésticos (sin contabilizar la recogida de puntos limpios) por debajo de 470 kg/hab/año.
- Reducir la cantidad del residuo doméstico todo uno o resto un 10% en 2020, con respecto al 2010. Esto supondría pasar de 922.197 toneladas en 2010 a 829.978 toneladas en 2020.
- Reducir la cantidad de rechazo de residuo doméstico enviado a vertedero (sin considerar el posible vertido de Residuos industriales), como el caso anterior en un 10%. Esto supondría pasar de 780.334 toneladas en 2010 a 702.300 en 2020.

¿Qué residuos están incluidos en el programa? Actuaciones en los siguientes tipos de residuos: bolsa "todo uno", materia orgánica, papel/cartón, envases ligeros, vidrio, aceite vegetal usado, RCD obra menor, poda y parques y jardines, limpieza viaria, residuos especiales como residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), pilas y acumuladores, voluminosos, textil y calzado y alimentos.

¿Qué fuentes de producción de residuos están afectadas?

Se identifican como principales fuentes de producción las siguientes:

- Ciudadano como elemento generador principal de los residuos domésticos.
- Actividades económicas e industrias. Existen 3 áreas industriales y empresariales en el municipio de Burgos.
- Edificios administrativos englobando no sólo los del Ayuntamiento, sino también centros de enseñanza, residencias de ancianos, polideportivos, centros cívicos y de acción social, centros sanitarios, etc.
- Mercados, fiestas y eventos. Mercados, "Forum Evolución Burgos", el Palacio de Congresos y Auditorio de Burgos, Mercadillos, Fiestas: donde destaca El Curpillos, las fiestas de San Pedro y San Pablo, Las Marzas, San Lesmes y San Antón.

Catálogo de medidas de prevención que inciden en la reducción de la cantidad de residuos, aplicadas en Burgos

Situación actual de prevención en el municipio de Burgos recopilando las actuaciones que se han llevado a cabo.

Actuaciones en relación a la prevención de la materia orgánica y despilfarro de alimentos

Banco de Alimentos de Burgos. Su misión es recibir productos alimenticios, almacenarlos y repartirlos. Uno de los fines de los Bancos es la **lucha contra el despilfarro de alimentos**, por eso se tiende a aprovechar los excedentes agrícolas, los excedentes de producción en el sector industrial agro-alimentario o los productos no comercializables, aunque sí consumibles, los excedentes en cadenas de distribución, en restaurantes y comedores, los productos que se recogen en colectas organizadas en grandes superficies y en las operaciones kilo. Las entidades beneficiarias lo son por su naturaleza benéfica o solidaria.

Actuaciones en relación a la prevención de papel

a) Desmaterialización de la administración. La desmaterialización de los procesos administrativos, o lo denominado "administración sin papeles" es una medida fundamental para reducir la cantidad de papel generada.

b) Medidas generales de reducción de consumo de papel. Una Orden de agosto de 2008 estableció como medida de ahorro en el consumo de papel la edición de las Comisiones informativas, juntas de Gobierno y Plenos por correo electrónico. Se ha disminuido el gramaje del papel utilizado. A título personal se reutiliza el papel usado como papel de borrador y se imprimen documentos a doble cara, sin embargo, no se ha llevado a cabo ninguna campaña para generalizar la medida a todos los técnicos y trabajadores del Ayuntamiento. A través de la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León se desarrolla el programa de reutilización de libros de texto "RELEO" que consiste en la creación de un banco de libros en los centros escolares educativos para el uso del alumnado en concepto de préstamo para el curso escolar.

c) Campaña de prevención en la generación de residuos.

Actuaciones que mejoran la imagen de la ciudad ya que cada uno deposita los residuos en el contenedor adecuado y en el horario previsto cuando se trata de recogida puerta a puerta.

Actuaciones en relación a la prevención de envases

a) Adquisición de material reutilizable para repartir en la población. Los destinatarios serán tanto escolares como profesionales o para actividades de ocio-deportivas.

b) Reducción de bolsas de un solo uso. Hace 4 años el Ayuntamiento organizó campañas de entrega de bolsas de tela y en la actualidad se reparten bolsas para la recogida de vidrio.

c) Reducción de envases en eventos. Durante dos años consecutivos (2012-2013), se trató de promover el uso de envases reutilizables.

d) Campaña "en familia separar para reciclar".

Actuaciones en relación a la prevención de vidrio

a) Campaña "Dale vida al vidrio" durante las Fiestas de San Pedro y San Pablo de Burgos.

b) Información sobre la "ciudad de vidrio 2015". Burgos aspira a convertirse en 2015 en CIUDAD DEL VIDRIO, es decir, en la población que más envases de este tipo de material recicla por habitante.

c) Campaña de prevención en la generación de residuos. Se trata de una campaña de concienciación para mejorar el reciclado de residuos tanto por parte de los ciudadanos, como de la recogida de cartón en el Comercio, como de la recogida de vidrio en la hostelería.

Actuaciones en relación a la prevención de otras fracciones de residuos

a) Feria de sostenibilidad. Además, se organizan charlas en colegios y conferencias sobre la prevención y recogida de residuos.

b) Campaña de prevención en la generación de residuos. Se trata de concienciar para mejorar el reciclado de residuos tanto por parte de los ciudadanos, como de la recogida de cartón en el Comercio, como de la recogida de vidrio en la hostelería.

c) Campaña sobre el reciclaje doméstico adecuado. Cada año se organiza una campaña para que se lleve a cabo un reciclaje adecuado de los residuos.

d) Campaña sobre aceites usados. En 2005 se llevó a cabo desde el Ayto. de Burgos una campaña para la mejora de recogida de aceite usado.

e) Programas orientados a escolares: "Conoce el tratamiento de tu basura" e "Islas Ecológicas y Puntos limpios".

f) Recogida de ropa usada. La recogida de ropa usada en el municipio de Burgos se gestiona a través de Cáritas Diocesana de Burgos, a través del "Proyecto ARROPA".

g) Préstamo de objetos para fomentar su reutilización.

h) Ferias y Mercadillo. "Burgostock", feria de Excedentes del Comercio de Burgos, donde que se comercializan ropa y otros objetos usados. Mercadillo de segunda mano y antigüedades todos los domingos en Plaza España.

i) Convenios de colaboración. Desde el 2010, se han firmado varios convenios de colaboración orientados a la mejora del medio ambiente del municipio desde un punto de vista general, incluyendo en la prevención de residuos.

Eficacia de las medidas llevadas a cabo y análisis de oportunidades

Una vez analizadas las medidas llevadas a cabo, se valoran como de eficacia, pero aún existe un gran potencial de mejora de prevención en el municipio, en especial en algunos campos como son:

- El compostaje comunitario.
- Disminuir el despilfarro de alimentos.
- Compra pública verde.
- Eventos sostenibles.
- Reparación de voluminosos y RAEE.
- Abordar mediante actuaciones de sensibilización a otros sectores.
- Actuaciones en centros escolares.

Definición de actuaciones para la consecución de objetivos

Catálogo clasificado de medidas de prevención planteadas en el municipio de Burgos, a poner en marcha en los 6 años de ámbito de aplicación del Programa, para alcanzar los objetivos planteados.

Prioridad asignada diferenciando entre:

Prioridad alta (1), para las actividades a desarrollar en 2014-2015-2016.
Prioridad media (2), para las actividades a desarrollar en 2017-2018.
Prioridad baja (3), para las actividades a desarrollar en 2019-2020.

Grado de eficacia en base a los siguientes criterios:

Criterio 1= Grado de adaptación y coherencia de la medida con la normativa, grado de continuidad de la medidas y sinergias con otras actuaciones desarrolladas.
Criterio 2 = Nivel de aceptación y participación por parte de los agentes receptores.
Criterio 3 = Nivel de complejidad de la actuación y dificultad de implantación.
Criterio 4 = Grado de consecución de los resultados de prevención obtenidos a partir de la aplicación de la actuación.

Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo

Tabla 7: Resumen de las actuaciones propuestas.

Tipo de actuación	Medida	Efectividad[7]	Prioridad
Prevención en fracción resto y biorresiduos, y reducción de despilfarro de alimentos	Implantación de la recogida de biorresiduos de grandes productores (>300 L/día).	N/V	1
	Desarrollo de proyectos piloto para la implantación progresiva de la recogida separada de biorresiduos en el ámbito doméstico.	N/V	2
	Fomentar el compostaje comunitario en centros educativos (colegios y/o universidad de Burgos).		2
	Llevar a cabo actuaciones para disminuir el despilfarro de alimentos.		1
Prevención en papel	Actuaciones para fomentar el ahorro de papel en el ámbito de la Administración local, en el ámbito escolar y en oficinas.		1
	Llevar a cabo un estudio para potenciar la administración electrónica.	N/V	1
	Programa de implantación progresiva de marquesinas electrónicas para publicidad, que sustituyan a las zonas de carteles en papel en ciertas áreas de la ciudad, transporte urbano, etc.	N/V	3
Prevención en envases	Campañas de sensibilización para reducir el consumo de agua embotellada.		1
	Criterios de adjudicación de concesiones de comedores escolares y otras actividades colectivas que fomenten la reducción de envases.		2
	Actuaciones orientadas a diminuir el consumo de bolsas de un solo uso en los mercados del municipio o en el pequeño comercio.		2
	Fomento de prácticas de consumo responsable, guías, campañas...		1
Prevención en vidrio	Continuar con las medidas establecidas para "ciudad de vidrio 2015".	En cuanto a las campañas de sensibilización	1
Prevención en otras fracciones	Fomentar la reutilización de ropa, calzado y otros objetos.		1
	Seguir fomentando mercadillos de segunda mano, o de trueque.		1
	Fomentar la reparación de RAEE, y muebles, y por tanto su reutilización, facilitando la entrada en puntos limpios de personal relacionado con centros de reparación. Para ello será necesario esperar a ver cómo se articula la figura de los centros de reparación en la norma que transponga la Directiva 2012/19.	N/V	3
Actuaciones horizontales	Fomento de uso de pilas recargables.		2
	Fomentar en los pliegos de contratación el uso de áridos reciclados en obra pública.		2
	Uso de compost de las plantas propias de tratamiento en jardinería municipal y en el Cinturón Verde.	N/V	3
	Fomentar el Uso de neumáticos recauchutados en vehículos pesados del parque móvil municipal.	N/V	2
	Fomentar la compra verde en la administración local.		2
	Fomentar la prevención de residuos en fiestas y eventos.		1
	Incorporar actividades de prevención en la feria de sostenibilidad y en campañas asociadas a los escolares.		1
	Llevar a cabo un estudio para el conocimiento más detallado de la generación de residuos y las pautas de consumo y fijar indicadores para poder medir evolución.	N/V	2
	Implantación experimental de sistemas de bonificación de tasas para fomentar determinadas prácticas.	N/V	2
	Participación activa en la semana europea de prevención.		1
	Introducir el concepto de prevención de residuos en todas las campañas llevadas a cabo en el Ayuntamiento.		2
	Implantar medidas de ahorro en el consumo urbano de agua, tanto en usos propios municipales como de la población, que como efecto indirecto reducirá la generación de lodos de ETAP y de EDAR y de otros residuos del tratamiento de aguas).	N/V	1

[7] N/V: No valorada

Seguimiento y evaluación del programa de prevención. Indicadores de seguimiento

Para garantizar que las actuaciones planteadas se llevan a cabo, se deberá realizar un seguimiento periódico del grado de implantación del mismo, analizando los resultados obtenidos. Para ello, se plantea que se lleven a cabo 3 revisiones, con periodicidad bienal, coincidiendo con los años en los que se ha diferenciado la prioridad de las actuaciones, es decir:

- Primera revisión, en el primer trimestre de 2017.
- Segunda revisión, en el primer trimestre de 2019.
- Tercera revisión, en el primer trimestre de 2021.

El sistema de indicadores que se utilizará para la revisión de los resultados del programa, estará basado en las siguientes fuentes:

- Indicadores definidos en el Programa Estatal de Prevención de Residuos.
- Indicadores definidos en el Plan Integral de Residuos de Castilla y León (PIRCyL).
- Indicadores definidos en la Agenda Local 21 de Burgos relacionados con la generación de residuos.
- Indicadores adicionales propuestos por este programa.

SAN SEBASTIÁN/DONOSTIA. PLAN DE PREVENCIÓN Y DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Plan de Prevención y Gestión de Residuos. El Ayuntamiento está inmerso en una ambiciosa Estrategia de Prevención de Residuos, por lo que siendo coherentes con esta estrategia y teniendo en cuenta no solo su capacidad ejemplarizante sino la capacidad de reducir el impacto generado por los residuos de esta empresa que cuenta con casi 2.000 trabajadores, se ha acometido un Plan de Prevención y Gestión de residuos del propio Ayuntamiento.

Medios técnicos y humanos utilizados. A la realización de este proyecto está asignado directamente un técnico de medio ambiente al 25% de su jornada laboral, así como dos personas en contrato de fomento de empleo. Además, para la fase de diagnóstico se ha contado con una asistencia técnica externa.

Actividades principales. Este Proyecto se ha desarrollado en varias fases:

Análisis previo y elaboración de un plan de acción.

Diseño del Plan de Prevención de Residuos propiamente dicho: el objetivo es el de caracterizar los residuos generados en cada instalación o servicio municipal, a fin de establecer las acciones oportunas para la adecuada gestión y prevención de residuos, mediante la identificación de las tareas propias de cada equipamiento, instalación o servicio para posteriormente asociar una tipología de residuos a cada una de estas tareas: a cada responsable de área le ha sido enviada una propuesta de las tareas propias de los equipamientos que están bajo su responsabilidad.

Caracterización cualitativa de los residuos generados.

Después de recibir información referente a las tareas, se ha procedido a relacionar cada tarea con una tipología de residuos, mediante criterio del equipo consultor y visitas a las instalaciones.

A continuación se ha procedido a solicitar información a los responsables sobre la tipología de los residuos generados, mediante un cuestionario elaborado para tal fin.

Una vez cumplimentado y recibido el cuestionario, se ha procedido a entrevistar a los responsables de área para resolver dudas y ampliar información.

Establecimiento de los objetivos de mejora.

Se ha realizado priorizando las tareas identificadas en función de:

1. Tipo de residuos generados.
2. Oportunidades de prevención de residuos generados.
3. Cumplimiento de los requisitos legales asociados a la producción de residuos.

Identificación de las acciones de mejora.

Una vez priorizadas las tareas, se establecen los objetivos de mejora que han sido identificadas por los participantes en la Mesa de Trabajo de Residuos. Las acciones propuestas se desarrollarán a través de fichas específicas que contienen la siguiente información:

1. Tarea asociada.
2. Descripción de la acción.
3. Estimación de los recursos necesarios.
4. Oportunidades y condicionantes para su aplicación.
5. Responsables y plazo de ejecución.
6. Indicadores de seguimiento.

Los objetivos de estas acciones de mejora se pueden resumir de la siguiente manera:

OBJETIVO 1

Recoger y gestionar adecuadamente los residuos generados en las dependencias municipales, mediante tres metas específicas:

- Implantar la recogida de las fracciones propias de la recogida selectiva de residuos urbanos en las dependencias municipales, a través de:
  - Establecimiento de responsabilidades: responsable municipal de residuos, responsable de residuos de cada dependencia, responsable de limpieza de cada instalación.
  - Despliegue de contenedores.
  - Elaboración de instrucciones.
- Recoger y gestionar adecuadamente el resto de residuos generados en las dependencias municipales (aquellos que no sean objeto de recogida urbana habitual, tóner, aparatos electrónicos...):
  - Establecimiento de responsabilidades: responsable municipal de residuos, responsable de residuos de almacenamiento intermedio.
  - Despliegue de contenedores.
  - Elaboración de instrucciones.
- Garantizar que los proveedores de servicios gestionan adecuadamente los residuos que se generan en los servicios realizados en dependencias municipales. Para ello se realizarán las siguientes acciones: identificación de proveedores, suministro de instrucciones, pliegos de condiciones.

OBJETIVO 2

Reducir la cantidad de residuos generados en las diferentes instalaciones municipales, mediante metas concretas:

- Reducir la cantidad de residuos generados en oficina.
- Reducir la generación de envases de productos de limpieza.

Para el correcto desarrollo de todo el proceso es fundamental que los responsables de área conozcan los fundamentos básicos e materia de residuos. Para ello se realizará una sesión de formación dirigida a los diferentes responsables de residuos de cada área, con el siguiente contenido:

- Definiciones básicas de residuos.
- Productor de residuos.
- Tipos y gestión de residuos.

Se han realizado, asimismo, 7 talleres formativos para personal municipal. Información relacionada con el proyecto se incluye también en la página web del Departamento de Medio Ambiente del Ayuntamiento.

Evaluación y revisión. Sistema de evaluación, seguimiento, indicadores, etc.

La implantación de las acciones será realizada por las personas responsables de cada área y tras un periodo de implantación de 4 meses, se procederá a realizar una evaluación del Plan de Prevención y Gestión de los Residuos, evaluándose principalmente el nivel de ejecución y los indicadores de seguimiento. La revisión y el análisis se programarán basándose en el modelo organizativo definido, la formación, comunicación y sensibilización realizada, el nivel de ejecución de las acciones previstas y los resultados de los indicadores. Se realizará una valoración global del proyecto y una propuesta de mejoras.

Resultados, factores de éxito y logros. Despliegue de la implantación:

Una vez implantado el Plan de Gestión de Residuos y existan datos disponibles, se valorarán los resultados a fin de introducir las mejoras oportunas.

Contribución de la actuación candidata a mejorar la sostenibilidad. Impactos ambientales, sociales y económicos. La sostenibilidad se define como la capacidad de satisfacer las necesidades de las actuales generaciones sin disminuir el potencial de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias. La generación incontrolada de residuos pone en peligro la consecución de esta sostenibilidad, ya que los impactos ambientales que provocan son muy altos, y a su vez, la no valorización de estos hace necesario la explotación de materias primas, aumentando así los impactos ambientales, económicos y sociales del proceso. Por todo esto vemos que es imprescindible la actuación en origen sobre los residuos generados en nuestras dependencias.

Teniendo en cuenta todo esto, los objetivos estratégicos que se plantean en el Plan de Prevención de Residuos son los siguientes:

- Recoger y gestionar adecuadamente los residuos generados en las dependencias municipales.
- Reducir la cantidad de residuos generados en las diferentes instalaciones municipales.

Alcanzando estos objetivos, por un lado disminuimos la cantidad de residuos producida, y por lo tanto los impactos ambientales y económicos derivados de su gestión, y por otro revalorizando los residuos disminuye la demanda de recursos naturales, disminuyendo a su vez los impactos de extracción de los mismos.

Concordancia de la actuación con la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002 - 2020 (EAVDS). Contribución a los Compromisos de Aalborg. El programa tiene una alta concordancia con la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020 y con los compromisos de Aalborg.

Así en lo que se refiere a la EAVDS la reducción en la generación de residuos lleva parejo un ahorro energético tanto en la generación de los productos que se han de convertir en residuos como en la gestión del residuo una vez generado (compromiso 19).

El programa fomenta asimismo el reciclaje con lo que concordaría con el compromiso 27: *"Conseguir una tasa de reciclaje de hasta el 35% del total de Residuos Urbanos generados"*.

Por último, también contribuye al compromiso 28 *"Vertido cero de Residuos Urbanos sin tratamiento previo al depósito final"* ya que se está disminuyendo en origen la generación de residuos.

Creatividad: carácter innovador de la actuación. Esta campaña es una iniciativa pionera ya que afecta a lo que se puede considerar como la mayor empresa del municipio, con aproximadamente 2.000 empleados. Este tipo de acciones no se llevan a cabo en empresas de esta envergadura lo que le da un valor añadido ya que los resultados en cuanto a prevención de residuos serán más significativos. Además, por la naturaleza de la institución en la que se aplicará, pretende ser una acción ejemplarizante para el resto de la ciudadanía, fomentando así la cultura de la prevención y la reutilización.

Transversalidad de la actuación respecto a las demás concejalías. El estudio se ha realizado sobre todas las dependencias de los Departamentos, Organismos Autónomos y Sociedades Públicas del Ayuntamiento donostiarra.

Participación de otros agentes sociales y metodologías de participación. Para el desarrollo de este Plan es imprescindible la implicación de todos los trabajado-

res y trabajadoras de las distintas dependencias del Ayuntamiento. Para ello se ha establecido una fase de comunicación y formación en la que se desarrollarán sesiones de formación entre los responsables de área y una jornada informativa dirigida a personal técnico y político municipal para informar de los resultados del Estudio de la Gestión de Residuos en la Administración y las acciones identificadas. Además, la información relacionada con el proyecto será incluida en un apartado en la página web de Medio Ambiente del Ayuntamiento.

Para asegurar el buen funcionamiento de este, se asignan distintos responsables:

- El responsable municipal de residuos, que es la persona de referencia del Ayuntamiento en todo el proceso de recogida selectiva de residuos.
- Responsable de residuos de cada dependencia, que velará por el cumplimiento de las instrucciones de recogida selectiva y comunicará las incidencias al responsable municipal.
- Responsable de limpieza de cada instalación, que se encargará de garantizar los recursos humanos y materiales necesarios para cumplir con los protocolos y de formar al personal de limpieza.

SEMANA EUROPEA DE LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

La Semana Europea de la Prevención de Residuos es una iniciativa cuyo objetivo es promover e implantar durante una semana acciones de sensibilización sobre recursos sostenibles y gestión de residuos. Propone participar a diversos sectores (autoridades públicas, entidades privadas, sociedad civil y ciudadanos individuales).

En la página http://www.ewwr.eu/es se puede consultar el conjunto de la información, de la que a continuación se hace un resumen:

¿Cuáles son los objetivos de la EWWR?

- Sensibilizar y concienciar a la sociedad sobre prevención de residuos, reutilización de productos y el reciclaje de materiales.
- Destacar y dar visibilidad al trabajo llevado a cabo por EWWR participantes.
- Movilizar y animar a los ciudadanos europeos a participar en torno a 4 temas de acción.
  - Reducción - Prevención estricta y reducción en origen.
  - Reutilización - Preparación para la reutilización y reutilización.
  - Reciclaje - Separación de los residuos y reciclaje.
  - Let's Clean Up Europe! - Jornada Europea de Limpieza.
- Reforzar las capacidades de las diferentes partes envueltas en la EWWR proporcionándoles herramientas de comunicación y formación adaptadas a sus necesidades.

- Evaluar el impacto de las acciones y campañas de comunicación a partir de cambios en el comportamiento con respecto a la forma de consumir y gestionar sus residuos.

¿Cuáles son las principales características de la EWWR?

- Coordinación de acciones de sensibilización durante una semana.
- Desarrollo de herramientas de comunicación específicas para cada grupo objetivo: colegios, empresas, administraciones, asociaciones y ciudadanos individuales.
- Desarrollo y promoción de las "Jornadas Temáticas de Prevención", centradas cada año en un tema concreto dentro de la prevención de residuos.
- Desarrollo y prueba del concepto de una jornada de limpieza de espacios públicos a nivel Europeo: "Let's Clean Up Europe".

La Really Rubbish Orchestra en Belfast /© Ayuntamiento de Belfast

Ideas para la acción - Reducir

Las campañas de información

- Exposiciones o puestos de información para informar sobre el impacto ambiental, social y económico de los residuos y la necesidad de reducir los residuos.
- Mesas redondas o conferencias para informar y discutir el tema.
- Producir vídeos sobre el impacto de los residuos que producimos y la necesidad de reducir los residuos y publicarlos a través de todos los canales disponibles (YouTube, Facebook, Twitter, TV, cine...).
- Visitas a lugares relacionados. Por ejemplo: plantas de compostaje, centros de economía social, tiendas de reparación de bicicletas, herramientas, ropa, muebles o aparatos electrónicos.

- Proyección de películas de sensibilización, seguido de debate y consejos cotidianos concretos para la audiencia.
- Difundir información sobre Reducción de residuos realizando películas/juegos/carteles, etc.
- Promoción de instalación de pegatinas "No correo basura" para buzones.
- Exhibición de resultados en la reducción del impacto medioambiental de lugares de trabajo debido a las medidas adoptadas en relación con la prevención de residuos.
- Actividades con niños en escuelas.
- Iniciar campañas en comercios "tarjeta de fidelidad eco-ciudadano" que recompensa el eco-comportamiento o promueve el negocio sostenible.

Reducir el uso de recursos

- Acción "Water Bar": cata a ciegas de los distintos tipos de agua, incluida el agua del grifo.
- Actividad para presentar y promover los pañales reutilizables.
- Acción para la reducción de residuos en las oficinas (impresión a doble cara, la reutilización de papel de un solo lado, el uso de agua de dispensador, vasos/tazas en lugar de vasos de plástico, utilizando el té a granel en lugar de bolsas de té, etc.).
- Lanzamiento de productos de diseño ecológico.
- Adoptar una política de compras sostenibles para la oficina/escuela/utensilios de cocina y las líneas de producción.
- Instalación de enfriadores de agua en vez de dar agua embotellada.
- Instalación de máquinas de café que acepten tazas en lugar de vasos de plástico y fomentar el uso de tazas.

Reducir embalaje

- Talleres, por ejemplo un curso sobre cómo el envasado de alimentos podría limitarse.
- Promover la compra de alimentos sin envasar.
- Sensibilización acerca de un solo uso de bolsas de plástico.
- Comparaciones de carros de compra: ¿Quién compró los productos con menos embalaje? ¿Cómo podemos mejorar todas nuestras compras para evitar el exceso de embalaje?
- Paneles informativos en los supermercados que ayudan al consumidor a optar por productos con menos embalaje.
- Promover/ofrecer compras reutilizables con el uso de cajas de cartón de supermercado vacío.

- Desarrollar un concepto sobre cómo reutilizar los envases utilizados en su empresa.
- Adoptar una política de compras sostenibles para material de oficina/líneas de producción/suministros de cocina.

Reducir el desperdicio de alimentos

- Cero residuos cuando comas en casa, fuera de casa o lleves la comida a excursiones.
- Taller: cocinar con sobras.
- Talleres sobre la lectura de las etiquetas (uso por fechas, fechas de caducidad...).
- Proyección de material audiovisual sobre los residuos de alimentos.
- Actividades de compostaje en casa, comunitario o incluso en el trabajo.
- Reparto de listas de la compra y ayudar a los consumidores a planificar mejor para evitar las compras innecesarias.
- Taller: ¿Cómo evitar el desperdicio de alimentos al hacer compras y/o cocinar?
- Mejorar el concepto en la escuela o en la oficina de la cafetería para reducir el desperdicio de alimentos.

En 2014, la Semana Europea de la Prevención de Residuos puso énfasis en la reducción de los residuos de alimentos.

En 2015 el motivo temático es la desmaterialización: ¡Hacer más con menos!

El consumo de productos (incluyendo su producción, transporte y distribución), representa casi el 50% de las emisiones que contribuyen al cambio climático. Si no se consigue la reutilización, estos productos, con el tiempo, se convierten en residuos que hay que gestionar. Que los residuos requieran más infraestructuras de recogida y tratamiento tiene un coste que supone una presión sobre los presupuestos de las autoridades públicas locales y regionales. Por ello es de vital importancia la reducción de los residuos en la fuente. Una forma de poner esto en acción es el consumo inteligente:

¿Cuál es la desmaterialización? Desmaterialización significa usar menos o ningún material para entregar el mismo nivel de funcionalidad para el usuario. Concretamente esto incluye dos aspectos:

a) Pasar de productos a servicios.

b) Mejora de la utilización de material.

Para resaltar este tema y fomentar y apoyar la EWWR Acción desarrolladores, se desarrollan una serie de herramientas:

- Hojas Informativas: una recopilación de fichas específicas "hacer más con menos". Estas fichas tienen como objetivo ayudar a organizar este tipo de actividades. Aparte de que le proporciona información general sobre la actividad, las fichas contienen consejos sobre la preparación y ejecución de la acción, así como una recopilación de ejemplos.
- Taller sobre diseño ecológico (en español).
- Concurso de diseño ecológico (en español).
- Economía compartida: la creación de una red de intercambio (en español).
- Campaña en regalos desmaterializados (en español).
- Taller de reducción de residuos de materiales (en español).
- La reducción de residuos de papel (en español).
- Embalaje: taller de reducción de residuos (en español).
- Repare justo/cafetería/taller.
- Mercados. Reutilización.
- Intercambio.
- Reutilización creativa.
- Cartel promocional. Un cartel promocional, con el objetivo de animar a los ciudadanos a organizar una acción EWWR sobre la desmaterialización o para participar en una acción en su área.

Independientemente del tipo de acción realizada se deben tomar fotos y videos para mostrar los resultados y publicarlos a través de todos los canales disponibles (medios de comunicación, folletos, puestos de información, medios de comunicación social, etc.).

GUÍA PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS AMIGOS DE LA TIERRA

Amigos de la Tierra España es una asociación ecologista con la misión de fomentar el cambio local y global hacia una sociedad respetuosa con el medio ambiente, justa y solidaria.

Problema. La sociedad en la que vivimos está inmersa en la incultura de "usar y tirar"; produce grandes cantidades de bienes de consumo, y muchos de ellos innecesarios. El consumismo en nuestras "sociedades enriquecidas" provoca, además de un desgaste continuo de los recursos naturales, una producción constante de cada vez más abundantes y diversos residuos.

Consumo responsable. Es posible hacer que nuestro consumo no ponga en peligro el bienestar de otras personas o comunidades disminuyendo así las desigualdades Norte-Sur.

Soluciones. Antes de poner en práctica las tres famosas erres, plantéate otras como: responsabilidad y reflexión a la hora de comprar. Puedes empezar a ponerlas en práctica en este orden:

- **Reduce**: entendemos por reducir, las actividades y medidas activas de minimización en origen, siendo ésta la mejor manera de evitar el continuo crecimiento de los residuos.
- **Reutiliza:** hay muchas maneras de reutilizar ciertos materiales o envases. Usa tu imaginación y disminuirás considerablemente el volumen de tu bolsa de basura destinada al contenedor. Recuerda que la reutilización es preferible al reciclaje, ya que alarga la vida útil de los objetos.
- **Recicla:** no es sólo depositar nuestros residuos en el contenedor adecuado. Después de la recogida selectiva, el proceso es largo, y como consumidores debemos asegurarnos o exigir a las administraciones que esos residuos sean tratados de la manera adecuada.

Consejos: ¿Qué puedo hacer yo? Antes de comprar cualquier producto piensa si realmente lo necesitas. Si lo vas a comprar, asegúrate de que es un "producto verde" que no perjudica el medio ambiente, tanto en su proceso de fabricación como en su posterior gestión hasta que llega a una planta incineradora o vertedero.

Cómo reducir residuos en la alimentación

- Cuando vayas a la compra no olvides llevar tu carro de la compra o la bolsa de lona o malla.
- Evita bolsas de un solo uso, sean o no de plástico.

No a los productos de un solo uso

- Evita productos desechables y de corta vida como cuchillas de afeitar, platos y vasos de plástico o cartón e incluso papel de cocina.

No al sobreempaquetamiento

- Evita el sobreempaquetamiento y los envases individuales o "mini". Los productos en tamaño familiar siempre generan menos residuos. Compra productos a granel. Evitarás sobre envasado innecesario.

Para las bebidas

- Evita el agua embotellada: puedes beber agua del grifo, en casi todos sitios es de buena calidad. Y en caso de que necesites comprar botellas, compra de las grandes.
- Evita comprar bricks de zumo, hazte el zumo natural, te aportará más sabor.
- Evita comprar latas de bebidas, las botellas grandes son más económicas y producen menos residuos que muchas pequeñas. Además intenta elegir marcas que embotellen en vidrio.
- Solicita sistemas de devolución, depósito y retorno a tu gobierno local, autonómico y estatal.

Compra sólo lo que necesitas

- Antes de ir a la compra, elabora tu propia lista y céntrate en ella.
- Incluye en la lista de la compra productos locales y de temporada.
- Aprovecha al máximo productos como pasta de dientes o botes de cremas.
- Elige productos concentrados.
- Evita la compra de jabones líquidos, compra pastillas de jabón que no generan envases.
- Evita productos y envases de sustancias peligrosas (aerosoles y sprays).

Productos con menos impacto ambiental

- Evita sprays usando pulverizadores. Usa desodorantes en barra en lugar de spray.
- Como ambientadores evita sprays, sustitúyelos por plantas aromáticas.
- Insecticidas: utiliza disuasivos naturales como aceites de limón, clavo, pino o cedro.
- Puedes sustituir el detergente para la lavadora por nueces de lavado o las llamadas EcoBolas.
- Si tienes un bebé en casa, utiliza pañales lavables. El uso de pañales reutilizables ofrece un importante margen para reducir los residuos del hogar y un gran ahorro económico también.
- Sustituye tus tampones convencionales desechables por una copa de silicona reutilizable que recoge todo el flujo menstrual (Mooncup).
- Rechaza la publicidad que te ofrecen por la calle o invade tu buzón. Puedes poner en tu buzón una pegatina de: “Por favor, publicidad NO, gracias”.
- Antes de echar cualquier producto o envase al cubo de basura asegúrate de que ocupe el mínimo espacio. Compacta al máximo los bricks de cartón sacándoles el aire o latas de aluminio.

- Asegúrate de que los productos que compras están fabricados a partir de materiales reciclados y los residuos que generan son reciclables también.
- Compra productos que usen recambios. Muchos son recargables (toner de impresora, rotuladores, gel de ducha, etc.)
- Reduce el consumo de productos de bricolaje tóxicos. Usa bombillas de bajo consumo.

Cómo reducir residuos modificando nuestros hábitos

PARA LOS REGALOS

- Si tienes que hacer un regalo piensa en algo original y que además no genere residuos.
- Evita comprar productos o regalos que requieran pilas.
- Antes de comprar un libro, asegúrate de que no puedes encontrarlo en una biblioteca o pedírselo a alguien.

CUANDO YA NO TE SIRVE

- La ropa vieja no la tires. Si ya no te gusta pero es útil dónala a asociaciones benéficas
- Móviles viejos. Si el teléfono no funciona acércate a depositarlo en un punto limpio.

IDEAS PARA REUTILIZAR

- Utiliza botes de cristal procedentes de mermeladas o aceitunas.
- Los residuos orgánicos se pueden aprovechar para hacer compost.

Cómo reducir residuos en la oficina

- Utiliza el papel reciclado y libre de cloro.
- Imprime sólo lo necesario, escribe y fotocopia por las dos caras. Implanta un punto de reutilización de papel, donde se deposite aquel que aún pueda tener más usos (escribir por el otro lado por ejemplo).
- Recarga los tóners y cartuchos de tinta cuando se hayan terminado.
- Evita propaganda o catálogos que no necesitas, puedes pedir su versión digital.
- A la hora de agrupar documentos utiliza clips que tienen numerosos usos mejor que las grapas.

Productos locales y de temporada

- Consumir alimentos locales y de temporada es siempre una idea sana, más económica y beneficiosa para el medio ambiente. Y se contribuye a respetar el medio ambiente; al respetar el ciclo natural y la zona de producción de los alimentos, se evita la implantación de monocultivos intensivos que agotan la tierra.

Prevención de residuos y Ecodiseño de envases

Jorge Serrano Pacheco.
ECOEMBES.

El envase, un bien necesario 133
Funciones del envase 133
Requisitos de un sistema de envasado..... 134
Prevención y ecodiseño 137
La prevención de residuos de envases en España..... 137
Estrategias de ecodiseño de envases. 138
Indicadores de prevención de residuos de envases..... 141
Bibliografía..... 175

EL ENVASE, UN BIEN NECESARIO

FUNCIONES DEL ENVASE

Rara vez un producto es consumido en el momento y lugar en el que es fabricado. Incluso cuando esto ocurre, generalmente es necesario dosificarlo en la cantidad que sea demandada por el consumidor final e identificar de alguna manera sus características de acuerdo a la normativa vigente. Por ello, es necesario acompañar al producto de elementos que cumplan las siguientes funciones:

- Permitir la manipulación y uso del producto, dosificándolo en las cantidades adecuadas que sean requeridas por los diferentes consumidores.

- Aportar al producto protección mecánica (golpes y caídas) y contra agentes externos que puedan alterar sus propiedades físico-químicas y organolépticas (olor y sabor).

- Informar al consumidor sobre el producto al que acompaña. Esta información puede ser tanto de carácter obligatorio (fecha de caducidad, identificación del fabricante, etc.) como voluntario (recomendaciones de uso y conservación, información nutricional, etc.).

En este sentido, los envases son los responsables de contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, por lo que cumplen una misión fundamental en la sociedad actual.

REQUISITOS DE UN SISTEMA DE ENVASADO

Los requisitos que debe satisfacer un buen sistema de envasado pueden clasificarse en cuatro categorías de requisitos:

Requisitos legales:

- Normativa que regula los requisitos técnico-sanitarios y resto de aspectos relacionados con la seguridad, que deben cumplirse en las diferentes etapas de comercialización de un producto envasado (producción, conservación, distribución, etc.): *Reglamento 852/2004, Ley 17/2011, Ley 12/2013, RD 168/1985, RD 44/1996, RD 820/1990, RD 34/1984, RD 770/1999…*
- Requisitos legales relacionados con la información que debe estar obligatoriamente presente en los envases, tanto de productos que se comercializan envasados como de productos que son envasados en el punto de venta: *Reglamentos 1169/2011 y 1272/2008, RD 126/2015…*
- Normas de materiales en contacto alimentario: *Reglamento 10/2011, RD 846/2011, RD 397/90, RD 888/1988, RD 1413/1994, RD 891/2006.*
- Legislación vinculada a la gestión de residuos de envase: *Ley 11/1997 y RD 782/1998.*

Requisitos del Consumidor:

- Dosis adecuadas: las necesidades son distintas en cada hogar. Por ejemplo, familias con hijos demandan formatos más grandes que solteros que viven solos.
- Fácil uso: envases que faciliten el uso del producto al que acompañan serán más apreciados por los consumidores.
- Larga vida útil: que el envase contribuya a alargar la vida útil de un alimento permite, por ejemplo, reducir el uso de conservantes artificiales.
- Información clara y sencilla: esta característica es especialmente apreciada por personas mayores, pero útil para todos los consumidores.

Requisitos de la Distribución:

- Condiciones de almacenamiento: flujo tenso o con stock, almacenamiento en racks o en sobreestiba, condiciones de temperatura y humedad…
- Tipo de transporte: carretera, ferrocarril, barco o avión, cada tipo de transporte exige unas características distintas de resistencia mecánica al envase.
- Complejidad del circuito logístico: número de manipulaciones, número de nodos, crossdocking, picking, distribución troncal o capilar, venta online… las combinaciones son casi infinitas y, de hecho, cada vez más numerosas.
- Riesgo de robo: que el envase dificulte el hurto en el punto de venta o durante la distribución del producto es también un aspecto muy importante, principalmente en productos de alto valor añadido.

Requisitos tecnológicos:

- Materiales de envase: sus diferentes características hacen que determinados materiales sean más compatibles con determinadas aplicaciones que otros.
- Técnicas y maquinaria de envasado y acondicionamiento: serán función del producto a envasar y comercializar y de las necesidades de producción.
- Tratamiento de conservación: técnicas que prolongan la vida útil de los alimentos.
- Necesidades productivas: estacionalidad de la demanda de determinados artículos, control de stocks, disponibilidad de proveedores, etc.

Estos cuatro bloques de requisitos de alguna manera definen los sistemas de envasado, es decir, cómo pueden los envases satisfacer las funciones descritas en el punto anterior a la vez que satisfacen todos estos requisitos. Pero a estos requisitos hay que añadir uno más, que cobra cada vez más relevancia: que el sistema de envasado sea respetuoso con el medio ambiente. Esta demanda es transversal a lo largo de toda la cadena de valor del envase; es decir, todos los agentes implicados (fabricantes, transformadores, envasadores, distribuidores, gestores de residuos…) trabajan activamente para optimizar los envases y reducir los impactos ambientales y económicos asociados a un envase ineficiente. Además de la mejora que se consigue sobre el entorno integrando la variable ambiental en el desarrollo de packaging, muchos estudios demuestran que los consumidores tienen una clara preferencia de compra por productos que tengan un buen comportamiento medioambiental.

PREVENCIÓN Y ECODISEÑO

LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS DE ENVASES EN ESPAÑA

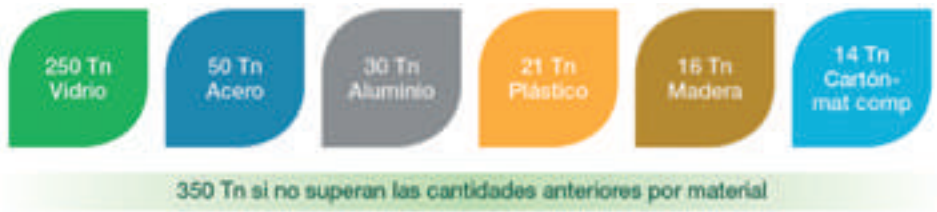
La Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE introduce como orden de prioridad aplicable en materia de gestión de residuos la "jerarquía de residuos", donde la primera opción deseable es la prevención.

En el caso concreto de los residuos de envases en España, país pionero en Europa en el desarrollo de instrumentos normativos para el fomento de la prevención de los residuos de envases, la legislación establece la figura de los Planes Empresariales de Prevención (en adelante PEP), que se configuran como el mecanismo instituido para garantizar el cumplimiento efectivo de los objetivos de prevención y reducción fijados en la *Ley 11/97*.

Según este texto, los PEP serán documentos que recogerán, para periodos de tres años:

- Objetivos de prevención de residuos de envases cuantificados.
- Medidas de prevención previstas para alcanzar dichos objetivos.
- Sistemas de Control y Seguimiento anual del grado de cumplimiento de dichos objetivos.

Los PEP deben ser aprobados por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas donde resida la sede social de la empresa envasadora o importadora de productos envasados, que estará obligada a presentar estos documentos siempre que el peso de los envases que ponga en el mercado en un año natural supere alguno de los siguientes umbrales:



Es importante destacar que para el cálculo de estos umbrales computa la totalidad de envases puestos en el mercado, independientemente de su destino (doméstico, comercial o industrial) y de su grado de agrupación (primario, secundario o terciario).

ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO DE ENVASES

Mientras que la prevención de residuos está encaminada a reducir la cantidad de residuos o su nocividad para el medio ambiente, el ecodiseño tiene un sentido más amplio. Así, podríamos definir ecodiseño como la incorporación

de la variable medioambiental en la toma de decisiones de la fase de diseño un nuevo producto, la más embrionaria de todas las etapas. Todo proyecto de desarrollo de nuevos productos pasa por varias fases: desde la idea inicial que da respuesta a la necesidad identificada, hasta la gestión del residuo final que se genera tras ser consumido el producto.

Se calcula que la dificultad y coste asociado a adaptar productos ya industrializados a nuevas necesidades es hasta mil veces mayor que si estas necesidades hubieran sido identificadas desde el principio, ya en la redacción del briefing inicial del proyecto. En este sentido, trabajar en ecodiseño de envases no debe ser entendido como una nueva obligación, sino como una oportunidad para ser más eficientes, para reducir costes no sólo medioambientales, sino también económicos. Desde que los PEP de ECOEMBES comenzaron su andadura en 1999, se han implantado más de 36.500 medidas de ecodiseño de envases, que han supuesto entre otros logros el ahorro de más de 450.000 toneladas de materias primas. La industria envasadora lleva décadas trabajando en la reducción de peso de envase, ya que este aligeramiento no sólo permite ahorros económicos y medioambientales, al reducir el consumo de materias primas, sino también en fases posteriores del ciclo de vida del producto envasado como las de transporte, distribución y gestión del residuo final.

Pero no todas las estrategias consisten en reducir la cantidad de material de los envases. Las más de 36.500 medidas implantadas desde 1999 pueden clasificarse en las siguientes estrategias:

1. Reducción de peso

Son medidas enfocadas a reducir la cantidad de material necesaria, garantizando que el envase sigue cumpliendo con las funciones descritas anteriormente pero sin modificar su diseño formal o apariencia: Reducción de espesores, aumento de unidades de envase primario por cada envase de agrupación, mejoras de los procesos de llenado que posibiliten reducciones de vacíos técnicos, etc.

2. Rediseño de envases

Bajo este epígrafe se ubican todas aquellas actuaciones que, mediante cambios en la morfología de los envases, permiten una reducción del peso del envase o una reducción del ratio continente/contenido: Mejora de la entrega en cuellos y fondos, mejoras de dimensionamiento de cámara libre, eliminación de cantos vivos, incorporación de refuerzos estructurales, etc.

3. Reutilización

Aquí se engloban las medidas encaminadas a la preparación para la reutilización: Diseño que posibilite la reparación o sustitución de piezas, uso de mermas de los procesos productivos como material de acondicionamiento de nuevos productos, comercialización de envases recargables, aumento vida útil de envases ya reutilizables mediante refuerzos estructurales, etc.

4. Reciclado

Aquí se engloban las actuaciones enfocadas a incorporar material reciclado en nuevos envases, así como las actuaciones que persiguen mejorar su reciclabilidad facilitando los procesos de recogida, selección y reciclado: Facilitar la separación de materiales al consumidor para que los deposite en el contenedor adecuado, facilitar la selección de materiales en planta industrial, evitar incompatibilidades para el reciclado entre distintos materiales presentes en un mismo envase, etc.

5. Eliminación

En este apartado se incluyen políticas enfocadas a la eliminación de elementos sin que se vean comprometidas las funciones del envase: Mejoras de los sistemas de cierre que permitan la eliminación de precintos, sistemas de información que permitan prescindir de dobles etiquetados, etc.

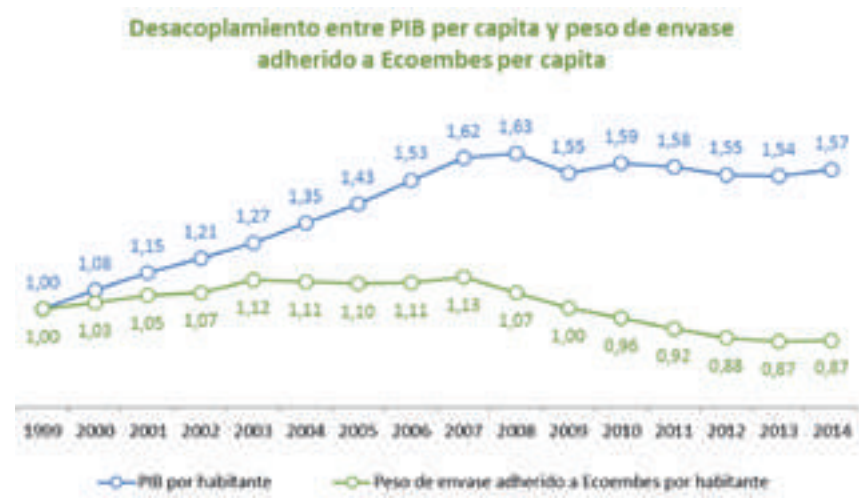
6. Reducción de impacto ambiental

Bajo este epígrafe se engloban todas aquellas medidas que reducen el impacto medioambiental de los sistemas de envasado y que no hayan quedado recogidas en alguno de los epígrafes anteriores: Uso de materiales procedentes de la gestión sostenible de los recursos naturales, adecuación a normativa en el uso de metales pesados, adhesivos, barnices y similares, etc.

INDICADORES DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS DE ENVASES

1. Indicador de contexto económico Vs generación de residuos de envases

Desde finales de los 90, coincidiendo con una etapa de crecimiento económico, la población en España ha experimentado un aumento significativo, lo que también ha contribuido al incremento en la generación de residuos y, en particular, de los residuos de envases. Sin embargo, en este contexto de profundos cambios sociales, es importante destacar que en los años anteriores a la crisis económica la cantidad de envases adheridos a ECOEMBES experimentó un crecimiento sostenido muy inferior al crecimiento del PIB (62% crecimiento PIB Vs 13% crecimiento de los residuos de envases por habitante).



Además, a partir de 2008 se observa una reducción del 9% del PIB mientras que, para el mismo periodo, los envases adheridos a ECOEMBES se han reducido un 20%. Estos datos vienen a confirmar la relación existente entre el nivel de actividad económica y la generación de residuos de envases.

2. Indicador Kr/Kp. La relación entre peso de envase y peso de producto

La legislación vigente establece este indicador para el seguimiento cuantitativo del grado de reducción de los envases y residuos de envases. Se trata de una relación porcentual entre el peso de envase puesto en el mercado y el peso de

producto al que acompaña, siendo Kr la cantidad total, en peso, de los residuos de envase generados en un año y Kp la cantidad total, en peso, de productos envasados consumidos en el mismo año.

La siguiente tabla muestra la evolución del indicador Kr/Kp:

Dicho de otro modo, si en 1999 eran necesarios aproximadamente 80 gr de envase para acondicionar 1 Kg de producto, en la actualidad la cantidad de material necesario para envasar ese mismo Kg de producto es de menos de 67 gr, es decir, un 17% menor.

3. Indicador de peso medio de envase

Los pesos de los envases no sólo se han reducido en términos relativos respecto a la cantidad de producto a la que acompañan, sino también en términos absolutos. La siguiente tabla muestra dichas evoluciones de peso para algunos de los envases más representativos en el mercado español:

Evolución de los pesos medios de envases

	Peso (g.) 2000	Peso (g.) 2013	% Variación 2000-2013
Agua envasada Botella PET 1500 ml.	31,80	26,29	-17%
Aceite de oliva Botella vidrio 750 ml.	526,70	511,29	-3%
Bebidas refrescantes Lata aluminio 330 ml.	15,80	10,05	-36%
Bebidas refrescantes Lata acero 330 ml.	29,00	23,10	-20%
Cereales Caja cartón 500 g.	78,50	69,90	-11%
Yogur líquido Bote HDPE 100 ml.	6,90	5,18	-25%
Leche y zumos Cartón para bebidas 1l.	26,90	25,80	-4%

Aspectos ambientales

Jaime Quirós de Bache.
Universidad Politécnica de Madrid.

- La protección del medio ambiente 147
  - Políticas 147
  - Prevención, reutilización, reciclado 151
- Herramientas para la gestión ambiental 157
  - Análisis de ciclo de vida: generalidades, metodología, aspectos clave 159
  - La Huella de Carbono: generalidades, metodología, cálculo 164
- Bibliografía 176

LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Las Comunidades Europeas iniciaron las actuaciones en materia de medio ambiente a finales de los años 60 del siglo XX sin tener ninguna base jurídica general en los Tratados Europeos originales. Los sucesivos Programas de Acción en materia de Medio Ambiente han proporcionado el marco para la actuación medioambiental de la Unión Europea desde 1973 *(Fernández, 2013)*.

En los últimos cuarenta años se ha creado un considerable acervo legislativo en dicha materia. Esa legislación ha contribuido a resolver algunos de los problemas medioambientales que más preocupan a los ciudadanos y las empresas de la Unión Europea *(COM, 2012)*.

En 2014 entró en vigor el VII Programa general de acción de la Unión Europea en materia de medio ambiente hasta 2020, titulado *"Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta"*, que guiará la política de medio ambiente europea hasta 2020. En él, se acuerda proteger el medio ambiente y la salud humana mediante la prevención o la reducción de los impactos adversos de la generación y gestión de los residuos, la reducción de los impactos globales del uso de los recursos y la mejora de la eficacia de dicho uso, aplicando la jerarquía de residuos: prevención, preparación para la reutilización, reciclado, otro tipo de valorización, y eliminación.

POLÍTICAS

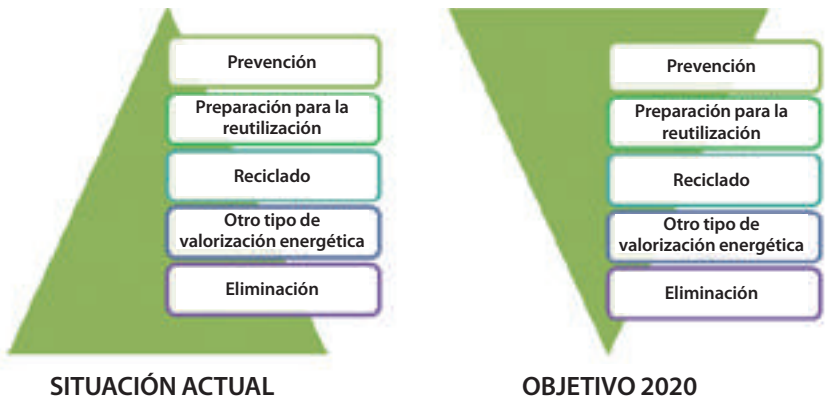
La Comisión Europea ha fijado el escenario de la política de medio ambiente de la Unión Europea (UE) hasta el final de la década con la reciente aprobación y entrada en vigor de su **nuevo Programa de Acción en materia de Medio Am-**

biente. Resalta la importancia de centrar los esfuerzos en mejorar la resistencia ecológica de Europa y transformar a la UE en una economía ecológica integradora y sostenible en los próximos años.

El Programa establece **tres objetivos** temáticos: **proteger, conservar y mejorar** el capital natural de Europa; promover un cambio hacia una economía que utiliza recursos de manera eficiente, y avanzar sobre la base de los progresos ya realizados respecto a la aportación de beneficios notables para la salud pública. Como demuestra el reciente documento de orientación sobre desechos marinos de la Comisión, también pueden abordarse los problemas ambientales sin necesidad de legislar. Las campañas de sensibilización, una base de conocimientos más sólida y la cooperación entre los actores principales y los responsables políticos pueden contribuir en gran medida a evitar que nuestros mares y océanos se conviertan en vertederos de basura *(Comisión Europea, 2013)*.

En 1975 se creó la primera Directiva Marco relativa a los residuos *(Directiva 75/442/CEE1*[5]*)*, estando actualmente en vigor la *Directiva 2008/98/CE2*[6], que destaca en establecer prioridades en las opciones de gestión desde la prevención, reutilización, reciclaje, valorización energética y por último la eliminación. Fomenta el uso y desarrollo de análisis de ciclos de vida (ACV) y de las auditorías medioambientales, así como el uso de objetivos cuantitativos *(GPA, 2013)*.

Jerarquía europea en la gestión de residuos



Fuente: elaboración propia

5 Directiva del Consejo 75/442/CEE, de 15 de julio de 1975, relativa a los residuos.
6 Directiva 2008/98/CE de residuos.

La *Directiva Marco 2008/98* plantea como objetivo en 2020 que la preparación para la reutilización y el reciclado de residuos de materiales tales como el papel, los metales, el plástico y el vidrio, deberá aumentarse como mínimo hasta un 50% global de su peso.

Actualmente la mitad de los residuos generados en la UE acaba en los vertederos. A veces resultan inevitables, en esos casos, la Comisión Europea anima a reutilizar, reciclar y recuperar como se ha comentado anteriormente lo que pueda constituir un recurso valioso. Las tasas sobre los vertidos y los sistemas de pago por generación de residuos pueden contribuir a ese objetivo. Algunos Estados miembros ya tienen niveles de reciclado superiores al 80% y han disminuido sus vertidos. A otros todavía les queda bastante camino por recorrer. La legislación actual ya se ocupa de aspectos específicos como los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, los envases, las baterías y acumuladores o los vehículos al final de su vida útil, contribuyendo así al uso eficiente de los recursos *(Comisión Europea, 2013)*.

A nivel nacional la normativa basada en la política europea, ha trabajado principalmente en dos textos para legislar la gestión de residuos:

- *La Ley 22/2011*, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- *La Ley 11/1997*, de 24 de abril, de envases y residuos de envases, que transpone la Directiva 94/62/CE.

Entre los objetivos de *La Ley 22/2011* se establece que antes de 2020, *la cantidad de residuos domésticos y comerciales destinados a la preparación para la reutilización y el reciclado para las fracciones de papel, metales, vidrio, plástico, biorresiduos u otras fracciones reciclables deberá alcanzar, en conjunto, como mínimo el 50% en peso. Por otro lado, la cantidad de residuos no peligrosos de construcción y demolición destinados a la preparación para la reutilización, el reciclado y otra valorización* de materiales, con exclusión de los materiales en estado natural definidos en la categoría 17 05 04 (Código LER) de la lista europea de residuos, deberá alcanzar *como mínimo el 70%* en peso de los producidos.

La *Ley de residuos* establece asimismo, en su artículo 10, la necesidad de que todas las partes interesadas tengan la oportunidad de participar en la elaboración de los instrumentos de ordenación en materia de residuos contenidos en la Ley, así como en los procedimientos de evaluación de sus efectos en el medio ambiente, que están regulados por la *Ley 9/2006*[7](CPA, 2013). Hasta el momento, se han aprobado en España dos planes relativos a los residuos urbanos:

- El Plan Nacional de Residuos Urbanos (2000 - 2006).
- El Plan Nacional Integrado de Residuos (2008 – 2015).

7 Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

El **Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR)** incluye los residuos domésticos y similares, los residuos con legislación específica, los suelos contaminados, además de algunos residuos agrarios e industriales no peligrosos que aunque no disponen de regulación específica, son relevantes por su cuantía y su incidencia sobre el entorno. Este Plan incluye además la Estrategia de Reducción de Vertido de Residuos Biodegradables, que cumpliendo con una obligación legal, contribuye a alargar la vida de los vertederos, a disminuir su impacto sobre el entorno y de forma especial a la reducción de gases de efecto invernadero (MAGRAMA).

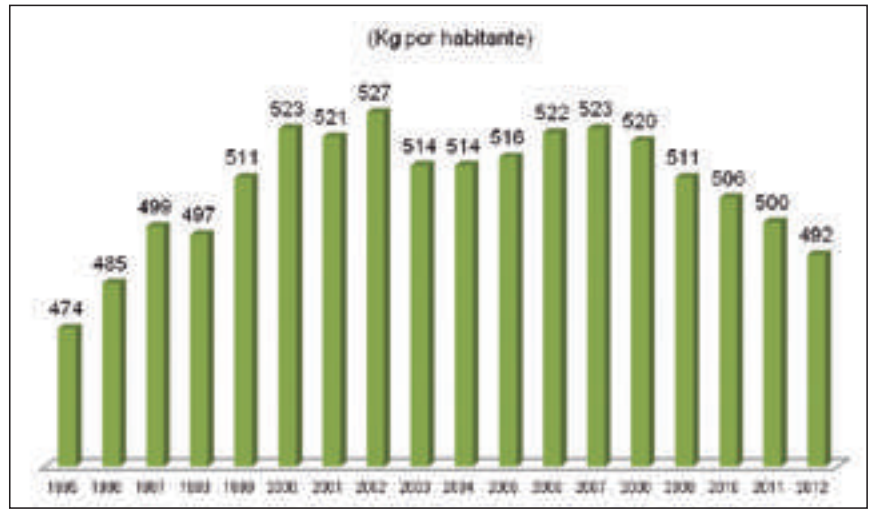
Asimismo, y con el fin de dar cumplimiento al artículo 15 de la Ley de residuos antes de diciembre de 2013, se ha incorporado a este Plan, el Programa de Prevención de residuos, con el contenido establecido en la norma 9. Se trata del **Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020** que desarrolla la política de prevención de residuos, conforme a la normativa vigente para avanzar en el cumplimiento del objetivo de reducción de los residuos generados en 2020 en un 10 % respecto del peso de los residuos generados en 2010. El Programa Estatal describe la situación actual de la prevención en España, realiza un análisis de las medidas de prevención existentes y valora la eficacia de las mismas. Este programa se configura en torno a cuatro líneas estratégicas destinadas a incidir en los elementos clave de la prevención de residuos:

- Reducción de la cantidad de residuos.
- Reutilización y alargamiento de la vida útil de los productos.
- Reducción del contenido de sustancias nocivas en materiales y productos.
- Reducción de los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente, de los residuos generados.

Cada línea estratégica identifica los productos o sectores de actividad en los que se actuará prioritariamente, proponiendo las medidas de prevención que se han demostrado más efectivas en cada una de las áreas, siguiendo la clasificación establecida en el Anexo IV de la Directiva Marco de Residuos y de la Ley de residuos (medidas que afectan al establecimiento de las condiciones marco de la generación de residuos (marco jurídico normativo, de planificación y de actuación de las administraciones), a la fase de diseño, producción y distribución de los productos, y a la fase de consumo y uso). La puesta en práctica de estas medidas depende de acciones múltiples en distintos ámbitos en las que están implicados los siguientes agentes:

- Los fabricantes, el sector de la distribución y el sector servicios.
- Los consumidores y usuarios finales.
- Las Administraciones Públicas.

Generación de residuos municipales en europa



Fuente: elaboración propia a partir de datos Eurostat

PREVENCIÓN, REUTILIZACIÓN, RECICLADO

En **España** se ha producido, de la misma forma que en otros países europeos, un incremento en la generación de residuos de forma paralela a su crecimiento económico. A lo largo de los últimos años se ha conseguido una mayor sensibilización de las administraciones, los sectores económicos y la sociedad, se han incrementado las infraestructuras para el tratamiento de los residuos, aunque no en todos los casos con el rendimiento esperado y se ha consolidado un sector empresarial especializado en la gestión de los residuos.

Todavía un porcentaje elevado de los residuos que se generan en España van a vertedero, es decir, a eliminación. Esta situación debe ser objeto de atención específica. En este sentido disminuir la generación de residuos, fomentar la reutilización e implantar recogidas separadas de flujos diferenciados tiene un papel crucial a la hora de incrementar la tasa de reciclado, a la vez que se disminuye la cantidad de residuos vertidos.

El Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 establece una serie de objetivos cuantitativos y cualitativos así como medidas específicas para su cumplimiento, teniendo en cuenta la ya mencionada jerarquía europea en la gestión de residuos que se describirán a continuación.

Objetivos Prevención, Reutilización, Reciclado. El cumplimiento de la normativa legal en vigor y de las futuras obligaciones dispuestas en la nueva directiva

marco de residuos (DMR) para estos residuos son los aspectos más importantes que se deben abordar en el periodo de vigencia del Plan. La elección de las medidas para alcanzar los objetivos legales debe conducir a la reducción de la generación de los residuos, a un mejor aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos y a la reducción del impacto que tienen la producción y gestión de los residuos en el medio ambiente, en particular, en las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI).

Mejorar la información disponible sobre los residuos de origen doméstico y comercial, y la elaboración periódica de estadísticas son dos aspectos básicos para una planificación eficaz de su gestión así como para la verificación del grado de cumplimiento de los objetivos que se establezcan. Es indispensable establecer protocolos (periodicidad, sistemática, verificación, etc.) para mejorar la información sobre la composición de las diferentes fracciones en los sistemas existentes de gestión, así como la información relacionada con el vertido y la de centros de tratamiento "integrales" que incluyen varias operaciones de gestión.

Por otro lado, con carácter general es necesario aplicar el principio de proximidad y autosuficiencia en la gestión de los residuos urbanos de origen domiciliario para reducir su excesivo o innecesario transporte. A continuación se detallan los objetivos y medidas específicas del PNIR vigente, en cuanto a prevención, reutilización y reciclado.

Objetivos cualitativos y cuantitativos de prevención

PREVENCIÓN	
Objetivos cualitativos	**Objetivos cuantitativos**
Estabilizar la generación de residuos urbanos de origen domiciliario en una primera etapa y posteriormente tender a su reducción. Reducir la cantidad y nocividad de los residuos de envases.	2012: Reducción de las toneladas de residuos de envases respecto del 2006: 4% . Bolsas comerciales de un solo uso: • Disminución del 50% a partir de 2010. • Calendario de sustitución de plásticos no biodegradables y prohibición progresiva en vigor en 2010.

Fuente: PNIR

Objetivos cualitativos y cuantitativos de reutilización

REUTILIZACIÓN	
Objetivos cualitativos	**Objetivos cuantitativos**
Conocer los niveles de reutilización de residuos urbanos de origen domiciliario (voluminosos, envases, electrodomésticos, ropa, etc.), para fijar un programa de reutilización efectivo en la segunda revisión del Plan. Aumentar la reutilización de envases de vidrio para determinados alimentos líquidos, especialmente en el canal HORECA, y de envases industriales y comerciales.	Reutilización de envases de vidrio[8] Producto / HORECA (%) / Resto canales de Consumo (%) Aguas envasadas: 60 / 15 Cerveza: 80 Bebidas refrescantes: 80 Vino[9]: 50 Estos porcentajes podrán ser modificados en la primera revisión del plan a la luz de la mejora de la información Establecimiento de porcentajes de reutilización para diferentes tipos de envases comerciales e industriales en la primera revisión del Plan, en particular bidones y palets.

Fuente: PNIR

8 Porcentaje de reutilización: envases reutilizables de vidrio sobre el total de envases de vidrio puestos en el mercado para estos alimentos líquidos.

9 El % de reutilización general en el caso del vino será de aplicación en vinos que no cuenten con indicaciones como las de vinos de calidad producidos en regiones determinadas, vinos con derecho a la mención "vino de la tierra", denominaciones de origen, indicaciones geográficas, sin indicación geográfica con indicación de añada y variedad. La clasificación de categorías de vinos se encuentra a fecha de redacción de esta Memoria en revisión en la UE.

Objetivos cualitativos y cuantitativos de reciclado

RECICLADO	
Objetivos cualitativos	**Objetivos cuantitativos**
Aumento del compostaje y de la biometanización de la fracción orgánica recogida selectivamente. Conversión gradual de las plantas de triaje y compostaje de residuos mezcla en plantas para el tratamiento mecánico biológico previo a la eliminación. Garantizar y verificar el cumplimiento de los objetivos legales en materia de reciclado y valorización de residuos de envases. Aumentar las tasas de reciclado de los diferentes materiales presentes en los residuos urbanos de origen domiciliario. Incremento de las toneladas recogidas selectivamente de diferentes fracciones procedentes de otros canales de recogida HORECA, grandes generadores, etc.	Incrementar la cantidad de fracción orgánica recogida selectivamente como mínimo a 2 millones de toneladas para destinarla a instalaciones de compostaje o biometanización de FORS. Incremento de las toneladas recogidas de las siguientes fracciones procedentes de recogida selectiva en 2006: Estos porcentajes podrán ser modificados en la primera revisión del plan.

	Incremento año base 2006	Kg/hab/ año en 2006	Kg/hab/ año en 2015
Papel/Cartón procedencia municipal	80%	20	36
Vidrio	80%	12	23
Plástico	100%	3	5
Metales	100%	1	2

Fuente: PNIR

Medidas Prevención, Reutilización, Reciclado. Para alcanzar los objetivos citados anteriormente se requiere la adopción de una serie de medidas a aplicar en las diferentes etapas o tratamientos de gestión de los residuos de origen doméstico. Con carácter general las medidas contempladas en la Estrategia Española de Reducción del vertido de residuos municipales biodegradables juegan un papel esencial para ayudar a conseguir parte de los objetivos contemplados en este capítulo.

Por otro lado, es necesario establecer algunas medidas de carácter horizontal como son:

- Elaboración y aplicación de metodologías armonizadas para la caracterización periódica y sistemática de los residuos urbanos de origen domiciliario (por ejemplo elaboración de un manual de caracterización, etc.).
- Evaluación del coste íntegro de la gestión de los residuos según los diferentes modelos de gestión. Inclusión dentro de los programas de la I+D+i de una línea en materia de prevención y gestión de residuos domésticos.

Las medidas específicas de PREVENCIÓN son las siguientes:

- **Acuerdos voluntarios** con los agentes económicos que participan en la cadena de envasado y comercialización (fabricantes de envases, envasadores y comerciantes o distribuidores) para fomentar la prevención de envases y residuos de envases:
  - En cantidad, por ejemplo, potenciando la venta de productos frescos a granel, etc. En particular, acuerdos con los sectores de la distribución para reducir la generación de residuos de bolsas de un solo uso.
  - En su impacto sobre el medio ambiente (materiales, sustancias presentes en los envases), por ejemplo sustituyendo materiales no biodegradables por otros de mayor biodegradabilidad o reciclabilidad, etc. En particular, la sustitución de las bolsas de plástico de un solo uso no biodegradables por bolsas de material biodegradable.
- Fomento del **ecodiseño** con fines de prevención.
- Continuación y ampliación de los **programas de compostaje doméstico y comunitario.**
- **Campañas para la información y sensibilización** orientadas a los consumidores, empresas y servicios para enfatizar el papel que éstos juegan en la mayor o menor producción de residuos, en particular para reducir los residuos de envases.

Las medidas específicas de REUTILIZACIÓN son las siguientes:

- **Acuerdos voluntarios** para promover el uso de envases reutilizables. Por ejemplo: bolsas reutilizables en comercios y grandes superficies, envases de vidrio para determinados alimentos, especialmente en el canal HORECA y similares, etc.
- Fomento de los **mercados de segunda mano** (electrodomésticos, muebles, ropa).
- Adopción de una norma para que las administraciones adquirieran productos, en especial alimentos líquidos, en envases reutilizables en todas sus dependencias y servicios *(MAGRAMA, 2013)*.

Como medidas específicas de RECICLADO se proponen las siguientes:

- Establecimiento de **acuerdos voluntarios,** convenios de colaboración,

proyectos piloto para implantar la **recogida separada de la fracción orgánica y de residuos verdes** de parques y jardines en municipios, grandes generadores, HORECA, entornos rurales, zonas aisladas e insulares, etc.

- Establecimiento de acuerdos voluntarios, convenios de colaboración, proyectos para impulsar las **recogidas separadas de papel/cartón, vidrio, metales, plásticos,** tanto en el canal doméstico como otros canales de recogida.
- Adopción de una **norma española sobre recogida selectiva de fracción orgánica,** tratamiento biológico y producción de compost de calidad.
- Impulso a la **recogida de medicamentos** a través de las oficinas de farmacia, de ropa usada, de residuos voluminosos, de residuos de aceites vegetales, etc.
- Ampliación de la red actual de puntos limpios: se dotará a todos los municipios de más de 5.000 hab. antes del 2010 y a todos los de más de 2.000 hab. antes de 2015.
- **Campañas de información y sensibilización** orientadas a enfatizar el papel que juegan los consumidores en la separación en origen de distintas fracciones de los residuos: en particular, para la fracción orgánica, el papel/cartón, vidrio y envases ligeros y otras fracciones.
- **Colaboración con la Red Española de Compostaje** para el desarrollo de trabajos técnicos encaminados a optimizar el rendimiento de las plantas de compostaje y biometanización disponibles. Realización y difusión de una guía para el buen funcionamiento de estas instalaciones.
- **Reorientación de las instalaciones de biometanización** hacia el tratamiento de la fracción orgánica recogida separadamente.
- **Optimización** del funcionamiento de las **instalaciones de clasificación de envases y de tratamiento** mecánico de fracción resto para aumentar la recuperación de materiales.
- Fomento del empleo de los **materiales procedentes del reciclado** de los residuos, en sustitución de materias primas e impulso de estos productos, por ejemplo impulsando las compras verdes en la administración y, en la medida de lo posible, en el sector privado.
- Realización de una **guía de aplicación del compost** a los cultivos agrícolas, jardinería, etc.

HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL

En la actualidad, varias son las herramientas que se disponen al servicio de las compañías, dirigentes y gobiernos. Las herramientas de análisis ambientales facilitan la valoración de los impactos medioambientales, o bien, el uso de los recursos naturales. Los sistemas pueden ser un producto, un servicio, una economía o un proyecto. Muchos procedimientos todavía se encuentran en desarrollo y no están estandarizados, y resulta difícil definirlos como verdaderas herramientas *(Alan et all,2007)*.

Se dispone de un numeroso grupo de herramientas o procedimientos para valorar los impactos producidos sobre el medio ambiente. Son necesarias discusiones sobre cuál es la manera y que métodos son aplicables a la contabilidad ambiental, tales como podrían ser el Análisis de Flujo de Materia, los Sistemas de Contabilidad Económica y Ambiental y las Auditorías Ambientales, que tendrían que estar orientados hacia los sistemas cambiantes.

Herramientas para la gestión ambiental

HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL	
RA, Risk Assessment	Análisis de Riegos Ambientales
EIA, Environmental Impact Assessment	Estudio de Impacto Ambiental
Eau, Environmental Auditing	Auditoría Ambiental
EMA, Energy and Material Analysis	Análisis de Material y Energía
ISCM, Integrated Substance Chain Management	Gestión Integral de Sustancias
LCA, Life Cycle Assessment	Análisis del Ciclo de Vida
SFA, Substance Flow Analysis	Análisis del Flujo de Sustancias
PLA, Product Line Analysis	Análisis de Línea de Producto
SFA, Substance Flow Analysis	Análisis del Flujo de Sustancias
EPE, Environmental Performance Evaluation	Evaluación del Comportamiento Ambiental
CF, Carbon footprint	Huella de Carbono

Fuente: Alan Et all 2007

Estas herramientas sirven para alcanzar un objetivo común: el desarrollo sostenible. Sin embargo, tienen un uso más concreto; dar soporte a un determinado concepto dotándole de información cuantificable para alcanzar ese objetivo.

En el 2003 la Comisión Europea puso en marcha la "Política Integrada de Producto" que considera los tres pilares básicos del desarrollo sostenible al tener en cuenta los aspectos económicos, sociales y ambientales de los productos. Su objetivo es la mejora continua del comportamiento ambiental de productos y servicios dentro de un contexto de ciclo de vida. Es precisamente por el enfoque de todo el ciclo de vida del producto y la integración de los tres pilares del desarrollo sostenible por lo que recibe su nombre. La política se enfoca hacia dos frentes, por una parte proporcionar medios e incentivos para conseguir los objetivos ambientales y por otra encontrar soluciones a los problemas ambientales de los productos *(AIMME, 2007)*.

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA: GENERALIDADES, METODOLOGÍA, ASPECTOS CLAVE

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta metodológica que sirve para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema a lo largo de todo su ciclo de vida (desde que se obtienen las materias primas hasta su fin de vida) *(IHOBE,2009)*. Se basa en la recopilación y análisis de las entradas y salidas del sistema para obtener unos resultados que muestren sus impactos ambientales potenciales, con el objetivo de poder determinar estrategias para la reducción de los mismos. Es el método principal para la evaluación de los impactos ambientales de los productos y servicios a lo largo de su ciclo de vida; de la extracción o recolección de los recursos naturales utilizados en su producción, a través de su vida útil y posterior eliminación después del uso *(Biointelligence)*.

La principal característica de esta herramienta es su enfoque holístico, es decir, que se basa en la idea de que todas las propiedades de un sistema no pueden ser determinadas o explicadas solo de manera individual por las partes que lo componen. Es necesaria la integración total de todos los aspectos que participan; de ahí el concepto de tener en cuenta todo el ciclo de vida del sistema. Los elementos que se tienen en cuenta dentro del ACV, comúnmente se conocen como inputs/outputs (entradas/salidas):

- **Inputs/entradas:** uso de recursos y materias primas, partes y productos, transporte, electricidad, energía… etc, que se tienen en cuenta en cada proceso/fase del sistema.
- **Outputs/salidas:** emisiones al aire, al agua y al suelo, así como los residuos y los subproductos que se tienen en cuenta en cada proceso/fase del sistema *(SenseCO_2)*.

La manera y forma en la que se recopilan estas entradas/salidas se conoce como **Inventario de ciclo de vida (ICV)**, y es la fase del análisis del ciclo de vida que implica la recopilación y la cuantificación de entradas/salidas de un sistema durante su ciclo de vida.

El ACV de un producto debería incluir todas las entradas/salidas de l*os procesos que participan a lo largo de su ciclo de vida:* la extracción de materias primas y el procesado de los materiales necesarios para la manufactura de componentes, el uso del producto y finalmente su reciclaje y/o la gestión final. El transporte, almacenaje, distribución y otras actividades intermedias entre las fases del ciclo de vida también se incluyen cuando tienen la relevancia suficiente. A este tipo de ciclo de vida se le denomina comúnmente "de la cuna a la tumba" *(IHOBE, 2009)*.

Concepto de la perspectiva de un análisis de Ciclo de Vida y Fases que se tienen en cuenta

Fuente: elaboración propia

Cuando el alcance del sistema se limita a las entradas/salidas desde que se obtienen las materias primas hasta que el producto se pone en el mercado (a la salida de la planta de fabricación/montaje), se le denomina **"de la cuna a la puerta"**. Y cuando solo se tienen en cuenta las entradas/salidas del sistema productivo (procesos de fabricación), se le llama **"de la puerta a la puerta"** *(Peruga et all, 2011)*.

Sin embargo, **es el alcance de todo el ciclo de vida (de la cuna a la tumba) el único que asegura que las cargas medioambientales de una fase no se traspasan a otras fases del ciclo de vida.** Esto significa que, por ejemplo, externalizar un proceso de nuestro sistema contratando a un proveedor externo, no evita la contabilización de la carga ambiental asociada a ese proceso. Aunque el mismo no esté en nuestra propia planta, el concepto holístico del ACV obliga a tenerlo en cuenta.

Un nuevo enfoque, basado en tener en cuenta que las corrientes de salida del Fin de Vida del sistema pueden ser valoradas como materias primas y/o entradas al mismo sistema o a otro, está teniendo un importante reconocimiento en los últimos años. A este tipo de enfoque en ACV se le denomina **"de la cuna a la cuna"** *(IHOBE, 2009)*.

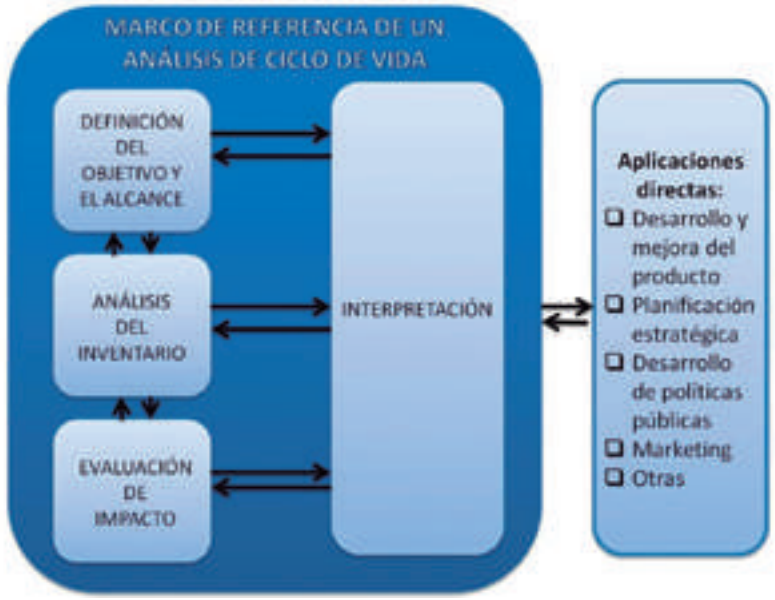
La suma total de entradas y salidas sienta las bases para un posterior análisis y evaluación de los efectos medioambientales relacionados con el producto. Se ha establecido por parte de ISO (International Organization for Standarization) un marco para la estandarización de la metodología de ACV, según la familia de normas ISO 14040:

- **UNE EN ISO 14040:2006:** gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- **UNE EN ISO 14044:2006:** gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.

Respecto a la gestión de residuos, debido a su complejidad por la interrelación con otros sistemas (fabricación, producción, etc.), las ventajas de la utilización del ACV conducen a una visión global y fácil de entender sobre todos los procesos e impactos asociados. De este modo, el ACV ayuda a la toma de decisiones, a partir de información objetiva acerca de información ambiental del sistema. Las ventajas de la utilización del ACV conducen a una visión global y fácil de entender sobre todos los procesos e impactos asociados.

En cuanto a la **metodología del ACV,** ésta se divide en cuatro fases: objetivos y alcance del estudio, análisis del inventario, evaluación del impacto e interpretación. Opcionalmente, se puede incluir una fase más, denominada revisión crítica.

Fases de la metodología ACV



Fuente: ISO 14040:2006

De acuerdo a la estandarización realizada, se distinguen varias fases en un estudio de ACV:

1. **Definición de Objetivos y Alcance:** Define las razones y el uso del estudio, así como el alcance de acuerdo con los límites del sistema, la unidad funcional y los flujos dentro del ciclo de vida, la calidad exigida a los datos,

y los parámetros tecnológicos y de evaluación, es decir, el contexto o escenario en el que se va a desarrollar.

- **El sistema del producto:** Consiste en la suma del producto, así como todo el conjunto de elementos que se relacionan con él a lo largo de su ciclo de vida, y que permiten que llegue a desarrollar su función.
- **La unidad funcional:** Es la medida de la función de un producto. A esta unidad se referirán todos los datos del sistema.
- **Límites del sistema:** Hay que especificar con claridad qué componentes o procesos que forman el sistema del producto se incluyen en el análisis y cuáles no.
- **Las reglas de asignación de las cargas ambientales:** Se deben repartir las cargas ambientales totales del sistema entre los distintos productos o funciones que se incluyen en el mismo.
- **Las categorías de impacto y la metodología de evaluación** de impacto que se van a utilizar.
- **La calidad de los datos:** Cobertura tecnológica, temporal o geográfica de estos datos.
- **Las hipótesis consideradas:** Pueden afectar considerablemente a los resultados del análisis y por eso deben estar justificadas.

2. Desarrollo del Inventario de Ciclo de Vida (ICV): Es la fase del ACV en la que se recogen los datos correspondientes a las entradas y salidas para todos los procesos del sistema de producto, datos referentes a los balances de materia y energía asociados al sistema estudiado, referentes a entradas (consumo de materia y energía) y salidas (residuos emitidos al aire, agua y suelo) de los distintos procesos o subsistemas incluidos en el sistema analizado.

3. Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV): Es la fase del ACV en la que el inventario de entradas y salidas es traspasado a indicadores de potenciales impactos ambientales al medio ambiente, a la salud humana y a la disponibilidad de recursos naturales.

Las etapas de las que puede constar una evaluación de impacto son:

- Clasificación: En función del tipo de impacto ambiental al cual pueden contribuir, los datos del inventario (entradas y salidas) se agrupan en diversas categorías.
- Caracterización: Dentro de cada categoría de impacto, se agregan los datos del inventario considerando el grado en que cada uno de ellos contribuye a aumentar el impacto ambiental correspondiente. Esto se realiza aplicando factores de caracterización que sean científicamente justificables y aceptados internacionalmente.

- Normalización: Para cada categoría de impacto, los datos de la caracterización se dividen por valores reales o esperados en una determinada área geográfica y en un período temporal concreto.
- Valoración: Según su importancia relativa, las diferentes categorías de impacto son ponderadas. Esta ponderación depende en buena parte de criterios sociales y económicos, por lo que, en función de la importancia que se dé en cada lugar a los diferentes impactos ambientales, puede variar de una región geopolítica a otra.

Metodología para la evaluación de impacto del ciclo de vida

Fuente: ISO 14040

4. Interpretación: Es la fase del ACV en la que los resultados del ICV y el EICV son interpretados de acuerdo al objetivo y alcance marcados inicialmente. En esta fase se realiza un análisis de los resultados y se marcan las conclusiones.

Algunos de los **aspectos clave** de la metodología del ACV (según ISO 14040):

- El ACV debería considerar, de forma sistemática y adecuada, los aspectos medioambientales de los sistemas del producto, desde la adquisición de materias primas hasta su eliminación final.
- El grado de detalle y el marco temporal de un estudio de ACV puede variar significativamente de acuerdo al objetivo y alcance definido.
- El alcance, las hipótesis, la descripción de la calidad de los datos, las metodologías y los resultados del ACV deberían ser transparentes. El

ACV debería analizar y documentar las fuentes de datos y debería ser comunicado de forma clara y apropiada.

- Dependiendo de la aplicación pretendida del ACV se deberían tomar medidas con respecto a su confidencialidad y propiedad.
- La metodología del ACV debería ser capaz de contemplar la inclusión de nuevos avances científicos y mejoras en el estado de la técnica.
- A los estudios de ACV que se usan para hacer afirmaciones comparativas que son divulgados al público, les aplican requisitos específicos.
- No hay base científica para reducir los resultados del ACV a una simple calificación global o número, dada la complejidad y los intercambios existentes en los sistemas analizados en diferentes etapas del ciclo de vida.
- No hay un método único para realizar los ACV. Las organizaciones deberían tener flexibilidad para implementar en la práctica el ACV de acuerdo a normas internacionales, basándose en la aplicación específica y en los requerimientos del usuario.

LA HUELLA DE CARBONO: GENERALIDADES, METODOLOGÍA, CÁLCULO

Los **Gases Efecto Invernadero (GEI)** definidos en el protocolo de Kioto el año 1997, forman una capa permanente en la parte media de la atmósfera que impide que toda la radiación solar que es devuelta por la tierra pueda salir, provocando con ello que la temperatura bajo la capa aumente *(Espindola, 2011)*. **La Huella de Carbono (HC)** es un **instrumento para determinar, evaluar y comunicar** el efecto de los productos, servicios y organizaciones en el cambio climático *(AENOR, 2014)*, es decir, cuantificación directa e indirecta de los GEI ($C0_2$, CH_4, NO_2, HFCs, PFCs y SF_6) que son liberados a la atmosfera por una actividad de una empresa u organización, el ciclo de vida de un producto, de la organización de un evento o persona *(AEC, 2013)*. La HC se mide en toneladas equivalentes de dióxido de carbono *(CEPAL, 2013)*. La Huella de Carbono contribuye a *(AENOR, 2014)*:

- La cuantificación, reducción y neutralización de las emisiones de CO_2 en productos y organizaciones en el marco de la mitigación del cambio climático.
- La creación de un mercado de productos y servicios con reducida generación de carbono, dando respuesta a la demanda social y medioambiental actual.
- La identificación de oportunidades de ahorro de costes en las organizaciones.
- La demostración ante terceros de los compromisos de la organización con la responsabilidad social a través de sus requisitos en mitigación del cambio climático.

Hay dos formas de enfocar la HC *(Álvarez, 2013)*:

- **Huella de Carbono de producto/servicio:** analiza el ciclo de vida de un producto o servicio enfocado en las emisiones de GEI.
- **Huella de Carbono corporativa:** se trata de medir las emisiones de GEI derivadas de la actividad de la empresa.

Actualmente existen multitud de normas y metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono todas ellas basadas en la norma ISO 14040 de análisis de ciclo de vida.

Referencias para el cálculo de la Huella de Carbono

Nombre	Desarrollado por	Enfocado para	Función
ISO 14067	Organización Internacional de Normalización.	Producto	Cálculo de la Huella de Carbono de un producto.
ISO 14064	Organización Internacional de Normalización.	Organización	Inventario de emisiones.
ISO 14069	Organización Internacional de Normalización.	Organización	Cálculo de la Huella de Carbono para una organización.
GHC PROTOCOL ALCANCE 1 Y 2	Instituto de Recursos Mundiales y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible.	Organización	Inventario de emisiones.
GHC PROTOCOL ALCANCE 3	Instituto de Recursos Mundiales y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible.	Organización	Cálculo de la Huella de Carbono de una organización.
GHC PROTOCOL PRODUCTO	Instituto de Recursos Mundiales y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible.	Producto	Cálculo de la Huella de Carbono de un producto.
PAS 250	Instituto de Estandarización Británico.	Producto	Huella de Carbono de un producto.
PAS 260-2010	Instituto de Estandarización Británico.	Organización	Cálculo de la Huella de Carbono.

Fuente: elaboración propia a partir de las normas mencionadas

Una vez sabido qué es la Huella de Carbono se pasa al cálculo, el cual podemos dividir en diferentes fases:

1. **ETAPA INICIAL:** primero se decidirá el alcance que vamos a dar al cálculo de la HC. Existen 3 alcances de modo que el alcance 1 y 2 son los exigibles para el cálculo, adquiriendo el alcance 3 un carácter voluntario.
   - **Alcance 1:** incluye todas las emisiones directas, es decir, aquellas que provienen de fuentes que son propiedad de la empresa o controladas por ésta.
   - **Alcance 2:** incluye las emisiones indirectas, específicamente aquellas asociadas a la energía que consume la empresa.
   - **Alcance 3:** incluye también emisiones indirectas. Incorpora por un lado los insumos que la empresa utiliza en sus actividades, y por otro lo que sucede con sus productos una vez que salen de la empresa. Es decir, en este tercer nivel se considera el ciclo de vida de un producto, con toda su cadena productiva.

Niveles de alcance para el estudio de la Huella de Carbono

Fuente: elaboración propia

Una vez definido el alcance se define el mapa del proceso, es decir, plasmar de forma gráfica las actividades del ciclo de vida que aportan emisiones y la relación entre estas.

2. **RECOPILACIÓN DE LOS DATOS DE INVENTARIO:** obtención de datos de las entradas y salidas del ciclo de vida del producto o servicio dentro de los límites establecidos en el propio estudio. Siempre se recomienda la utilización del mayor número de datos primarios, es decir, controlados directamente por la empresa, en caso de no tenerlos recurriremos a los secundarios (bases de datos, estudios científicos, etc.).
3. **BÚSQUEDA DE FACTORES DE EMISIÓN:** se necesitan los diferentes factores de emisión de los materiales y combustibles utilizados a lo largo del ciclo de vida. Existen diferentes fuentes para la recopilación de estos datos, como por ejemplo IPCC y diferentes bases de datos oficiales. El problema en este paso reside en decidir de donde tomar dichos factores de emisión, ya que la diferencia de un mismo factor, de una fuente a otra, puede variar considerablemente, no existiendo un acuerdo internacional que defina criterios para la selección de bases de datos.
4. **CÁLCULO:** existen diferentes herramientas para el cálculo de la Huella de Carbono en las que se introducen datos consumidos, factores de emisión, diferentes fases del proceso… y te calcula la huella. Esto requiere un laborioso trabajo en el tratamiento de los datos para su introducción en las unidades que requieren las mismas. En el caso de la HC del producto otra parte importante es la de realizar la asignación de emisiones, es decir, asignar en el cálculo las emisiones que corresponden de forma real al producto.
5. **ANÁLISIS DE DATOS:** una vez calculado la HC se procede al análisis de resultados. En este paso se pueden ver cuáles son las partes del proceso que aportan mayor cantidad de emisiones al estudio de tal forma que es útil para saber cuáles son los principales focos de emisión. También nos permite tomar acciones bajo una base argumentada, lo cual nos permite reducir costos al actuar directamente sobre las partes del proceso que harán que éste sea más eficiente energéticamente.
6. **COMUNICACIÓN Y COMPENSACIÓN DE LA HC:** la HC además de nacer como una herramienta para la gestión de carbono en las empresas, surgió con la idea de formar estrategias de diferenciación de mercado. Una vez calculada y tras el proceso de verificación y validación de los resultados obtenidos por una entidad externa, se puede comunicar el resultado si la empresa quiere hacer público el estudio. El objetivo de estas comunicaciones es llegar al cliente de tal manera que los consumidos puedan decidir qué producto comprar o consumir en relación a estas emisiones producidas.

En el caso de la Huella de Carbono de los productos, las empresas aún no están convencidas de que sea una buena idea a plasmar, ya que nace la preocupación de que comparen productos de diferentes familias cuyos procesos de producción den lugar a una Huella de Carbono muy diferente. El objetivo real de este cálculo no es la comparación de la Huella de Carbono de un producto, sino el reflejar el compromiso de una empresa de ser trasparente con sus clientes. Para poder hacer una comparación nace la necesidad de establecer unas reglas de caracterización de productos de manera sectorial, ya que de esta forma podrán ser comparados productos de la mima familia, debido a que las huellas de carbono habrán sido calculadas de una misma manera. Por otra parte se busca que el

sistema de etiquetado no refleje tal cual el dato, sino que refleje el compromiso medioambiental en base a su huella *(AEC, 2013)*.

Actualmente en España se está introduciendo el concepto de Huella de Carbono. El 14 de marzo se aprobó el nuevo *Real Decreto 163/2014,* cuyo principal objetivo es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y estimular a las empresas para que calculen su Huella de Carbono registrándola voluntariamente y establezcan planes para su reducción o compensación. Para ello, se crea un sistema para que las empresas puedan compensar su Huella de Carbono con proyectos de sumideros forestales en España. Todo esto contribuirá a que España cumpla sus objetivos europeos a 2020 en materia de lucha contra el cambio climático *(MAGRAMA, 2014)*.

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN A LOS RESIDUOS

Publicaciones

- **Avanzini, J.M. (2003).** Concepto y clasificación de los RU y asimilables. En Los Residuos Urbanos y Asimilables. Consejería de MA. Junta de Andalucía.
- **Chiras, Daniel D.**- Environmental Science: action for a sustainable future.- Redwood City, California [etc.]: Benjamin Cummings, 1994.
- **Cicloplast (2011).** Informe anual 2011.
- **Fernando, A.; Torrejón, R. y López, J.V. (2013).** Gestión de Residuos Urbanos. Edit. Fundación Conde del Valle de Salazar. Universidad Politécnica de Madrid.
- **Gil Bercero, J. R.; Gómez Antón, Mª Rosa.**-Educación medioambiental: reciclaje y recuperación de residuos domésticos.- Madrid: UNED, 1995.
- **Gil Bercero, J. R.; Gómez Antón, Mª Rosa (1996).** Gestión y tratamiento de residuos domésticos II. Video con guía de estudio.- Madrid: UNED.
- **Gil Bercero, J. R.; Gómez Antón, Mª Rosa (1997).** Los plásticos y el tratamiento de sus residuos.- Madrid: UNE.
- **Nebel, Bernard J; Wright Richard T.** - Environmental Science- Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1993.
- **Seoánez Calvo, Mariano.**- Residuos: problemática, descripción, manejo, aprovechamiento y destrucción.- Madrid: Mundi-Prensa, 2000.
- **Subdirección General de Residuos del Ministerio de Agricultura, Ali-**

mentación y Medio Ambiente (2012). Plan piloto de caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario. Informe de resultados.
- **Turk, Jonathan; Turk, Amos.**- Environmental Science.- Philadelphia: Saunders, 1988.

Leyes, directivas y documentos
- **Ley 10/1998,** de 21 de abril, de Residuos (BOE de 22 de Abril de 1998).
- **Ley 11/1997,** de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases (BOE de 25 de Abril de 1997).
- **Ley 22/2011,** de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (BOE de 29 de julio de 2011).
- **Ley 42/75,** de 19 de noviembre, sobre Desechos y Residuos Sólidos (BOE 21 de noviembre de 1975).
- **Directiva 75/442/CEE** de 15 de julio de 1975 relativa a los residuos.
- **Directiva 91/156/CEE** de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos.
- **Directiva 2006/12/CE** de 5 de abril de 2006 relativa a los residuos.
- **Directiva 2008/98/CE** de 19 de noviembre de 2008 sobre residuos.

GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

Publicaciones
- **ECOEMBES (2013).** Evolución de la generación de residuos de envases y estudio de los factores asociados. Periodo 2007-2012. 53 pp.
- **Estudi sobre la generació de residus comercials a Catalunya (2014).** Agencia de Residuos de Cataluña, Ecovidrio y ECOEMBES.
- **Estudi de la composició dels residus municipals a Catalunya. (2014).** Agencia de Residuos de Cataluña, Generalitat de Catalunya - Departament de Territori i Sostenibilitat, ECA y ECOEMBES.
- **Estudi panel a llars de Catalunya envers la producció de residus ordinaris (2014).** Agencia de Residuos de Cataluña, Generalitat de Catalunya-Departament de Territori i Sostenibilitat, Ceres y ECOEMBES.
- **Fernando, A.; Torrejón, R. y López, J.V. (2013).** Gestión de Residuos Urbanos. Edit. Fundación Conde del Valle de Salazar. Universidad Politécnica de Madrid.
- **Plan Empresarial de Prevención de los Residuos de Envases 2009 – 2011, ECOEMBES.**
- **Plan Piloto de caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario. Informe de Resultados (2012).** Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, Applus Norcontrol S.L.U.
- **Programa General de Prevención y Gestión de Residuos y Recursos de Cataluña 2013-2020. Anexo 11.** Estudio de la composición de la bolsa tipo de residuos municipales de Cataluña.
- **Tchobanoglous, George; Theisen, Hilary; Vigil, Samuel (1994).** Gestión integral de residuos sólidos. Mc Graw-Hill.

Leyes, directivas y documentos
- **BOE (1997). Ley 11/1997, de 24 de abril,** de Envases y Residuos de Envases.
- **BOE (2011). Ley 22/2011, de 28 de julio,** de residuos y suelos contaminados.

Citas Web
- **Agencia de Residuos de Cataluña.** http://residus.gencat.cat/. Consultado en mayo de 2015.
- **Arpal (2011).** Estudio sobre la recuperación de envases de aluminio. http://aluminio.org/wp-content/uploads/2012/10/Estudio-sobre-la-Recuperacion-de-Envases-de-Aluminio-2011.pdf. Consultado septiembre 2013.
- **Ecoacero (2009).** Esta es mi vida. http://www.ecoacero.com/esta-es-mi-vida.pdf. Consultado: septiembre 2013.
- **ECOEMBES.** www.ecoembes.es. Consultado (septiembre 2013).
- **Ecovidrio (2013).** Estadísticas de reciclado de vidrio. http://www.ecovidrio.es/tjehenetWebEstadisticas/frmGraficosEvolucion.aspx?lang=ES.
- **Instituto Nacional de Estadística (2012).** Encuesta sobre recogida y tratamiento de residuos. Residuos urbanos. 2010. Nota de prensa (agosto 2012). http://www.ine.es/prensa/np730.pdfConsultado: septiembre 2013.
- **Redacción Ambientum (2003).** Generación de residuos sólidos urbanos. Revista Ambientum.http://www.ambientum.com/revista/2003_05/RESIDUOS.htm. Consultado: septiembre 2013.

PREVENCIÓN Y REUTILIZACIÓN

Leyes, directivas y documentos
- **BOE (2011). Ley 22/2011,** de 28 de julio de residuos y suelos contaminados. Boletín Oficial del Estado, nº 181, pg 85650.
- **BOE (2009) Resolución de 20 de enero de 2009,** de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015. Boletín Oficial del estado nº 49 pg 19893.

Citas Web

- **Análisis de las estrategias nacionales para la prevención de residuos MAGRAMA.** http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/INFORME_MAGRAMA_PREVENCION_05062013_tcm7-287201.pdf. Consultado julio 2013.
- **Guía para la reducción de residuos Amigos de la Tierra.** https://www.google.es/#q=Gu%C3%ADa+para+la+reducci%C3%B3n+de+residuos+Amigos+de+la+Tierra. Consultado: agosto 2015.
- **Instrumentos fiscales para la prevención de residuos Dr. Ignasi Puig Ventosa.** http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/FCE52D3E-207A-4A55-838C-8D4F6AA96B9D/238883/Instrumentosfiscalesparalaprevencion-Puig.pdf. Consultado: julio 2013.
- **Jornada sobre Residuos: Sesión sobre la Directiva 2008/98/CE (marco) de Residuos.** Madrid, 23 de junio 2009 Los residuos son un despilfarro, un fracaso. R. L. Izquierdo. http://www.magrama.gob.es/gl/calidad-y-evaluacion-ambiental/formacion/FEMP_tcm10-3162.pdf.
- **Limpieza y gestión de residuos. Ayuntamiento de Barcelona.** http://w110.bcn.cat/portal/site/MediAmbient/menuitem.de8485c74f85fd13e9c5e9c5a2ef8a0c/?vgnextoid=849f48280de63310VgnVCM10000074fea8c0RCRD&vgnextchannel=849f48280de63310VgnVCM10000074fea8c0RCRD&lang=es_ES. Consultado: julio 2013.
- **Marco jurídico European Commission.** http://www.ewwr.eu/es/marco-juridico. Consultado: julio 2013.
- **Plan piloto de caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario Magrama.** http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/Residuos-2013-Estudio-Plan-piloto-caracterizacion-residuos-urbanos-origen-domiciliario.aspx Consultado julio 2013
- **Plan integral de prevención de residuos municipales de Vitoria-Gasteiz (2008-2016).** http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/97/24/29724.ppt. Consultado julio 2013
- **Plan de prevención de residuos urbanos de Bizkaia 2010-2016 Diputación Foral Bizkaia.** http://bizkaia.net/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem_Codigo=6068&Idioma=CA. Consultado: julio 2013.
- **Plan de prevención de residuos del Ayuntamiento de Burgos.** http://www.aytoburgos.es/archivos/medio-ambiente/articulo/documentos/plan-prevencion.pdf. Consultado: agosto 2015.
- **Plan de prevención y gestión de residuos del Ayuntamiento de San Sebastián-Donostia.** http://www.udalsarea21.net/paginas/ficha.aspx?IdMenu=58D750A5-9B72-4041-AD25-8EB7F97A3254. Consultado: julio 2013.
- **Semana Europea de la Prevención de Residuos European Commission.** http://www.ewwr.eu/es/reduccion-de-residuos. Consultado: agosto 2015.
- **Waste prevention European Commission.** http://ec.europa.eu/environment/waste/prevention/index.htm. Consultado agosto 2015.

PREVENCIÓN DE RESIDUOS Y ECODISEÑO DE ENVASES

Publicaciones

- **A global language for Packaging and Sustainability. Consumer Goods Forum's Global Packaging Project.** Revised edition (2011).
- **Etiquetado ambiental de producto. Guía de criterios ambientales para la mejora de producto.** IHOBE (2011).
- **Eurobarometer. Attitudes of European citizens towards the environment (April-May 2011).** European Commision (2011).
- **Food packaging: Principles and Practice. Gordon L. Robertson.** Segunda edición (2006).
- **Green Brands Survey, Global Insights 2011: price, packaging and perception.** Cohn&Wolfe, Esty Environmental Partners, Landor and Penn Schoen Berland (2011).
- **Guía de Ecodiseño del sistema envase/producto para el sector industrial y de distribución de la Comunidad de Madrid.** ITENE (2010).
- **Guía "Diseña para Reciclar: Envases plásticos".** Ecoembes-Recoup (2009).
- **Marketing de productos y servicios sostenibles.** Fundación Entorno (2010).
- **Nociones fundamentales sobre tecnologías del packaging: Walter Soroka, CPP.** Primera edición en español (2009).
- **Plan Empresarial de Prevención 2015-2017 sectorial de ECOEMBES (2015).**
- **Partnership and Packaging: Working together to optimize environmental performance.** INCPEN (2011).
- **Recomendaciones AECOC para la Logística.** AECOC (2007).
- **Recomendaciones AECOC sobre Pictogramas en el Packaging.** AECOC (2012).
- **Recomendaciones logísticas para el diseño e ingeniería de envases y embalajes.** ECOEMBES (2015).
- **Study on different options for communicating environmental information for products.** European Commission – DG Environment (2012).
- **Why products are packaged the way they are?** INCPEN (2011).

Entidades activas en ecodiseño de envases y enlaces de interés:

- **BASQUE ECODESIGN CENTER.** www.basqueecodesigncenter.net.
- **BIP Barcelona Institute of Packaging.** www.barcelonapackaging.org.

- **Cátedra UNESCO de Ciclo de Vida y Cambio Climático**. www.unesco-chair.esci.es.
- **CfSD. The Centre for Sustainable Design**. www.cfsd.org.uk.
- **ECOEMBES**. https://www.ecoembes.com/es/empresas/empresas-adheridas/ecodiseno.
- **IHOBE Sociedad Pública en el ámbito de la gestión y protección del Medio Ambiente.** www.ihobe.net.
- **ITENE Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística**. www.itene.com.
- **Packaging Cluster de Cataluña**. www.packagingcluster.com/es.
- **PÔLE ECO-CONCEPTION**. www.eco-conception.fr.

ASPECTOS AMBIENTALES

Publicaciones

- **Analisis de ciclo de vida y huella de carbono, Ihobe,2009.**
- **Decisión del parlamento europeo y del consejo** relativa al Programa General de Medio Ambiente de la Unión hasta 2020 «Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta» COM(2012) 710 final.
- **Directiva 75/442/eec de residuos.**
- **Directiva 2008/98/ce de residuos.**
- **Ecodiseño y política integrada de producto en la Unión Europea,** Instituto tecnológico mecánico, 2007.
- **El plan nacional de residuos urbanos** (2000 - 2006).
- **El plan nacional integrado de residuos** (2008 – 2015).
- **Estudio de la huella de carbono como herramienta de mejora,** Unión Europea y gobierno de Aragon, Carmen Peruga Inglan y Monserrat castillo Malivern, 2011.
- **El séptimo programa ambiental de la Unión Europea,** Dionisio Fernández De Gatta Sánchez, 2013-2020, Revista Aragonesa de Administración Pública ISSN 1133-4797, núm. 41-42, Zaragoza, 2013.
- **Huella de carbono,** Asociación Española para la Calidad, Germán García Sardina, técnico de medio ambiente.
- **Introducción al uso de las herramientas de gestión ambiental aplicadas a los recursos naturales no renovables,** Sergio Alan Moreno, Jose Antonio Espl, 2007.
- **Medio ambiente para los europeos,** Comisión Europea, revista de la dirección General de Medio ambiente, Nº49, Marzo 2013.
- **Plan estratégico de residuos del Principado de Asturias** 2014-2024, Gobierno del principado de Asturias, Consejería de fomento, ordenación del territorio y medio ambiente, Febrero 2013.
- **Un medio ambiente sano y sostenible para las generaciones futuras,** Comisión Europea, 2013.
- **VII Programa General de acción de la Unión en materia de Medio Ambiente hasta 2020 "Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta"**, 2013.

Leyes, directivas y documentos

- **BOE (2011). La Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.**
- **BOE (1997). La Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases, que transpone la Directiva 94/62/CE.**
- **Programa estatal de prevención de residuos 2014-2020.**
- **Real Decreto 163/2014,** por el que se crea el Registro nacional de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono.
- **UNE en ISO 14.040:2006:** Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- **UNE en ISO 14.044:2006:** Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.
- UNE ISO 14067: Huella de Carbono de los productos.

Citas Web

- **Biointelligence service:** http://www.biois.com/en/. Consultado: Abril 2014.
- **EUROSTAT:** http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home . Consultado: mayo 2014.
- **Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA):** http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/. Consultado: mayo 2014.
- **SenseCO_2:** http://www.senseco2.com/. Consultado: Mayo 2014.

2

MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS URBANOS

- Legislación y Planificación 181
- Elementos de aplicación práctica a la gestión: Ordenanzas. Contratación 217
- Fiscalidad y Financiación 257

COLABORA:

POLITÉCNICA

FEMP FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MUNICIPIOS Y PROVINCIAS

ECOEMBES

CÁTEDRA ECOEMBES MEDIO AMBIENTE

Legislación y Planificación

Luis Mecati Granado y Gema Rodríguez López.
Federación Española de Municipios y Provincias.

- Introducción 183
- Marco normativo de la gestión de los residuos de competencia local 185
  - Legislación europea 185
  - Legislación estatal 186
  - Legislación autonómica 196
  - El papel de las ordenanzas locales en la gestión de los residuos. 198
  - Fórmulas organizativas supramunicipales para la gestión de los residuos. 199
  - Disposiciciones específicas sobre gestión de residuos de los cabildos canarios. 202
  - Mancomunidades de municipios, comarcas y áreas metropolitanas..... 204
- Marco institucional de la gestión de los residuos: planes estatales, planes autonómicos y planes locales..... 209
  - Planes estatales 209
  - Planes autonómicos..... 212
  - Planes locales de gestión de residuos 213
- Bibliografía 275

INTRODUCCIÓN

El marco normativo que recoge las competencias y servicios que deben prestar las Entidades Locales españolas se establece en la *Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases de Régimen Local, modificada por la Ley 57/2003 de 16 de diciembre, de medidas para la modernización del gobierno local* y la *Ley 27/2013, de 27 de diciembre, de racionalización y sostenibilidad de la administración local.*

El artículo 2.1 de la Ley dispone que *"Para la efectividad de la autonomía garantizada constitucionalmente a las entidades locales, la legislación del Estado y la de las Comunidades Autónomas, reguladora de los distintos sectores de acción pública, según la distribución constitucional de competencias, deberá asegurar a los Municipios, las Provincias y las Islas su derecho a intervenir en cuantos asuntos afecten directamente al círculo de sus intereses, atribuyéndoles las competencias que proceda en atención a las características de la actividad pública de que se trate y a la capacidad de la gestión de la entidad local, de conformidad con los principios de descentralización, proximidad, eficacia y eficiencia, y con estricta sujeción a la normativa de estabilidad presupuestaria y sostenibilidad financiera"*.

Esta regulación implica que el Estado y las Comunidades Autónomas pueden desarrollar las competencias de las Entidades Locales en las materias que son de su competencia como es la recogida de residuos, amparándose en el principio de proximidad a los ciudadanos y de descentralización y con el respeto a la autonomía local recogida en el artículo 140 de la Constitución Española de 1978.

En cuanto a la normativa específica de residuos, la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados*, modificada por la *Ley 11/2012, de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente*, es la que desarrolla los principios de la política de residuos y las competencias administrativas. Debido a que son varias las administraciones públicas que intervienen en la gestión de residuos, se

hace necesario que una norma defina las competencias administrativas de cada una de ellas. Así, esta ley clarifica la distribución competencial, existente en la ley anterior, especialmente en lo relativo a las Entidades Locales, que podrán establecer a través de sus ordenanzas las condiciones para la entrega de los residuos por sus vecinos, en los residuos domésticos de su competencia.

MARCO NORMATIVO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE COMPETENCIA LOCAL

LEGISLACIÓN EUROPEA

La mayor parte del derecho ambiental positivo de nuestro país surge como consecuencia de la transposición de la normativa europea a nuestro derecho. Éste es el caso de la vigente legislación de residuos que se ve reformada por la aprobación de la *Directiva 2008/98/CE*[1] *del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos* y por la que se derogan determinadas Directivas. Esta Directiva surge como consecuencia de las previsiones *del Sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente*[2], aprobado por la *Decisión 1600/2002/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo y la Comunicación de la Comisión de 27 de mayo de 2003, titulada "Hacia una estrategia temática para la prevención y el reciclado de residuos" que señalaba la necesidad de evaluar las definiciones de valorización y eliminación, así como una definición del reciclado de aplicación general y de un debate sobre la definición del residuo. Esta Directiva debía transponerse a nuestro derecho interno antes del 12 de diciembre de 2010.

Otra situación parecida se refleja en el régimen local, así por ejemplo, la reforma de la *Ley 7/1985, reguladora de las Bases de Régimen Local,* a través de la *Ley 57/2003, de modernización del Gobierno Local,* responde al modelo europeo de **gobierno local diseñado en la Carta Europea de la Autonomía Local,** donde se prevé que los órganos colegiados de las Entidades Locales "puedan disponer de

1 DOUE L312. de 22.10.2008, página 3

2 DO L242 de 10.9.2002, página 1

órganos ejecutivos responsables ante ellos mismos", algo que venían reclamando las grandes ciudades españolas para hacer frente a la enorme complejidad de funcionamiento de estos ayuntamientos.

La *Directiva 2008/98/CE* establece el marco jurídico de la Unión Europea para la gestión de los residuos, proporciona los instrumentos que permiten disociar la relación existente entre crecimiento económico y producción de residuos, haciendo especial hincapié en la **prevención,** entendida como "*el conjunto de medidas adoptadas antes de que un producto se convierta en residuo, para reducir tanto la cantidad y contenido en sustancias peligrosas como los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente*" de los residuos generados.

Así incorpora el **principio de jerarquía** en la producción y gestión de los residuos que ha de centrarse en la *prevención, la preparación para la reutilización, el reciclaje u otras formas de valorización, incluida la valorización energética* y aspira a transformar la Unión Europea en una sociedad del reciclado y la lucha contra el cambio climático.

La transposición de esta Directiva a nuestro ordenamiento jurídico interno se realizó a través de la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados*[3].

LEGISLACIÓN ESTATAL

La **legislación básica estatal que fija las competencias de las Entidades Locales en la gestión de los residuos** está integrada por dos normas básicas: *la Ley 7/1985, reguladora de las Bases de Régimen Local (modificada por la Ley 57/2003 y la ley 27/2013,* de 27 de diciembre, de *racionalización y sostenibilidad de la administración local)*, y la *Ley 22/2011, de 28 de julio* (modificada por la Ley 11/2012, de 19 de diciembre de medidas urgentes en materia de medio ambiente).

La atribución de competencias a las Entidades Locales en materia de medio ambiente, de acuerdo al marco que nuestra Constitución establece, se articula a través de la legislación básica del Estado y de las Comunidades Autónomas, tal y como se ha indicado en la introducción a este tema.

La *Ley 7/1985*, recoge en el apartado 2 de su artículo 25: "**el municipio ejercerá en todo caso, como competencias propias, en los términos de la legislación del Estado y de las Comunidades Autónomas en las siguientes materias:**

1. Medio ambiente urbano: en particular, parques y jardines públicos, gestión de los residuos sólidos urbanos y protección contra la contaminación acústica, lumínica y atmosférica en las zonas urbanas.
2. Abastecimiento de agua potable a domicilio y evacuación y tratamiento de aguas residuales.
3. Protección de la salubridad pública.

3 BOE 29.07.2011, núm. 181, página 85650

En relación con el ejercicio de estas competencias, la *Ley 7/1985* fija una serie de servicios mínimos que deben prestar todos los ayuntamientos. Estos servicios se recogen en el artículo 26 que establece en su apartado 1) que todos los municipios deberán prestar, en todo caso los siguientes servicios:

1. En todos los municipios: alumbrado público, cementerio, recogida de residuos, limpieza viaria, abastecimiento domiciliario de agua potable, alcantarillado, acceso a los núcleos de población, pavimentación de las vías públicas.
2. En los Municipios con población superior a 5.000 habitantes, además: parque público, biblioteca pública, mercado y tratamiento de los residuos.
3. En los Municipios con población superior a 20.000 habitantes, además: protección civil, evaluación e información de situaciones de necesidad social y la atención inmediata a personas en situación o riesgo de exclusión social, prevención y extinción de incendios e instalaciones deportivas de uso público.
4. En los Municipios con población superior a 50.000 habitantes, además: transporte colectivo urbano de viajeros y protección del medio ambiente urbano.

El citado artículo 26 establece en su apartado 2 que, en los municipios con población inferior a 20.000 habitantes será la Diputación Provincial o entidad equivalente la que coordinará la prestación de los siguientes servicios.

1. Recogida y tratamiento de residuos.
2. Abastecimiento de agua potable a domicilio y evacuación y tratamiento de aguas residuales.
3. Limpieza viaria.
4. Acceso a los núcleos de población.
5. Pavimentación de vías urbanas.
6. Alumbrado público.

Para coordinar la citada prestación de servicios la Diputación propondrá, con la conformidad de los municipios afectados, al Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas la forma de prestación directa por la Diputación o la implantación de fórmulas de gestión compartida a través de consorcios, mancomunidades u otras fórmulas. Para reducir los costes efectivos de los servicios el mencionado Ministerio decidirá sobre la propuesta formulada que deberá contar con el informe preceptivo de la Comunidad Autónoma si es la Administración que ejerce la tutela financiera.

Cuando el municipio justifique ante la Diputación que puede prestar estos servicios con un coste efectivo menor que el derivado de la forma de la gestión propuesta por la Diputación Provincial o entidad equivalente, el municipio podrá asumir la prestación y la coordinación de estos servicios si la Diputación lo considera acreditado.

Cuando la Diputación o entidad equivalente asuma la prestación de estos servicios repercutirá a los municipios el coste efectivo del servicio en función de su uso. Si estos servicios estuvieran financiados por tasas y asume su prestación la Diputación o entidad equivalente, será a ésta a quien vaya destinada la tasa para la financiación de los servicios."

Esta regulación ha servido para que la prestación de este servicio se realice en muchos casos bajo distintas fórmulas de asociación (mancomunidades de municipios, consorcios, comarcas, etc.) que se desarrollarán más adelante. Un especial papel tiene la Diputación, que dirige el gobierno y administración de la provincia y que debe abordar según el *artículo 36.1.1*): La prestación de servicios públicos de carácter supramunicipal y, en su caso supracomarcal y el fomento o, en su caso, coordinación de la prestación unificada de los servicios de los municipios de su respectivo ámbito territorial. En particular, asumirá la prestación de los servicios de tratamiento de residuos en los municipios de menos de 5.000 habitantes, y de prevención y extinción de incendios en los de menos de 20.000 habitantes, cuando éstos no procedan a su prestación.

En estos momentos se ha clarificado un nuevo diseño del marco competencial de los municipios y provincias que ha desembocado en la aprobación de la *Ley 27/2013, de 27 de diciembre, de Racionalización y Sostenibilidad de la Administración Local*. Esta ley mantiene, en cuanto a gestión de los residuos, las competencias y los servicios mínimos que deben prestar los ayuntamientos.

Una vez analizada la legislación básica que regula las competencias de las Entidades Locales en materia de gestión de residuos, es el momento de analizar el marco jurídico normativo de la legislación básica en materia de medio ambiente y las competencias que derivan de esta normativa.

La *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados* regula el régimen jurídico de la producción y gestión de residuos, así como la previsión de medidas para prevenir su generación y para evitar o reducir los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados a la generación y gestión de los mismos. Esta Ley también regula las competencias de las distintas administraciones que intervienen en la gestión de los residuos, y recoge en su *artículo 12* las competencias administrativas de cada una de ellas. Además, clarifica las competencias de las Entidades Locales, que podrán establecer a través de sus ordenanzas las condiciones para la entrega de residuos cuya gestión hayan asumido.

Esta Ley deroga la *Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos*, que estableció en su día la primera regulación con carácter general de los residuos en nuestro ordenamiento jurídico. La trasposición de la *Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE, del Parlamento y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008*, hacía necesaria la actualización

del régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos a la luz de la experiencia adquirida y de las lagunas que se habían presentado.

La *Ley 22/2011*, en cumplimiento de la Directiva, orienta la política de residuos conforme al principio de jerarquía en la producción y en la gestión de los mismos, maximizando el aprovechamiento de los recursos y minimizando los impactos de la producción y gestión de los mismos.

La nueva Ley promueve la implantación de medidas de prevención, la reutilización y el reciclado de los residuos, y conforme a lo que establece la Directiva Marco permite calificar como operación de valorización la incineración de residuos domésticos mezclados, sólo cuando ésta se produce con un determinado nivel de eficiencia energética, asimismo aspira a aumentar la transparencia y la eficacia ambiental y económica de las actividades de gestión de los residuos. Otro de los objetivos que se marca esta Ley es promover la innovación en la prevención y gestión de los residuos, para facilitar el desarrollo de las soluciones con mayor valor para la sociedad española y contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y contribuir a la preservación del clima.

El *artículo 3* de la Ley define al residuo como cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar. En su apartado b) establece la definición de residuo doméstico como el residuo generado en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

Se incluye también en la definición de residuos domésticos los residuos que se generan en los hogares, de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria. Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.

La Ley en este aspecto es más prolija que la Directiva incorporando definiciones que no están recogidas en la misma, residuo doméstico, residuo comercial, residuo industrial, y compost y que en algunos casos no tienen su equivalencia en otros estados de la Unión Europea.

Como decíamos anteriormente es el a*rtículo 12* de la *Ley 22/2011*, el que establece en su apartado 5 las competencias de las Entidades Locales, o las Diputaciones Forales cuando proceda:

" **a.** Como servicio obligatorio, la recogida, el transporte y el tratamiento de los residuos domésticos generados en los hogares, comercios y servicios en la forma que establezcan sus respectivas ordenanzas en el marco jurídico de lo establecido en esta Ley, de las que en su caso dicten las Comunidades Autónomas y de la normativa sectorial en materia de responsabilidad

ampliada del productor. La prestación de este servicio corresponde a los municipios que podrán llevarla a cabo de forma independiente o asociada.

b. El ejercicio de la potestad de vigilancia e inspección, y la potestad sancionadora en el ámbito de sus competencias.

c. Las Entidades Locales podrán:

1. Elaborar programas de prevención y de gestión de los residuos de su competencia.

2. Gestionar los residuos comerciales no peligrosos y los residuos domésticos generados en las industrias en los términos que establezcan sus respectivas ordenanzas, sin perjuicio de que los productores de estos residuos puedan gestionarlos por si mismos en los términos previstos en el artículo 17.3. Cuando la entidad local establezca su propio sistema de gestión podrá imponer, de manera motivada y basándose en criterios de mayor eficiencia en la gestión de los residuos, la incorporación obligatoria de los productores de residuos a dicho sistema en determinados supuestos.

3. A través de sus ordenanzas, obligar al productor o a otro poseedor de residuos peligrosos domésticos o de residuos cuyas características dificultan su gestión a que adopten medidas para eliminar o reducir dichas características o a que los depositen en la forma y lugar adecuados.

4. Realizar sus actividades de gestión de residuos directamente o mediante cualquier otra forma de gestión prevista en la legislación sobre régimen local. Estas actividades podrán llevarse a cabo por cada Entidad Local de forma independiente o mediante asociación de varias Entidades Locales."

En el apartado 6 se indica que "las administraciones públicas en sus respectivos ámbitos competenciales podrán declarar servicio público todas o algunas de las operaciones de gestión de determinados residuos cuando motivadamente se justifiquen por razones de adecuada protección de la salud humana y del medio ambiente."

La Ley prevé entre los instrumentos de la política de residuos la posibilidad de que las Entidades Locales puedan elaborar en el marco de sus competencias programas de gestión de residuos de conformidad y en coordinación con el Plan Nacional Marco y con los planes autonómicos de gestión de residuos. Asimismo, las Entidades Locales podrán elaborar estos programas individualmente o agrupadas *(artículo 14.4)*.

El productor u otro poseedor de residuos, está obligado a la entrega de los residuos domésticos para su tratamiento en los términos que establezcan las ordenanzas locales *(artículo 17.2)*.

La Ley establece una serie de exigencias a los productores de residuos. El productor u otro poseedor inicial de residuos comerciales no peligrosos, deberá acreditar documentalmente la correcta gestión de sus residuos ante la Entidad Local o podrá acogerse al sistema público de gestión de los mismos, cuando exista, en los términos que establezcan las ordenanzas locales. En caso de incumplimiento de las obligaciones de gestión de residuos comerciales no peligrosos por su productor u otro poseedor la Entidad Local asumirá subsidiariamente la gestión y podrá repercutir al obligado a realizarla, el coste real de la misma. Todo ello sin perjuicio de las responsabilidades en que el obligado hubiera podido incurrir *(artículo 17.3)*.

Además el productor está obligado a proporcionar a las Entidades Locales información sobre los residuos que les entreguen cuando presenten características especiales, que pueden producir trastornos en el transporte, recogida, valorización o eliminación *(artículo 17.4)*. A las fracciones separadas de residuos peligrosos generados en los hogares no les será de aplicación las obligaciones derivadas de su consideración como residuos peligrosos hasta que no sean aceptadas por una entidad o empresa registrada para su recogida o tratamiento.

Las Entidades Locales también deben colaborar para la recogida, preparación para la reutilización, reciclado y valorización de los residuos. Las autoridades ambientales en su respectivo ámbito competencial deben tomar medidas para garantizar un reciclado de alta calidad y por lo tanto deben garantizar una recogida separada de residuos, entre otros de aceites usados, cuando sea técnica, económica y medioambientalmente factible y adecuada para cumplir los criterios de calidad para los sectores de reciclado correspondientes.

Antes de 2015 deberá estar establecida una recogida separada para, al menos, los materiales siguientes: papel, metales, plástico y vidrio *(artículo 21.3)*. Las Entidades Locales deben habilitar espacios, establecer instrumentos o medidas para la recogida separada de residuos domésticos y en su caso, comerciales a los que es preciso dar una gestión diferenciada bien por su peligrosidad, para facilitar su reciclado o para preparar los residuos para su reutilización.

Las autoridades ambientales en sus respectivos Planes y Programas fomentarán métodos de recogida eficiente de acuerdo con las características y posibilidades de cada territorio o población, para facilitar el cumplimiento de los objetivos de preparación para la reutilización, reciclado y valoración.

La *Ley 11/2012, de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente*[4], en su *artículo tercero,apartados siete y ocho*, establecen una modificación de la *Ley 22/2011, en su artículo 41* estableciendo que "las personas físicas o jurídicas que hayan obtenido una autorización de tratamiento de residuos de las

4 BOE 20.12.2013 número 305, página 86293

previstas en el artículo 27 enviarán anualmente a las Comunidades Autónomas, y el caso de los residuos de competencia municipal además a las Entidades Locales, una memoria resumen de la información contenida en el Archivo cronológico con el contenido que figura en el Anexo XII. Aquellas que hayan realizado una comunicación de las previstas en la ley, mantendrán el archivo cronológico a disposición de las autoridades competentes a efectos de inspección y control".

En el *apartado 8, del citado artículo tercero de la Ley 11/2012,* se reconoce la capacidad sancionadora de las Entidades Locales, estableciendo que en el supuesto de abandono, vertido o eliminación incontrolados de los residuos cuya recogida y gestión corresponde a las Entidades Locales de acuerdo con el artículo 12.5, así como en el de su entrega sin cumplir las condiciones previstas en las ordenanzas locales, la potestad sancionadora corresponderá a los titulares de las Entidades Locales.

Legislación estatal de envases y residuos de envases. La *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados,* en su disposición derogatoria única, *apartado 2,* deroga el *capítulo VII* sobre régimen sancionador y la disposición adicional quinta de la *Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases*[5]. Los restantes preceptos, en lo que no se opongan a esta Ley permanecen vigentes con rango reglamentario. Las funciones realizadas por la Comisión Mixta prevista en la citada disposición adicional quinta serán asumidas por la Comisión de coordinación en materia de residuos.

La *Ley 11/1997, de envases y residuos de envases,* establece que los agentes económicos, envasadores, comerciantes de productos envasados y responsables de la primera puesta en el mercado podrán cumplir sus obligaciones de forma individual o participar en un sistema de gestión (SIG) de residuos de envases y envases usados para los productos por ellos comercializados.

La finalidad de los SIG será garantizar la correcta gestión de los envases y residuos de envases comercializados por el SIG, garantizando el cumplimiento de los objetivos de reciclado y valorización en los términos establecidos por la Ley.

Las Entidades Locales cooperarán con los sistemas integrados de gestión de envases y residuos de envases mediante la firma de acuerdos de colaboración con la entidad designada para llevar a cabo la gestión del sistema o la adhesión voluntaria a los acuerdos marco de colaboración que dicha entidad firme con la Comunidad Autónoma a la que pertenezca dicha Entidad Local.

Las Entidades Locales realizarán la recogida selectiva de los residuos de envases usados incluidos en el sistema integrado de gestión, así como el transporte hasta los centros de separación y clasificación o, en su caso, directamente a los de

5 BOE 25.04.1997 número 99.

reciclado o valorización, por lo que deberán ser compensados económicamente por la totalidad de los costes adicionales derivados de estos servicios por parte del Sistema Integrado de Gestión.

Normativa estatal de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). El *Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos* se dicta con un doble objetivo: transponer en nuestro país las obligaciones derivadas de la nueva regulación europea de los RAEE *(Directiva 2012/19/UE)* y por otro, superar las insuficiencias detectadas en la gestión de estos residuos, que propicie un sistema más eficaz y protector del medio ambiente, en aplicación de los principios de la *Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados,* que contiene la habilitación normativa para el dictado de esta norma.

El Real Decreto prevé cuatro posibles canales de recogida separada de los RAEE, lo que implica un modelo más abierto que el de la normativa anterior, en la medida en que se permite la responsabilidad directa (mediante la creación de redes logísticas propias) de agentes diferentes de los productores, como es el caso de las Entidades Locales, los distribuidores, los productores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y por los gestores de residuos, incluidas las entidades de economía social.

Las principales novedades que afectan a la recogida selectiva de RAEE por las Entidades Locales son las siguientes:

- Las Entidades Locales establecerán los sistemas que permitan la recogida separada gratuita para el usuario de los residuos domésticos (recogida puerta a puerta, punto limpio, suscripción de acuerdos con instaladores autorizados y entidades de economía social, etc.) y podrán aceptar la entrega de RAEE domésticos procedentes de pequeños distribuidores. Se regulan las diferentes opciones de recogida que podrán aplicarse.
- Este servicio podrá prestarse de modo indirecto, mediante contrato o convenios en los que se podrán incorporar cláusulas sociales para las entidades de economía social.
- Las instalaciones de las Entidades Locales de recogida de estos aparatos deberán emitir justificantes a quienes entreguen los RAEE y someterlos a una revisión previa que priorice su preparación para la reutilización antes de su traslado a las instalaciones de tratamiento.
- Cada productor de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) domésticos será responsable de financiar, al menos, la recogida, el transporte y el tratamiento de los RAEE domésticos depositados en los puntos o redes de recogida del sistema, en las instalaciones de recogida de los Entes Locales y de los distribuidores, así como los RAEE domésticos recogidos por los gestores con los que haya llegado a acuerdo. La gestión de los RAEE

que haya sido encargada por las Entidades Locales o los distribuidores directamente a gestores autorizados, podrá ser financiada por los productores de AEE siempre que se base en acuerdos a los que lleguen con los gestores y en los términos en los que ellos se especifique.

Las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales aplicarán planes de adaptación de los puntos limpios y de las instalaciones de recogida municipales a las previsiones del Real Decreto mediante calendarios graduales, con un plazo máximo de cinco años desde la entrada en vigor del Real Decreto, estableciéndose condiciones especiales de operación en sus autorizaciones.

Las Entidades Locales podrán agrupar en sus instalaciones de recogida de residuos, los RAEE de las fracciones 4-5 en una misma fracción, denominada fracción mixta durante los primeros seis meses desde la publicación del Real Decreto, indicando los principales códigos LER-RAEE de los residuos que contienen. A partir de los seis meses, se adaptarán a los grupos de recogida previstos en el Anexo VIII del Real Decreto.

Vehículos al final de su vida útil. Con la aprobación del *Real Decreto 1383/2002, sobre gestión de vehículos al final de su vida útil,* se incorpora al ordenamiento jurídico interno la *Directiva 2000/53/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2002, relativa a los vehículos al final de su vida útil.* Este Real Decreto tiene por objeto prevenir la generación de residuos procedentes de vehículos, regular su recogida y descontaminación al final de su vida útil, así como las correspondientes operaciones de tratamiento.

Se entiende por vehículo al final de su vida útil a aquellos a los que es de aplicación la *Ley 22/2011, de 28 de julio,* así como a los vehículos abandonados. Según establece el *artículo 86, del Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo,* por el que se aprueba el Texto Articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos Motor y Seguridad Vial, que ha sufrido diversas modificaciones, establece que la Administración competente en materia de gestión del tráfico podrá ordenar el traslado del vehículo a un Centro Autorizado de Tratamiento de Vehículos para su posterior destrucción y descontaminación:

a. Cuando hayan transcurrido más de dos meses desde que el vehículo fuera inmovilizado o retirado de la vía pública y depositado por la Administración y su titular no hubiera formulado alegaciones.

b. Cuando permanezca estacionado por un período superior a un mes en el mismo lugar y presente desperfectos que hagan imposible su desplazamiento por sus propios medios o le falten las placas de matrícula.

c. Cuando recogido un vehículo como consecuencia de avería o accidente del mismo en un recinto privado su titular no lo hubiese retirado en el plazo de dos meses.

Con anterioridad a la orden de traslado del vehículo, la Administración requerirá al titular del mismo advirtiéndole que, de no proceder a su retirada en el plazo de un mes, se procederá a su traslado al Centro Autorizado de Tratamiento.

En el supuesto previsto en el apartado anterior, párrafo c), el propietario o responsable del lugar o recinto deberá solicitar de la Jefatura Provincial de Tráfico autorización para el tratamiento residual del vehículo. A estos efectos deberá aportar la documentación que acredite haber solicitado al titular del vehículo la retirada de su recinto.

En aquellos casos en que se estime conveniente, la Jefatura Provincial de Tráfico, los órganos competentes de las Comunidades Autónomas con competencias en materia de tráfico, y el Alcalde o autoridad correspondiente por delegación, podrán acordar la sustitución de la destrucción del vehículo por su adjudicación a los servicios de vigilancia y control del tráfico, respectivamente en cada ámbito.

El titular de un vehículo del que tenga la intención de desprenderse tiene la obligación de entregarlo a un Centro Autorizado de Tratamiento. En el caso de vehículos abandonados será el Ayuntamiento quien entregará el vehículo a un Centro Autorizado de Tratamiento para su descontaminación.

Vertederos. El *Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre*[6], por el que se regula la e*liminación de residuos mediante depósito en vertedero, modificado por el Real Decreto 1304/2009, de 31 de julio,* incorpora al derecho interno la *Directiva 1999/31 CE, del Consejo, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos.*

El objeto de este Real Decreto es el establecimiento de un marco jurídico técnico adecuado para las actividades de eliminación de residuos mediante su depósito en vertedero y la regulación de sus características, incluyendo la gestión y explotación del mismo.

Se considera vertedero toda instalación de eliminación de residuos mediante su depósito subterráneo o en la superficie, por períodos de tiempo superiores a los establecidos para el almacenamiento.

Se incluyen en este concepto las instalaciones de eliminación de residuos, es decir, los vertederos en los que un productor elimina sus residuos en el lugar donde se producen. No se incluyen las instalaciones en las cuales se descargan los residuos para su preparación con vistas a su transporte posterior a otro lugar para su valorización, tratamiento o eliminación.

6 BOE 29.01.2002 número 25

La construcción de un vertedero, así como la ampliación o modificación de uno existente queda sujeto a autorización administrativa por parte de las autoridades competentes en la materia. La solicitud de autorización deberá aportar una prolija documentación que se desarrolla en el citado Real Decreto.

LEGISLACIÓN AUTONÓMICA

La *Constitución Española de 1978* en sus *artículos 148.1.9 y 149.1.23* establece que el Estado ostenta las competencias de residuos en el ámbito que ostenta las del medio ambiente; es decir, la legislación básica sobre protección del medio ambiente. Las Comunidades Autónomas ostentan las competencias de gestión de la protección ambiental, de desarrollo legislativo de la legislación estatal básica, a nivel de ley y de reglamento, así como el establecimiento de normas adicionales de control.

La cuestión sobre qué resulta básico en materia de medio ambiente, crucial para medir el grado de intervención autonómica en materia de residuos, ha sufrido una marcada evolución en la doctrina del Tribunal Constitucional, acentuándose en los primeros años de andadura del Estado autonómico. En materia de medio ambiente la *"legislación básica posee la característica técnica de normas mínimas de protección que permiten "normas adicionales" o un plus de protección"* como señala la Sentencia del Tribunal Constitucional de *19 de octubre de 1989*[7].

Lo cual significa que mediante una ordenación a base de valores mínimos se obtiene la uniformización pretendida a través de la legislación básica, que podrá ser mejorada en más, nunca en menos, por las Comunidades Autónomas, aunque por otra parte se origine para aquéllas un efecto limitador de sus competencias proveniente de la delimitación estatal de lo básico, mayor que en otros ámbitos competenciales. De esa forma, el deber de velar por el medio ambiente, que recae en los poderes públicos por mandato del *artículo 45* de la Constitución obtiene, en cuanto al derecho a su disfrute que el mismo precepto otorga, la uniformidad que requiere la salvaguarda de derechos que afectan a la vida misma y a la integridad física.

En el caso de la legislación autonómica resulta paradigmático. El Texto Refundido de la Ley reguladora de los Residuos, aprobado por *Decreto Legislativo 1/2009*[8], *de 21 de julio*, recientemente modificado por la *Ley 9/2011*[9], *de 29 de diciembre, de Promoción de la actividad económica*, tiene por objeto la gestión de los residuos en el ámbito de Cataluña, obtener un alto nivel de protección del medio ambiente y dotar a los entes públicos competentes por razón de la materia de los mecanismos de intervención y control necesarios para garantizar que la gestión de los residuos se lleve a cabo sin poner en peligro la salud de las personas, reduciendo el impacto ambiental.

La Ley prevé un programa de gestión de residuos municipales en Cataluña, otorgando a los municipios las competencias de programación, planificación, ordenación y ejecución en materia de gestión de los residuos municipales, tanto en el ámbito general de Cataluña, que en cada caso debe garantizar la autonomía local para prestar los servicios de gestión de residuos municipales bajo su responsabilidad *(artículo 9.2)*.

Esta Ley prevé la creación de la Agencia de Residuos de Cataluña, como entidad de derecho público, que es la responsable de la consecución de los objetivos fijados por la Ley y de la ejecución del programa de acción de la Generalitat *(artículos 56 y 57)*.

Otra de las normativas autonómicas que merece destacarse es la *Ley 3/1998, de 27 de febrero de protección general del medio ambiente del País Vasco*[10], que establece la especificidad de atribuir competencias a los órganos forales de los territorios históricos (Diputaciones Forales). En materia de residuos sólidos urbanos, entre otras, corresponden a los órganos forales de los territorios históricos las siguientes competencias:

- **a.** El desarrollo, en cada territorio histórico, de la planificación del marco de gestión de residuos sólidos urbanos, a través de los correspondientes planes forales.
- **b.** La coordinación, en el ámbito de cada territorio histórico, de las actuaciones municipales en orden a garantizar la prestación integral de servicios en esta materia.
- **c.** El impulso de infraestructuras supramunicipales de gestión de residuos.

La existencia de dos Comunidades Autónomas insulares, Baleares y Canarias, establece unas características especiales para la gestión de sus residuos en sus ámbitos territoriales, así por ejemplo en Canarias la *Ley 1/1999*[11], *de 29 de enero, de residuos de Canarias* atribuye a los Cabildos Insulares las competencias para la elaboración de planes de gestión de residuos de cada una de las islas.

En la Comunidad de las Islas Baleares también juegan un importante papel los Consejos Insulares.

7 "En materia de medio ambiente el deber estatal de dejar un margen al desarrollo de la legislación básica por la normativa autonómica es menor que en otros ámbitos".

8 DOGC 28 .07. 2009, número 5430, página 59532.

9 DOGC30.12.2011, número 6035, página 66432.

10 B.O.P.V 27.03.1998, número 59, página 53221

11 B.O.C. 25.02.1999, número 16, página 1570

El resto de Comunidades Autónomas han desarrollado normativa de residuos, unos de manera específica, otros en títulos y capítulos de leyes de Protección del Medio Ambiente o Prevención de la Contaminación. Algunas Comunidades Autónomas han desarrollado su normativa a través de Decretos o resoluciones que desarrollan Planes de Gestión.

EL PAPEL DE LAS ORDENANZAS LOCALES EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

La potestad normativa de los municipios reviste diversas manifestaciones formales que constituyen una especialidad dentro de la categoría genérica del Reglamento[12].

1. Esta potestad deriva del *Artículo 84, de la Ley 7/1985, reguladora de las Bases de Régimen Local* que establece que las Entidades Locales podrán intervenir la actividad de los ciudadanos a través de los siguientes medios:

- **a.** Ordenanzas y bandos.
- **b.** Sometimiento a previa licencia y otros actos de control preventivo. No obstante, cuando se trate del acceso y ejercicio de actividades de servicios incluidas en el ámbito de aplicación de la *Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio,* se estará a lo dispuesto en la misma.
- **c.** Sometimiento a comunicación previa o a declaración responsable, de conformidad con lo establecido en el *artículo 71 bis de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.*
- **d.** Sometimiento a control posterior al inicio de la actividad, a efectos de verificar el cumplimiento de la normativa reguladora de la misma.
- **e.** Órdenes individuales constitutivas de mandato para la ejecución de un acto o la prohibición del mismo.

2. La actividad de intervención de las Entidades Locales se ajustará, en todo caso, a los principios de igualdad de trato, necesidad y proporcionalidad con el objetivo que se persigue.

3. Las licencias o autorizaciones otorgadas por otras Administraciones Públicas no eximen a sus titulares de obtener las correspondientes licencias de las Entidades Locales, respetándose en todo caso lo dispuesto en las correspondientes leyes sectoriales.

12 L. Parejo Alfonso se refiere a la peculiaridad de las normas locales dentro de la categoría jurídica de los Reglamentos en "La potestad de los entes locales territoriales necesarios", Barcelona, 1993, Seminari de DRET Local, pág. 21

La potestad normativa municipal deriva de la Constitución, es una manifestación de autonomía que se perfila como necesaria. El ámbito de aplicación de la Ordenanza es diferente al de un Reglamento del Ejecutivo. Para el Reglamento del Ejecutivo la Ley es el título previo de habilitación, para la Ordenanza municipal, la ley se convierte en un límite negativo que condiciona su ejercicio y delimita el ámbito de actuación del mismo[13].

Al analizar la potestad normativa local hay que plantearse cuatro supuestos:

- **a.** Si la materia está reservada a la Ley.
- **b.** Si no estándolo está regulada por la Ley.
- **c.** Si está desarrollada por Reglamento estatal o autonómico.
- **d.** Si la norma que limita la actuación es comunitaria y si en tal caso se ha procedido a su transposición.

El ámbito normativo de la ordenanza viene dado por un lado por la *Ley reguladora de las Bases de Régimen Local* y por otro por la legislación sectorial estatal y autonómica de residuos, y la existencia o inexistencia de desarrollos reglamentarios. Los residuos entran en la categoría de legislación básica atribuida al Estado y de su desarrollo por las Comunidades Autónomas, por lo que se reduce la capacidad de regulación local si las Comunidades Autónomas han procedido al desarrollo legislativo de la legislación básica del Estado.

La FEMP ha elaborado un modelo de Ordenanza Marco de Recogida de Residuos para ayudar a los Ayuntamientos españoles en la redacción y elaboración de las mismas. Este modelo de ordenanza se sustenta en lo establecido en la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados,* que establece, por un lado, las competencias de los Entes Locales en materia de residuos en su *artículo 12.5,* concretando así lo dispuesto en los *artículos 25.2 y 26 de la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases de Régimen Local;* y por otro, en su Disposición Transitoria Segunda, la obligación de las Entidades Locales de aprobar ordenanzas que se adapten a dicha Ley antes del 31 de julio de 2013.

FÓRMULAS ORGANIZATIVAS SUPRAMUNICIPALES PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Las Diputaciones Provinciales, los Cabildos y los Consejos Insulares. La *Ley 7/1985 reguladora de las Bases de Régimen Local* prevé que no va ser fácil que todos los municipios lleguen a cubrir los servicios mínimos (ni siquiera a través

13 La potestad normativa municipal, inherente a la autonomía que la Constitución garantiza es uno de los tres ámbitos normativos, conjuntamente con la legislación básica del Estado y la de desarrollo de las Comunidades Autónomas, según Sentencia del Tribunal Constitucional de 21 de diciembre de 1989

de las fórmulas asociativas como son las Mancomunidades de Municipios). Es en este apartado donde adquieren protagonismo las Diputaciones Provinciales, los Cabildos y Consejos Insulares, que tienen una función clara que es el gobierno de la provincia y de las distintas islas.

El *artículo 26 de la Ley 7/1985,* reformada recientemente por la *Ley 27/2013, de 27 de diciembre, de racionalización y sostenibilidad de la administración local,* una vez que ha establecido los servicios obligatorios en su *apartado 1,* establece una serie de mecanismos, en el apartado segundo, que otorgando un mayor protagonismo de las Diputaciones en la coordinación de determinados servicios entre los que se encuentran el de recogida y tratamiento de residuos, abastecimiento de agua potable a domicilio y evacuación y tratamiento de aguas residuales, limpieza viaria, acceso a los núcleos de población, pavimentación de vías urbanas y alumbrado público. Esta Ley refuerza el papel de las Diputaciones con estos preceptos. Dicha coordinación consiste en que la Diputación propondrá, con la conformidad de los municipios afectados, al Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas la forma de prestación, consistente en la prestación directa por la Diputación (repercutiendo a los municipios su "coste efectivo") o la implantación de fórmulas de gestión compartida a través de consorcios, mancomunidades u otras fórmulas. Este régimen presenta una excepción: si una Diputación acredita que un municipio puede prestar estos servicios con un coste efectivo menor, aquel podrá asumir la prestación y coordinación de los mismos.

Esta regulación establece las bases para el desarrollo de diferentes formas de colaboración entre el escalón regional y el provincial (en relación con el municipal) con vistas a la prestación de un servicio público efectivo para los ciudadanos de nuestras ciudades y pueblos.

Especial énfasis se hace en el *artículo 31.2* cuando dice *"son fines propios y específicos de la Provincia garantizar los principios de solidaridad y equilibrio intermunicipales, en el marco de la política económica y social y, en particular:*

a. Asegurar la prestación integral y adecuada en la totalidad del territorio provincial de los servicios de competencia municipal".

La nueva *Ley 27/2013, de racionalización y sostenibilidad de la Administración Local* establece una redacción del artículo 36 de la *Ley reguladora de las Bases de Régimen Local*, atribuyéndole nuevas funciones a las Diputaciones tales como:

- La prestación de los servicios de secretaría e intervención en los municipios de menos de 1.000 habitantes.
- La prestación de los servicios de tratamiento de residuos en los municipios de menos de 5.000 habitantes, y de prevención y extinción de incendios en los de menos de 20.000 habitantes, cuando estos no procedan a su prestación.
- La asistencia en la prestación de los servicios de gestión de la recaudación tributaria, en periodo voluntario y ejecutivo, y de servicios de apoyo a voluntario y ejecutivo, y de servicios de apoyo a la gestión financiera de los municipios con población inferior a 20.000 habitantes.
- La prestación de los servicios de administración electrónica y la contratación centralizada en los municipios con población inferior a 20.000 habitantes.
- El seguimiento de los costes efectivos de los servicios prestados por los municipios de su provincia. Cuando la Diputación detecte que estos costes son superiores a los de los servicios coordinados o prestados por ella, ofrecerá a los municipios su colaboración para una gestión coordinada más eficiente de los servicios que permita reducir estos costes.
- La coordinación mediante convenio, con la Comunidad Autónoma respectiva, de la prestación del servicio de mantenimiento y limpieza de los consultorios médicos en los municipios con población inferior a 5.000 habitantes.

La *Ley reguladora de las Bases de Régimen local* en su artículo 40 establece que las Comunidades Autónomas Uniprovinciales y la Foral de Navarra asumen las competencias, medios y recursos que corresponden en el régimen ordinario a las Diputaciones Provinciales.

Se exceptúa la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares que atribuye a los Consejos Insulares, a los que son de aplicación las normas de la *Ley 7/1985* que regulan la organización y funcionamiento de las Diputaciones Provinciales, que asumen sus competencias de acuerdo con lo dispuesto en esta ley y las que les correspondan, de conformidad con el Estatuto de Autonomía de Baleares *(artículo 41.3)*.

Los Cabildos Canarios se rigen por las normas contenidas en la Disposición adicional decimocuarta de la *Ley 7/1985*, y supletoriamente por normas que regulan la organización y funcionamiento de las Diputaciones Provinciales, asumiendo las competencias de éstas, sin perjuicio de lo dispuesto en el Estatuto de Autonomía de Canarias *(artículo 41.1)*.

El Estatuto de Autonomía de Canarias en su artículo 23.3 establece que *"los Cabildos constituyen los órganos de Gobierno, administración y representación de cada isla. Su organización y funcionamiento se regirá por una Ley aprobada por mayoría absoluta del Parlamento de Canarias en el marco de la Constitución"*.

El BOE, de 28 de abril de 2015, ha publicado la reciente *Ley 8/2015, de 1 de abril de Cabildos Insulares*. Esta Ley, en su Artículo 2, define a los cabildos insulares como instituciones de la Comunidad Autónoma de Canarias, así como órganos de gobierno, administración y representación de cada una de las siete islas en que se articula territorialmente la Comunidad Autónoma de Canarias. En el Artículo 5 se fijan las competencias de los Cabildos como órganos de gobierno de las islas y a su vez como instituciones de la Comunidad Autónoma de Canarias, así

como las competencias y facultades que le determina el Estatuto de Autonomía de Canarias.

El Artículo 6 regula las competencias en las diferentes materias, recogiendo en el apartado 6.2 m) la de protección del medio ambiente y espacios naturales protegidos. El Artículo 8 establece la delimitación de las competencias propias. En concreto en su apartado 1 c) establece la prestación de servicios de carácter supramunicipal y, en su caso supracomarcal y el fomento o, en su caso, coordinación de la prestación unificada de servicios de los municipios de su respectivo ámbito territorial. En particular asumirá la prestación de los servicios de tratamiento de residuos en los municipios de menos de 5.000 habitantes, y de prevención y de extinción de incendios en los de menos de 20.000 habitantes, cuando estos no procedan a su prestación (redacción similar a la de la reformada *Ley 7/1985, reguladora de las Bases de Régimen Local)*.

También hay que destacar el *Artículo 10* de la *Ley de Cabildos Insulares*, que en su apartado 1, establece *"los cabildos insulares, para garantizar el ejercicio de las competencias municipales, prestará asistencia a los municipios de su respectiva isla, especialmente a los de menos de 20.000 habitantes, y con atención preferente a los municipios con insuficiente capacidad económica y de gestión, así como el establecimiento y adecuada prestación de los servicios mínimos"*. Y en su apartado 3 establece que *"la asistencia de los cabildos insulares a los municipios podrá consistir en c) la asistencia material en la prestación de servicios municipales"*.

En cuanto a la legislación sectorial en materia de residuos, la *Ley 1/1999, de 29 de enero, de residuos de Canarias*, establece una serie de disposiciones específicas en su capítulo II.

DISPOSICIONES ESPECÍFICAS SOBRE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LOS CABILDOS CANARIOS

Artículo 27. Servicio municipal de recogida y tratamiento.

1. Los municipios, por sí o asociados, están obligados a la recogida y tratamiento de los residuos urbanos en las condiciones que determinen las respectivas ordenanzas.
2. Las ordenanzas podrán condicionar la recepción de los residuos de características especiales que dificulten o hagan imposible la recogida mediante tecnología normalizada. También podrá condicionarse la recogida al pretratamiento o presentación especial, cuando su transporte o su valorización o eliminación así lo requiera.

Artículo 28. Propiedad y responsabilidad.

Las Entidades Locales adquirirán la propiedad de los residuos urbanos recogidos y los poseedores quedarán exentos de responsabilidad por los daños que puedan causar tales residuos, siempre que en su entrega se hayan observado las determinaciones establecidas en las ordenanzas y demás normativa aplicable.

Artículo 29. Competencias de la Comunidad Autónoma.

Las competencias de la Comunidad Autónoma de Canarias en materia de gestión, previstas en esta Ley o que pueda asumir en el futuro, sobre residuos podrán ser delegadas en las islas y en los municipios, por razón de los principios de eficacia, economía, descentralización y máxima proximidad a los ciudadanos.

Artículo 30. Gestión local.

1. El servicio municipal de recogida y tratamiento de residuos podrá ser gestionado directa o indirectamente, según lo previsto en la legislación de régimen local.
2. Para la gestión de este servicio, los municipios podrán constituir mancomunidades o consorcios.
3. Los consorcios y mancomunidades citadas en el apartado anterior podrán regular en sus normas estatutarias la posibilidad de que la Comunidad Autónoma retenga de cualquier participación de los ayuntamientos consorciados o mancomunados en los ingresos de otra Administración Pública las cantidades vencidas, líquidas y exigibles adeudadas por el correspondiente ayuntamiento, en concepto de su cuota de los gastos de la entidad asociativa. Será necesario dar audiencia al interesado y, en su caso, notificar a la Administración de la que procede la transferencia.
4. A iniciativa del respectivo Ayuntamiento y con la aceptación del cabildo insular, las competencias municipales sobre residuos podrán delegarse en la isla cuando tengan en ésta el ámbito más idóneo para su ejercicio y organización.
5. La isla se subrogará en el servicio municipal de recogida y tratamiento de residuos cuando los municipios no puedan prestar el servicio por razones de carácter económico y organizativo.

Artículo 31. Recogida selectiva.

Los municipios con una población superior a cinco mil habitantes estarán obligados a establecer sistemas de recogida selectiva de residuos urbanos que posibiliten su reciclado y otras formas de valorización, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 15 de esta Ley.

En los municipios con una población inferior a cinco mil habitantes, cuando la recogida selectiva no sea realizada por aquéllos, se hará por la isla.

A su vez la Ley de residuos establece en su artículo 41, Competencia sobre incoación, instrucción y resolución de los expedientes sancionadores los siguientes, en su apartado 3 y 4:

3. En materia de residuos de competencia municipal, según esta Ley y la normativa básica de régimen local, corresponderá a los alcaldes incoar, instruir y resolver los expedientes por infracciones a las ordenanzas sobre residuos que al efecto se dicten, pudiendo imponer multas en las siguientes cuantías:
   - Por infracciones muy graves, desde 5.000.001 hasta 10.000.000 de pesetas.
   - Por infracciones graves, desde 500.001 hasta 5.000.000 de pesetas.
   - Por infracciones leves, hasta 500.000 pesetas.
4. En el caso de que las islas ejerzan competencia sobre gestión de residuos por delegación del Gobierno de Canarias, la competencia sobre incoación, instrucción y resolución será del cabildo insular, pudiendo su presidente imponer las sanciones previstas para el consejero competente en materia de medio ambiente, quedando facultado para delegar en otros órganos del cabildo afectos a la defensa del medio ambiente la imposición de sanciones por faltas graves y leves, con imposición de multas por cuantía inferior a 25.000.000 de pesetas.

Otra especificidad que ya hemos comentado es el caso de las Diputaciones Forales de Álava, Guipúzcoa y Vizcaya que mantienen las competencias, medios y recursos que conservan su régimen peculiar en virtud de lo dispuesto en el Estatuto de Autonomía del País Vasco, aplicándose la *Ley 7/1985*, con carácter supletorio *(artículo 39)*.

MANCOMUNIDADES DE MUNICIPIOS, COMARCAS Y ÁREAS METROPOLITANAS

La *Ley 7/1985 reguladora de las Bases de Régimen Local* reconoce a los municipios el derecho a asociarse con otros en mancomunidades para la ejecución en común de obras y servicios determinados de su competencia *(artículo 44)*.

En España existen unas 1.000[14] mancomunidades, la mayoría de ellas están

14 Datos obtenidos de la página web, Bases de datos de las entidades locales del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas a 10 de septiembre de 2013.

constituidas para prestar servicios ambientales, en general, la recogida y gestión de los residuos, el abastecimiento de agua y la limpieza viaria.

Las mancomunidades tienen personalidad y capacidad jurídica para el cumplimiento de sus fines específicos y se rigen por sus estatutos propios. Los estatutos han de regir el ámbito territorial de la entidad, su objeto y competencia, órganos de gobierno y recursos económicos, plazo de duración y cuantos otros extremos sean necesarios para su funcionamiento.

Podrán integrarse en la misma mancomunidad municipios pertenecientes a distintas Comunidades Autónomas, siempre que se lo permitan las normativas de las Comunidades Autónomas afectadas.

Las Comunidades Autónomas, de acuerdo con lo dispuesto en sus respectivos Estatutos, podrán crear en su territorio Comarcas u otras entidades que agrupen varios municipios, cuyas características determinen intereses comunes precisados de una gestión propia o demanden la prestación de servicios de dicho ámbito *(artículo 42.1)*.

La iniciativa para la creación de una comarca podrá partir de los propios municipios interesados. En cualquier caso, no podrá crearse la Comarca si a ello se oponen expresamente las dos quintas partes de los Municipios que debieran agruparse en ella, siempre que en este caso tales municipios representen al menos la mitad del censo electoral del territorio correspondiente. Cuando la comarca deba agrupar a Municipios de más de una provincia, será necesario el informe favorable de las Diputaciones Provinciales a cuyo ámbito territorial pertenezcan tales Municipios *(artículo 42.2)*.

La creación de las Comarcas no podrá suponer la pérdida por los municipios de la competencia para prestar los servicios enumerados en el *artículo 26 de la Ley 7/1985, reguladora de las Bases de Régimen Local*, ni privar a los mismos de toda intervención en cada una de las materia enumeradas en el *apartado 2* del *artículo 25*.

Las leyes de las Comunidades Autónomas determinarán el ámbito territorial de las Comarcas, la composición y el funcionamiento de las mismas. En España se han constituido 81 Comarcas, especialmente en Aragón y Cataluña[15].

El *Decreto Legislativo 1/2006, de 27 de diciembre*, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Comarcalización de Aragón recoge en su *artículo 9*, que "las comarcas podrán ejercer competencias en su territorio, con el contenido y de la forma que se indica en este título, en las siguientes materias:

- Protección del medio ambiente.
- Servicios de recogida y tratamiento de residuos urbanos".

15 Datos obtenidos de la página web, Bases de datos de las entidades locales del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas a 10 de septiembre de 2013.

En Cataluña el *Decreto Legislativo 4/2003, de 4 de noviembre*, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de organización comarcal de Cataluña[16], modificada por la *Ley 30/2010, de 3 de agosto de veguerías*, establece en su *artículo 28.1*, que corresponde a las Comarcas:

a. Prestar asistencia técnica, jurídica y económica a los municipios.
b. Cooperar económicamente en la realización de las obras, los servicios o las actividades de los municipios.
c. Garantizar, subsidiariamente, la prestación de los servicios municipales obligatorios en los municipios que, por razón de su población, no están obligados a prestarlos.

Las Comarcas en Cataluña podrán asumir las competencias que la legislación sectorial de Cataluña les otorgue.

Para finalizar, es necesario realizar una mención a las Áreas Metropolitanas, que la *Ley Reguladora de las Bases de Régimen Local* las define como Entidades Locales integradas por los Municipios de grandes aglomeraciones urbanas entre cuyos núcleos de población existan vinculaciones económicas y sociales que hagan necesaria la planificación conjunta y la coordinación de determinados servicios y obras *(artículo 43.2)*.

Las Comunidades Autónomas, previa audiencia de la Administración del Estado y de los Ayuntamientos y Diputaciones afectados, podrán crear, modificar y suprimir, mediante ley, Áreas Metropolitanas, de acuerdo a lo dispuesto en sus respectivos Estatutos *(artículo 43.1)*.

La legislación de la Comunidad Autónoma determinará los órganos de gobierno y administración, en los que estarán representados los municipios integrados en el Área; el régimen económico y de funcionamiento, que garantizará la participación de todos los Municipios en la toma de decisiones y una justa distribución de las cargas entre ellos; así como los servicios y obras de prestación o realización metropolitana y el procedimiento para su ejecución *(artículo 43.3)*.

La prestación de los servicios de gestión de residuos se puede abordar no sólo desde las distintas fórmulas que hemos analizado y que componen la estructura organizativa del régimen local español. Para finalizar hay que destacar que las fórmulas y técnicas de relaciones administrativas también posibilitan la prestación de estos servicios a través de la figura de los convenios y consorcios.

Los convenios en materia de medio ambiente y recursos naturales se utilizan también para dar cobertura y ordenar la intervención de la Administración pública sobre los recursos de la que es titular otra Administración ordinariamente una Administración Local.

Una fórmula más intensa de cooperación, basada en un convenio, la ofrecen los consorcios interadministrativos. Su relación con los convenios queda recogida en la *Ley de Régimen Jurídico y Procedimiento Administrativo Común*, que establece la posibilidad de la firma de convenios *"cuando la gestión del convenio haga necesario crear una organización común, ésta podrá adoptar la forma de consorcio dotado de personalidad jurídica o sociedad mercantil. Los estatutos del consorcio determinarán los fines del mismo, así como las particularidades del régimen orgánico, funcional y financiero" (artículo 6.5)*. Los órganos de decisión estarán integrados por representantes de todas las entidades consorciadas, en la proporción que se fije en los Estatutos respectivos. Para la gestión de los servicios que se le encomienden podrán utilizarse cualquiera de las formas previstas en la legislación aplicable a las Administraciones consorciadas.

Aparecen en esta definición los dos datos más característicos de los consorcios: su carácter voluntario (son resultado de un convenio) y la personalidad jurídica de que gozan, que los emancipa en buena medida de las Administraciones y otros sujetos con la condición de partes del convenio en el que se funda el consorcio.

La regulación legal de los consorcios es escasa, remitiéndose a lo que dispongan los Estatutos de cada uno de ellos, que determinarán los fines del mismo, el régimen orgánico de funcionamiento y el régimen financiero y la proporción en que estarán representadas las distintas Administraciones consorciadas.

El consorcio es una figura ampliamente desarrollada en el ámbito local y ofrece ahí excelentes posibilidades para prestar servicios y ejercer competencias relacionadas con la protección del medio ambiente.

16 DOGC 19.11.2003, número 4013

MARCO INSTITUCIONAL DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS: PLANES ESTATALES, PLANES AUTONÓMICOS Y PLANES LOCALES

La *Ley 22/2011* prevé la elaboración de planes y programas de gestión de los residuos. El Ministerio competente en materia de medio ambiente, previa consulta a las Comunidades Autónomas, a las Entidades Locales, a otros Ministerios afectados, y cuando proceda, en colaboración con otros Estados miembros elaborará, de conformidad con esta Ley, el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos que contendrá la estrategia general de la política de residuos, las orientaciones y la estructura a la que deberán ajustarse los planes autonómicos, así como los objetivos mínimos a cumplir de prevención, preparación para la reutilización, reciclado, valorización y eliminación *(artículo 14.1)*.

Estos objetivos deberán ser coherentes con la estrategia de reducción de gases de efecto invernadero y los compromisos internacionales asumidos en materia de cambio climático.

La ley también prevé la posibilidad de que las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales elaboren sus planes y programas.

Todos los planes y programas de gestión de residuos se evaluarán y revisarán, al menos cada seis años *(artículo 14.5)*.

PLANES ESTATALES[17]

Siguiendo la línea marcada por la Directiva de Residuos, se recoge en la Ley los instrumentos de planificación: los Planes y Programas de Gestión de Residuos y los Programas de Prevención de Residuos.

17 En el momento de cerrar la revisión de este texto, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ha presentado un borrador del Plan Marco Estatal de Gestión de Residuos (PEMAR) que está siendo objeto de debate público y que trata de fijar la ruta para alcanzar los objetivos de reciclado previstos en la *Directiva de Residuos 2008/98/CEE* y la *Ley 22/2011*.

La *Ley 10/98, de 21 de abril, de residuos* ya establecía, en su *artículo 5*, que la Administración General del Estado elaborará diferentes Planes Nacionales de Residuos, mediante integración de los respectivos planes autonómicos de gestión de residuos, admitiendo la posibilidad de que las Entidades Locales pudieran elaborar sus propios planes de gestión de residuos urbanos.

En estos momentos, nos encontramos en un momento de transición puesto que el actual Plan en vigor, el **Plan Nacional Integrado de Residuos para el periodo 2008-2015,** aprobado por el Consejo de Ministros en su reunión de 26 de diciembre de 2008, y publicado con la fórmula de Resolución de la Secretaría de Estado de Cambio Climático de 20 de enero de 2009[18], ha sido aprobado con la *Ley 10/98, de residuos,* hoy derogada.

Este Plan incluye los residuos domésticos y similares, los residuos con legislación específica, los suelos contaminados, además de algunos residuos agrarios e industriales no peligrosos que aunque no disponen de regulación específica, son relevantes por su cuantía y su incidencia sobre el entorno. El Plan incluye además la Estrategia de Reducción de Residuos Biodegradables, que cumpliendo con una obligación legal contribuye a alargar la vida de los vertederos, a disminuir su impacto sobre el entorno y, de forma especial, a la reducción de Gases de Efecto Invernadero.

El Plan Nacional Integrado de Residuos establece los siguientes objetivos generales:

- Modificar la tendencia actual de crecimiento de la generación de residuos.
- Erradicar el vertido ilegal.
- Disminuir el vertido y fomentar de forma eficaz: la prevención, la reutilización, el reciclado de la fracción reciclable, así como otras formas de valorización de la fracción de residuos no reciclable.
- Completar las infraestructuras de tratamiento y mejorar el funcionamiento de las instalaciones existentes.
- Obtener estadísticas fiables en materia de infraestructuras, empresas gestoras y producción y gestión de residuos.
- Evaluar los instrumentos económicos y en particular los fiscales que se han puesto en práctica para promover cambios en los sistemas de gestión existentes. Identificar la conveniencia de su implantación de forma armonizada en todas las Comunidades Autónomas.
- Consolidación de los programas de I+D+i aplicados a los diferentes aspectos de la gestión de los residuos, incluyendo análisis de la eficiencia de los sistemas de recogida, optimización de los tratamientos y evaluación integrada de los procesos completos de gestión, desde la generación hasta la eliminación.
- Reducir la contribución de los residuos al cambio climático fomentando la aplicación de las medidas de mayor potencial de reducción.

Tanto los objetivos generales, como los específicos y las medidas asociadas pretenden conducir a la reducción de la generación de los residuos, a un mejor aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos y a la reducción del impacto que tienen la producción y gestión de los residuos en el medio ambiente, en particular las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

En estos momentos se está trabajando en la elaboración de un Plan Estatal Marco de Residuos (PEMAR) que se espera que esté elaborado en el último trimestre de 2015.

Recientemente se ha aprobado el **Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020, en el marco de la Estrategia 2020, la "Hoja de ruta hacia una Europa Eficiente en el uso de los recursos".** Este Programa recoge los objetivos y los medios para trasformar la economía actual basada en el uso intensivo de los recursos, en un nuevo modelo de crecimiento basado en el uso eficiente de los recursos.

La *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados*, en coherencia con la *Directiva Marco de Residuos* y en la aplicación del principio de jerarquía *(artículo 8)*, identifica la prevención como la primera opción de la política de residuos. Adicionalmente reconoce el potencial de las prácticas de prevención como instrumento para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el impacto que el impulso de estas medidas tiene como elemento tractor de la I+D+i *(Preámbulo I y X, y la disposición adicional décimo tercera de la Ley de Residuos)*. El *artículo 3.h)* de la Ley de Residuos define la prevención como el conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir: 1) la cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos, 2) los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro del uso de materiales o energía, y 3) el contenido en sustancias nocivas en materiales y productos. En su artículo 12 la citada Ley señala que la Administración General del Estado deberá establecer objetivos mínimos de reducción de la generación de residuos, que las Comunidades Autónomas elaborarán programas prevención en su ámbito territorial y permite que las Entidades Locales elaboren este tipo de programas para aquellos residuos que son de su competencia, con carácter facultativo. La fecha límite que la Directiva Marco de Residuos y la *Ley de residuos (artículo 15)* establecen para la elaboración de estos programas es el 12 de diciembre de 2013.

18 BOE.26.02.2009 número 49, página 19893

PLANES AUTONÓMICOS

La *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados* permite a las Comunidades Autónomas elaborar planes autonómicos de gestión de residuos, previa consulta a las Entidades Locales en su caso *(artículo 14.2)*.

Los planes autonómicos de gestión contendrán un análisis actualizado de la situación de la gestión de residuos en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma, así como una exposición de las medidas para facilitar la reutilización, el reciclado, la valorización y la eliminación de los residuos, estableciendo objetivos de prevención, preparación para la reutilización, reciclado, valorización y eliminación y la estimación de su contribución a la consecución de los objetivos establecidos en esta Ley, en las demás normas en materia de residuos y en otras normas ambientales.

Los planes deberán tener un contenido mínimo que se recoge en el *Anexo V,* de la *Ley 22/2011*.

1. Contenido mínimo de los planes:

- **a.** El tipo, cantidad y fuente de los residuos generados dentro del territorio, lo que se prevea que van a transportar desde y hacia otros Estados miembros, y cuando sea posible desde y hacia otras Comunidades Autónomas y una evaluación de la evolución futura de los flujos de residuos.
- **b.** Sistemas existentes de recogida de residuos y principales instalaciones de eliminación y valorización incluida cualquier medida especial para aceites usados, residuos peligrosos o flujos de residuos objeto de legislación específica.
- **c.** Una evaluación de la necesidad de nuevos sistemas de recogida, el cierre de las instalaciones existentes de residuos, instalaciones adicionales de tratamiento de residuos y de las inversiones correspondientes.
- **d.** Información sobre los criterios de ubicación para la identificación del emplazamiento y sobre la capacidad de las futuras instalaciones de eliminación o las principales instalaciones de valorización.
- **e.** Políticas de gestión de residuos, incluidas las tecnologías y los métodos de gestión de residuos previstos, y la identificación de los residuos que plantean problemas de gestión.

2. Otros elementos:

- **a.** Los aspectos organizativos relacionados con la gestión de los residuos, incluida una descripción del reparto de responsabilidades entre los operadores públicos y privado que se ocupen de la gestión de residuos.
- **b.** Campañas de sensibilización e información dirigidas al público en general o a un grupo concreto de consumidores.
- **c.** Los lugares históricamente contaminados por eliminación de residuos y las medidas para la rehabilitación.

Los planes autonómicos y programas de gestión de residuos se evaluarán y revisarán, al menos cada seis años.

En estos momentos, todas las Comunidades Autónomas tienen planes de gestión de residuos aprobados, aunque todos ellos son anteriores a la Ley 22/2011, algunos se aprobaron después de la entrada en vigor de la Directiva de Residuos de 2008/98, de 19 de noviembre, como el caso de País Vasco 2009-2012, Galicia 2010-2019, Andalucía 2010-2020, Cantabria 2009-2013,Castilla y León 20 de marzo de 2014, Asturias con el Plan Estratégico de Residuos 2014-2024, de 11 de marzo de 2014, o Navarra con el Plan Integrado de Gestión de Residuos de Navarra 2015-2025 de 11 de febrero de 2015.

Será necesario en los próximos años ir revisándolos para adaptarlos a los contenidos de la Directiva y de la normativa de residuos.

PLANES LOCALES DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Las Entidades Locales en el marco de sus competencias, podrán elaborar programas de gestión de residuos de conformidad y en coordinación con el Plan Nacional marco y los planes autonómicos de gestión de residuos. Las Entidades Locales podrán elaborar estos planes individualmente o agrupadas *(artículo 14.3)*.

Un Plan Local de Gestión de Residuos se puede definir como un documento de carácter técnico, legal, económico y político, cuyo objetivo es dar soluciones a los problemas que la gestión de los residuos urbanos plantea dentro del municipio, una mancomunidad de municipios e incluso una provincia o comarca, en un periodo determinado.

El punto de partida para la elaboración de un plan local es establecer cuál es el objetivo general en la gestión de los residuos de su competencia, el ámbito territorial y su horizonte temporal. Una vez definidas estas cuestiones es necesario identificar los residuos que son objeto del Plan(residuos domiciliarios, residuos de construcción y demolición, animales muertos, residuos industriales, comerciales, voluminosos, electrónicos, vehículos fuera de uso, ropa, etc.).

El Plan debe contener los fundamentos jurídicos y estratégicos, incluyendo el marco legal del mismo tanto a nivel comunitario, estatal, autonómico y municipal. De acuerdo con las estrategias, políticas y principios desarrollados, se establecerán una serie de principios en los que el Plan basará sus acciones, propuesta de gestión e infraestructuras necesarias.

En cada Plan Local de Gestión de Residuos debe definirse el sistema de gestión de residuos de la Entidad Local:

- Cantidad de residuos que se generan dentro del municipio, mancomunidad, comarca o provincia.
- Distribución de los residuos en función del número de habitantes.

- Flujos de residuos generados (residuos domésticos, limpieza viaria, puntos limpios, residuos de construcción y demolición, residuos comerciales, etc.).
- Composición de los residuos (plástico, cartón, papel, materia orgánica, vidrio, pilas, metales, textiles, etc.).
- Caracterización de los residuos (pH, humedad, conductividad, poder calorífico, densidad composición química, etc.).
- Descripción de los sistemas de recogida, tratamiento y eliminación más habituales para cada tipo de residuo, con las ventajas y dificultades que presentan cada uno de ellos.
- Relación de instalaciones en las que se lleva a cabo el tratamiento y eliminación de los residuos.
- Cantidades recuperadas y recicladas de cada material.
- Análisis de los costes y las tasas aplicadas a la gestión de los residuos municipales.

El Plan debe también incluir una previsión de la evolución de la población y de la composición y generación de residuos. Una vez fijados estos datos es necesario plantear los objetivos del Plan y establecer unos plazos temporales para alcanzarlos, respondiendo a las prioridades establecidas por la normativa vigente. Estos objetivos deben fomentar, por este orden, la prevención, la reutilización, el reciclado, la valorización energética y la eliminación en vertedero, estableciéndose diferentes objetivos para cada uno de los flujos y fracciones de residuos generados en el ámbito territorial de aplicación. Los objetivos deben fijarse en función de los diferentes flujos y fracciones de residuos generados en el municipio.

Es necesario también que un Plan cuente con instrumentos de gestión adecuados (instalaciones, equipamientos, planificación, sistemas de recogida) de informar y concienciar a la población para que colabore en la consecución de los mismos e instrumentos de seguimiento del Plan mediante la elaboración de encuestas, consultas y estadísticas.

Para todo ello, es necesario la realización de importantes inversiones económicas, que deben ser valoradas y previstas, creándose las vías de financiación necesarias mediante el establecimiento de instrumentos tributarios necesarios para su financiación si se considera necesario.

Para finalizar, el Plan Local debe incluir un sistema de seguimiento y evaluación del propio Plan. Este seguimiento tiene como objetivo principal verificar de forma periódica los resultados del Plan, evaluar el cumplimiento de sus objetivos y metas, establecer un sistema de alertas y definir los ajustes que se consideren necesarios.

Elementos de aplicación práctica a la gestión: Ordenanzas. Contratación

Juan Manuel García Navarro.
Asociación Nacional de Empresas Públicas del Medio Ambiente.

- Introducción 219
- La Ordenanza como norma de proximidad 223
- La gestión directa de los servicios públicos 227
  - Breve descripción de las formas de gestión directa de la prestación de los servicios públicos 228
  - Otros aspectos destacados de la Ley 27/2013, de 27 de diciembre, de racionalización y sostenibilidad de la Administración Local 231
- La contratación de los servicios públicos. La gestión indirecta. Contrato a largo plazo 235
- Procedimientos de contratación 239
- Pliegos de condiciones para la contratación del servicio de gestión de residuos y/o limpieza viaria 245
  - Pliego de condiciones administrativas particulares 246
  - Pliego de prescripciones técnicas de recogida de residuos y/o limpieza viaria 250
- Bibliografía 276

INTRODUCCIÓN

Iniciaremos este apartado haciendo referencia a la normativa estatal esencial que desde finales del S. XX se ha promulgado en España, en relación con la "Gestión de Residuos Urbanos".

- BOE (1998). *Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.* En su artículo 3 apartado b) aparece la definición de "Residuos Urbanos o Municipales", *nº 95*.
- BOE (1997). *Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases, nº 99*. Aparición de los Sistemas Integrados de Gestión.

Las *Leyes 11/97* y *10/98*, adaptaron la legislación española a la normativa europea. En cuanto a la legislación con especial incidencia sobre la gestión de residuos urbanos y específica sobre determinados residuos mencionaremos:

- BOE (1999). *Ley 11/1999, de 21 de abril, de modificación de la ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases de Régimen Local y otras medidas para el desarrollo del gobierno local, nº 96*.
- BOE (2005). *R.D. 208/2005, de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos, nº 49*.
- BOE (2008). *R.D. 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y gestión ambiental de sus residuos, nº 37.*

Así llegamos al:

BOE (2011). Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, nº181.

A continuación nos detendremos en alguno de los artículos más novedosos de la *Ley 22/2011* con respecto a las normas anteriores:

Art.3. Definiciones.

"A los efectos de esta ley se entenderá por:

a. **"Residuos":** cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

b. **"R. domésticos":** residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

Una de las principales novedades que ha presentado esta ley, es la introducción del concepto de "Biorresiduos", distinguiéndolo del término "Compost". Así:

g. **"Biorresiduos":** residuos biodegradables de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.

y. **"Compost":** enmienda orgánica obtenida a partir del tratamiento biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente, incluido los biorresiduos. No se considerará compost, el material orgánico obtenido de las plantas de tratamiento mecánico biológico de residuos mezclados, que se denominarán material bioestabilizado."

Artículo 12. Competencias administrativas.

12.5. "Corresponde a las Entidades Locales o a las Diputaciones Forales cuando proceda:

a. Como servicio obligatorio, la recogida, el transporte y el tratamiento de los residuos domésticos generados en los hogares, comercios y servicios en la forma en que establezcan sus respectivas ordenanzas en el marco jurídico de lo establecido en esta ley, de la que en un caso dicten las Comunidades Autónomas y de la normativa sectorial en materia de responsabilidad ampliada del productor. La prestación de este servicio corresponde a los municipios que podrán llevarla a cabo de forma independiente o asociada.

b. El ejercicio de la potestad de vigilancia e inspección y la potestad sancionadora en el ámbito de sus competencias.

c. Las Entidades Locales podrán (como servicio de naturaleza voluntaria):

1. Elaborar programas de prevención y de gestión de los residuos de su competencia.

2. Gestionar los residuos comerciales no peligrosos y los residuos domésticos generados en las industrias en los términos que establezcan sus respectivas ordenanzas, sin perjuicio de que los productores de estos residuos puedan gestionarlos por sí mismos en los términos previstos en el artículo 17.3. Cuando la Entidad Local establezca su propio sistema de gestión podrá imponer, de manera motivada y basándose en criterios de mayor eficiencia y eficacia en la gestión de los residuos, la incorporación obligatoria de los productores de residuos a dicho sistema en determinados supuestos.

3. A través de sus ordenanzas, obligar al productor o a otro poseedor de residuos peligrosos domésticos o de residuos cuyas características dificultan su gestión a que adopten medidas para eliminar o reducir dichas características o a que los depositen en la forma y lugar adecuados.

4. Realizar sus actividades de gestión de residuos directamente o mediante cualquier otra forma de gestión prevista en la legislación sobre régimen local. Estas actividades podrán llevarse a cabo por cada entidad local de forma independiente o mediante asociación de varias entidades locales.

12.6. Las Administraciones Públicas en sus respectivos ámbitos competenciales podrán declarar servicio público todas o algunas de las operaciones de gestión de determinados residuos cuando motivadamente se justifique por razones de adecuada protección de la salud humana y del medio ambiente."

Artículo 21. Recogida, preparación para la reutilización, reciclado y valorización de residuos.

21.3. "Las autoridades ambientales en su respectivo ámbito competencial tomarán medidas para fomentar un reciclado de alta calidad y, a este fin, se establecerá una recogida separada de residuos, entre otros de aceites usados, cuando sea técnica, económica y medioambientalmente factible…

Antes de 2015 deberá estar establecida una recogida separada para, al menos, los materiales siguientes: papel, metales, plástico y vidrio.

Los sistemas de recogida separada ya existentes se podrán adaptar a la recogida separada de los materiales a los que se refiere el párrafo anterior. Podrá recogerse más de un material en la misma fracción siempre que se garantice su adecuada separación posterior si ello no supone una pérdida de la calidad de los materiales obtenidos ni un incremento de coste.

21.4. Las entidades locales habilitarán espacios, establecerán instrumentos o medidas para la recogida separada de residuos domésticos y en su caso, comerciales a los que es preciso dar una gestión diferenciada bien por su peligrosidad, para facilitar su reciclado o para preparar los residuos para su reutilización.

21.6. Las autoridades ambientales en sus respectivos planes y programas fomentarán métodos de recogida eficientes de acuerdo con las características y posibilidades de cada territorio o población, para facilitar el cumplimiento de los objetivos de preparación para la reutilización, reciclado y valoración".

Artículo 22. Objetivos específicos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización.

22.1. "Con objeto de cumplir los objetivos de esta ley y de avanzar hacia una sociedad del reciclado con un alto nivel de eficiencia de los recursos, el gobierno y las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias a través de los planes y programas de gestión de residuos para garantizar que se logren los siguientes objetivos y, en su caso, los que se establezcan:

a. Antes de 2020, la cantidad de residuos domésticos y comerciales destinados a la preparación para la reutilización y el reciclado para las fracciones de papel, metales, vidrio, plástico, biorresiduos u otras fracciones reciclables deberá alcanzar, en conjunto, como mínimo el 50% en peso".

Artículo 24. Biorresiduos.

"Las autoridades ambientales promoverán, sin perjuicio de las medidas que se deriven de las actuaciones que a nivel comunitario se emprendan en cumplimiento del último párrafo del artículo 22 de la Directiva 2008/98/CE, medidas que podrán incluir en los planes y programas de gestión de residuos previstos en el artículo 14, para impulsar:

a. La recogida separada de biorresiduos para destinarlos al compostaje o a la digestión anaerobia en partículas de la fracción vegetal, los biorresiduos de grandes generadores y los biorresiduos generados en los hogares.

b. El compostaje doméstico y comunitario.

c. El tratamiento de biorresiduos recogidos separadamente de forma que se logre un alto grado de protección del medio ambiente llevado a cabo en instalaciones específicas sin que se produzca la mezcla con residuos mezclados a lo largo del proceso.

d. El uso del compost producido a partir de biorresiduos y ambientalmente seguro en el sector agrícola, la jardinería o la regeneración de áreas degradadas, en sustitución de otras enmiendas orgánicas y fertilizantes minerales".

TÍTULO IV

Responsabilidad ampliada del productor del producto.

Artículo 31. Concepto y obligaciones.

31.1. A los efectos de este artículo se entenderá por productor del producto la persona física o jurídica, que de forma profesional desarrolle, fabrique, procese, trate, venda o importe productos según se determine en las normas de desarrollo de la responsabilidad ampliada del productor prevista en el apartado 2.

Artículo 32. Gestión de residuos en el marco de la responsabilidad ampliada del productor del producto.

32.1. Se dará cumplimiento a las obligaciones que se establezcan en el marco de la responsabilidad ampliada del productor del producto de forma individual o de forma colectiva. Donde se hayan implantado sistemas públicos de gestión, los productores podrán dar cumplimiento a estas obligaciones contribuyendo económicamente a dichos sistemas, de forma proporcional a las cantidades de producto que pongan en el mercado y atendiendo a los costes efectivos de su gestión.

Disposición transitoria segunda. Ordenanzas de Entidades Locales:

"Las Entidades Locales aprobarán las ordenanzas previstas en el artículo 12.5. de esta ley en el plazo de 2 años desde la entrada en vigor de la misma. En ausencia de las mismas se aplicarán las normas que aprueben las Comunidades Autónomas". Su aprobación estaba prevista para antes de 30 de Julio de 2013.

LA ORDENANZA COMO NORMA DE PROXIMIDAD

En España, las Corporaciones Locales ostentan una serie de competencias para la prestación de determinados servicios, entre los cuales, se encuentra la gestión de los residuos en su término municipal. La ley asigna a los municipios la obligación de realizar la recogida, transporte, y al menos, su eliminación.

Las Corporaciones Locales son sin duda, la administración más próxima y cercana al ciudadano, a la cual recurre cuando se le genera cualquier necesidad.

Las Entidades Locales en España, para regular la prestación de los servicios que son de su competencia, hacen uso de una **normativa que es debatida y aprobada por el Pleno del Ayuntamiento,** denominada *"Ordenanza Municipal"*, que ha de ser conforme a la legislación nacional y autonómica.

Por lo general, el modelo y la estructura de las Ordenanzas Municipales y Provinciales aprobadas por las distintas Entidades Locales y Provinciales, suele ser bastante similar, si bien teniendo en cuenta y recogiendo las características y peculiaridades de la localidad o provincia en cuestión.

Así, de modo general, una Ordenanza Municipal de gestión de residuos, se estructura de la siguiente forma y puede regular los siguientes aspectos (según el modelo de la Ordenanza Marco para la gestión de residuos publicada por la FEMP):

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

TÍTULO I. DISPOSICIONES GENERALES

- Objeto y ámbito de aplicación/Objeto y régimen jurídico.
- Analogía.

- Definiciones.
- Competencias locales.
- Prestación de los servicios.
- Obligaciones generales.
- Prohibiciones.
- Régimen fiscal.

TÍTULO II. SERVICIO DE RECOGIDA

Puede regular, entre otros, aspectos tales como:

Capítulo I. Disposiciones Generales.

- El servicio de recogida.
- Clasificación de servicios de recogida.
- Responsabilidad de la correcta gestión de los residuos.

Capítulo II. Servicio de recogida ordinaria.

- Depósito de residuos.
- Recogida separada.
- Contenedores
- Recogida de vidrio.
- Recogida de envases ligeros.
- Recogida de papel/cartón.
- Aceites vegetales usados.
- Ropa y zapatos usados.
- Residuos de medicamentos y sus envases.
- Pilas.
- RCD´S precedentes de obras menores.
- Fracción resto.
- Excrementos.
- Recogida en los Puntos Limpios.
- Información sobre separación y recogida de residuos.
- Sensibilización y educación sobre separación y recogida de residuos.

Capítulo III. Servicios de Recogida Especial.

- Recogida de residuos domésticos, comerciales, industriales, de servicio y sanitarias asimilables a domésticos.
- Recogida de residuos comerciales no peligrosos y de residuos domésticos industriales.
- Residuos de mercados.
- Animales muertos.
- Voluminosos: muebles y enseres.
- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Vehículos abandonados.
- Recogida de vehículos al final de su vida útil.

- Podas y otros residuos de jardinería.
- Solicitud del servicio municipal especial de recogida.

TÍTULO III. INSPECCIÓN Y SANCIÓN

Capítulo I. Inspección y control.

- Servicio de inspección.
- Deber de colaboración.

Capítulo II. Infracciones y sanciones.

Sección 1ª. Infracciones.

- Leves.
- Graves.
- Muy graves.
  - Prescripción.

Sección 2ª Sanciones.

- Leves.
- Graves.
- Muy graves.
  - Obligación de reponer.
  - Multas coercitivas.
  - Prescripción.
  - Colaboración en la ejecución de medidas judiciales en materia de menores y recogida de residuos.
  - Publicidad de las sanciones.
  - Competencia y procedimiento sancionador.

DISPOSICIÓN DEROGATORIA ÚNICA.

Disposición derogatoria única. Normas derogadas.

DISPOSICIONES FINALES.

Disposición final primera. Entrada en vigor.

Disposición final segunda. Competencia.

Algunas Entidades Locales regulan el servicio de limpieza pública, en la misma ordenanza municipal de gestión de residuos municipales.

Una Ordenanza de una Entidad Municipal o Provincial, en ningún caso, podrá regular y desarrollar artículos cuyo contenido sean contrarios a la legislación estatal y autonómica. Asimismo, una Ordenanza nunca podrá regular y desarrollar preceptos de aplicación más allá del término municipal de la Entidad Local o Provincial correspondiente.

LA GESTIÓN DIRECTA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

BOE (2013). Ley 27/2013, de 27 de diciembre, de Racionalización y Sostenibilidad de la Administración Local, nº 312 (LRSAL).

Esta Ley aborda en su *artículo 1*, la modificación de numerosos artículos de la *Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases de Régimen Local (LRBRL)*, a los que ha otorgado una nueva redacción.

Así, vamos a detenernos en el punto veintiuno del *art. 1 de la LRSAL*, que suprime el apartado 3 y modifica el apartado 2 del *artículo 85 LRBRL* -que ya había sido modificado por el apartado 1 del *art. 1 de la Ley 57/2003*, de 16 de diciembre, de Medidas para la Modernización del Gobierno Local-, que queda redactado como sigue:

Punto veintiuno del art. 1 LRSAL:

"Los servicios públicos de competencia local habrán de gestionarse de la forma más sostenible y eficiente de entre las enumeradas a continuación:

A. Gestión Directa:

a. Gestión por la propia Entidad Local.
b. Organismo Autónomo Local.
c. Entidad Pública Empresarial Local.
d. Sociedad Mercantil Local, cuyo capital social sea de titularidad pública."

Asimismo, la LRSAL adiciona a su número 2 A) el siguiente párrafo: *"solo podrá hacerse uso de las formas previstas en las letras c) y d) (Entidad Pública Empresarial Local y Sociedad Mercantil Local, cuyo capital social sea de titularidad pública) cuando quede acreditado… que resultan más sostenibles y eficientes que las formas dispuestas en las letras a) y b)"* (Gestión por la propia Entidad Local o por organismo autónomo local).

Finalmente, el punto veintiuno del art. 1 de la LRSAL señala que *"la forma de gestión por la que se opta, deberá tener en cuenta… lo que respecta al ejercicio de funciones que corresponden a funcionarios públicos"*.

Por otro lado, el art. 85.1 bis de la LRBRL, establece que *"la gestión directa de los servicios de la competencia local mediante las formas de organismos autónomos locales y de entidades públicas empresariales locales se regirán, respectivamente, por lo dispuesto en los art. 45 a 52 y 53 a 60 de la Ley 6/1997, de 14 de abril, de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado (LOFAGE), en cuanto les resulte de aplicación."*

Asimismo, establece una serie de especialidades para ambas figuras en el ámbito local, estructurando así todo lo referente a su régimen jurídico y funcionamiento.

El art. 85.2 bis de la LRBRL, recoge los extremos que deberán abarcar los Estatutos tanto de los organismos autónomos, como de las entidades públicas empresariales.

Finalmente, el art. 85.3 bis LRBRL, establece que: *"los Estatutos deberán ser aprobados y publicados con carácter previo a la entrada en funcionamiento efectivo del organismo público correspondiente"*.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FORMAS DE GESTIÓN DIRECTA DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

Organismos Autónomos. Realizan actividades fundamentalmente administrativas y se someten plenamente al Derecho Público. Su régimen presupuestario y contable es el mismo que el de la Entidad Local de la que dependen, con un presupuesto limitado, estando la elaboración de sus cuentas sometidas a la contabilidad pública. Sus cuentas anuales forman parte de la Cuenta General de dicha entidad principal.

Entidades Públicas Empresariales. Realizan actividades de prestación de servicios o producción de bienes susceptibles de contraprestación económica y aunque en general se rigen por el Derecho Privado, les resulta aplicable el régimen del Derecho Público en relación con el ejercicio de potestades públicas y con determinados aspectos de su funcionamiento. Se someten al régimen contable privado y su presupuesto no es limitativo, ni sus cuentas deben rendirse formando parte de la Cuenta General de la entidad principal de la que dependen.

Sociedad Mercantil Local, cuyo capital social sea de titularidad pública. Se rigen por el Derecho Privado, sin presupuesto limitativo y están sometidos al Plan General de Contabilidad del Sector Privado. Sus cuentas se integran en la Cuenta General de la entidad principal y se rinden conjuntamente.

ASPECTOS COMUNES DE LOS ORGANISMOS AUTÓNOMOS (OOAA) Y LAS ENTIDADES PÚBLICAS EMPRESARIALES (EPE)

- Personalidad Jurídica Pública diferenciada de la Entidad Local:
  - Patrimonio propio.
  - Tesorería.
  - Autonomía de gestión.
- Competencias administrativas necesarias para el cumplimiento de sus fines, según establezcan sus Estatutos (salvo potestad expropiatoria).
- Idéntico modo de:
  - Creación.
  - Modificación.
  - Refundición.
  - Supresión.

Adoptado por acuerdo del Pleno de la Corporación Local correspondiente. Este aspecto, es de aplicación obligatoria a todas las Corporaciones Locales, incluidos los municipios de "gran población".

- Carácter de Administración Instrumental.
  - La Corporación Local de la que depende el OOAA ó la EPE fija el servicio que se les encomienda.
  - No lo establece el propio OOAA ó EPE.
- Similar Régimen Jurídico.

Tanto los OOAA como las EPE, coinciden en varios aspectos (art. 85 bis LRBRL).

Entre otros:

- Máximo Órgano de Dirección.
  Funcionario de carrera o laboral de las Administraciones Públicas o un profesional del Sector Privado con más de cinco años de ejercicio profesional. Titulados Superiores en ambos casos.
- Órgano Colegiado:
  Consejo Rector en los OOAA.
  Consejo de Administración en las EPE.
- Condiciones Retributivas.

Aprobadas por el Pleno de la Corporación Local o la Junta de Gobierno correspondiente.

- Sometimiento a Controles por la Administración Local dependiente:
  - Evolución Gastos Personal y Gestión RR.HH.
  - Inventario de bienes y derechos.
  - Contratación que supere el importe que fije el área de la que dependan.
  - Control de eficacia ejercido por el Área de la que dependan.

Los controles relacionados son de aplicación autónoma y paralela a los esta-

blecidos en el art. 213 del Texto Refundido de la *Ley Reguladora de las Haciendas Locales*.

- Estatutos:

Deberán reflejar diversos aspectos de carácter obligatorio (apartados 2 y 3 art. 85 bis LRBRL).

ASPECTOS DIFERENTES ENTRE ORGANISMOS AUTÓNOMOS (OOAA) Y ENTIDADES PÚBLICAS EMPRESARIALES (EPE)

- Actividades:

Administrativas (sometimiento pleno al Derecho Administrativo).

- Régimen Jurídico:
  - Personal:

Funcionario o laboral en los mismos términos que los del personal de la Administración de la que depende.

- Financiación:
  - Consignaciones específicas asignadas en el Presupuesto de la Corporación.
  - Transferencias corrientes o de capital que procedan de la Corporación de la que dependan.
  - Otros recursos.

ENTIDAD PÚBLICA EMPRESARIAL (EPE)

- Actividades:

Prestación de servicios o producción de bienes susceptibles de contraprestación económica y regida, en general, por el Derecho Privado.

Solo se les aplicará el Derecho Público en el ejercicio de potestades y en concretos aspectos de su funcionamiento.

Podrá percibir una contraprestación por la gestión del servicio o actividad que realice.

- Régimen Jurídico:
  - Personal:

Se rige por el Derecho Laboral.

- Financiación:

Recursos de sus operaciones y con los valores y bienes que constituyen su patrimonio, (rentas y productos derivados de éste).

- Dependencia:

Las EPE pueden depender de la Corporación Local u Organismo Autónomo (en este caso, se produce la existencia de un organismo interpuesto en su relación con la Administración Corporativa).

- Funciones:

Las EPE pueden tener asignadas funciones de dirección y coordinación a otros entes de la misma o distinta naturaleza.

OTROS ASPECTOS DESTACADOS DE LA LEY 27/2013, DE 27 DE DICIEMBRE, DE RACIONALIZACIÓN Y SOSTENIBILIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN LOCAL

Nos detendremos, debido a su relevancia, en las modificaciones que realiza la *Ley 27/2013, en las Disposiciones Adicionales Novena y Duodécima de la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local.*

Disposición Adicional Novena. "Redimensionamiento del Sector Público Local".

Se establece la prohibición a las Entidades Locales a que se refiere el artículo 3.1 de la LRBRL o a sus organismos autónomos, de *"adquirir, constituir ó participar en la constitución directa o indirecta de nuevos organismos, entidades, sociedades, consorcios, fundaciones, unidades y demás entes, durante el tiempo de vigencia de su plan económico-financiero o de su plan de ajuste"*. Tampoco se podrán hacer ampliaciones de capital.

Entes dependientes de primer nivel:

Reequilibrio o disolución:

Desequilibrio:

Entidades de las Administraciones Públicas, que requieran necesidad de financiación.

Acciones:

En el plazo de dos meses: Presentación de un Plan de Corrección, informado por el Interventor.

- 31 de Diciembre de 2014:

Corrección del desequilibrio o disolución de la Entidad.

- 1 de Diciembre de 2015:

Disolución automática de la Entidad, si no se adoptan acuerdos.

Singularidades:

Sólo son posibles aportaciones de la Entidad Local, si cumple los requisitos de:

- Estabilidad.
- Deuda.
- Plazo de Pago.

Los Sectores Troncales: agua, residuos y transporte de viajeros. Tendrán un año más de plazo para sanearse.

Entes dependientes de segundo nivel:

Si se encuentran en estado de equilibrio, siguen vigentes y en funcionamiento.

Prohibición para los Entes de primer nivel de:

Constituir, participar o adquirir entes de segundo nivel.

- 31 de Diciembre de 2013:

Entes de segundo nivel que dependen de un Ente de primer nivel que **no se encuentra en situación de equilibrio:**

Acciones:

En el plazo de tres meses:

- Control Exclusivo:
  - Subir de nivel (adscribirlos al Ayuntamiento u Organismo Autónomo).
  - Disolverlos y liquidarlos en el plazo de tres meses.
  - Si no se hace, disolución automática a los seis meses.
- Control No Exclusivo:
  - Transmisión de las participaciones.

Singularidades:

Los Sectores Troncales: agua, residuos y transporte de viajeros. Tendrán un año más de plazo para sanearse.

Disposición Adicional Duodécima. "Retribuciones en los contratos mercantiles y de alta dirección del sector público local y número máximo de miembros de los órganos de gobierno".

Al Pleno de la Corporación Local corresponde "la clasificación de las entidades vinculadas o dependientes de la misma que integren el sector público local, en tres grupos, atendiendo a sus características".

- Los tres grupos se establecerán en función de:
  - Volumen o cifra de negocio.
  - Número de trabajadores.
  - Financiación pública.
  - Volumen de inversión.
  - Características del sector de actividad.

Dicha clasificación se hará fijando el número máximo de miembros del Consejo de Administración y de los órganos de gobierno o administración de las entidades locales:

Grupos	Número Máx. Miembros Consejo Administración
1	15
2	12
3	9

Retribución del Personal de Alta Dirección:

- Retribución Básica
  - En función del grupo.
  - Tiene carácter de mínimo obligatorio.
- Retribución Complementaria
  - Complemento de puesto (similar al complemento específico).
  - Complemento variable, según objetivos.

Publicidad:

"Las Entidades incluidas en el sector público local difundirán a través de su página web la composición de sus órganos de administración, gestión, dirección y control, incluyendo los datos y características profesionales de sus miembros", así como las retribuciones de los mismos *"se recogerán anualmente en la memoria de actividades de la entidad"*.

Plazo de Adaptación:

- Dos meses para los Contratos de Alta Dirección.
- Tres meses desde la comunicación de la clasificación, para proceder a la adaptación de Estatutos Sociales.

Extinción de los Contratos:

"La extinción de los contratos no generará derecho alguno a integrarse en la estructura de la Administración Local de la que dependa la entidad (...) fuera de los sistemas ordinarios de acceso".

LA CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS. LA GESTIÓN INDIRECTA. CONTRATO A LARGO PLAZO

En este punto, vamos a tratar de realizar una aproximación a la gestión indirecta del sector público, a través de los distintos contratos previstos en el *capítulo II del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público -en adelante TRLCSP- BOE, (2011)*. R.D. legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, BOE del 16 de noviembre, nº276.

Asimismo, nos referiremos a los diferentes procedimientos de contratación previstos en el TRLCSP. Por último, analizaremos los aspectos más relevantes de los pliegos de condiciones para la contratación de servicios de Gestión de Residuos.

a. Contratos del Sector Público (art.5)

En la sección 1ª Delimitación de los tipos contractuales -artículo 5 a 12- del TRLCSP aparecen recogidos los diferentes contratos del sector público: contrato de obras; contrato de concesión de obras públicas; contrato de gestión de servicios públicos; contrato de suministro; contrato de servicios; contrato de colaboración entre el sector público y el privado y contratos mixtos.

b. Contrato de Obras (art.6)

Aquellos que tienen por objeto la realización de una obra o la ejecución de alguno de los trabajos enumerados en el Anexo I del TRLCSP que responda a las necesidades especificadas por la entidad contratante. Además, el contrato podrá comprender, en su caso, la redacción del correspondiente proyecto.

Por "obra" se entenderá el resultado de un conjunto de trabajo de construcción o de ingeniería civil, destinado a cumplir por sí mismo una función económica o técnica, que tenga por objeto un bien inmueble.

c. Contrato de concesión de Obras Públicas (art. 7)

Tiene por objeto la realización por el concesionario de algunas de las prestaciones relativas al contrato de obras, incluidas las de restauración y reparación de construcciones existentes, así como la conservación y mantenimiento de los elementos construidos, y en el que la contraprestación consiste, o bien únicamente en el derecho a explotar la obra, o bien en dicho derecho acompañado del de percibir un precio.

Asimismo, podrá prever que el concesionario esté obligado a proyectar, ejecutar, conservar, reponer y reparar aquellas obras que sean accesorias o estén vinculadas con la principal y que sean accesorias o estén vinculadas con la principal y que sean necesarias para que ésta cumpla la finalidad determinante de su construcción y que permitan su mejor funcionamiento y explotación.

d. Contrato de Gestión de Servicios Públicos (art.8)

Es aquel en cuya virtud una Administración Pública o una Mutua de Accidentes de trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social, encomienda a una persona, natural o jurídica, la gestión de un servicio cuya prestación ha sido asumida como propia de su competencia por la Administración o Mutua encomendante.

e. Contrato de suministros (art. 9)

Tienen por objeto la adquisición, el arrendamiento financiero, o el arrendamiento, con o sin opción de compra de productos o bienes muebles. También tienen la consideración de contratos de suministros, los que tengan por objeto la adquisición y el arrendamiento de equipos y sistemas de telecomunicaciones o para el tratamiento de la información, sus dispositivos y programas, y la cesión del derecho de uso de estos últimos.

f. Contrato de servicios (art. 10)

Son aquellos cuyo objeto son prestaciones de hacer consistentes en el desarrollo de una actividad o dirigidas a la obtención de un resultado distinto de una obra o un suministro. A efectos de aplicación de esta ley, los contratos de servicios se dividen en las categorías enumeradas en el Anexo II del TRLCSP.

g. Contrato de colaboración entre el sector público y el sector privado. (art. 11)

Son aquellos en los que una Administración Pública o una Entidad Pública Empresarial u organismo similar de las Comunidades Autónomas encarga a una entidad de derecho privado, por un período determinado en función de la duración de la amortización de las inversiones o de las fórmulas de financiación que se prevean, la realización de una actuación global e integrada que, además de la financiación de inversiones inmateriales, de obras o de suministros necesarios para el cumplimiento de determinados objetivos de servicio público o relacionadas con actuaciones de interés general, comprenda alguna de las siguientes prestaciones:

- **a.** La construcción, instalación o transformación de obras, equipos, sistemas y productos o bienes complejos, así como su mantenimiento, actualización o renovación, su explotación o su gestión.
- **b.** La gestión integral del mantenimiento de instalaciones complejas.
- **c.** La fabricación de bienes y la prestación de servicios que incorporen tecnología específicamente desarrollada con el propósito de aportar soluciones más avanzadas y económicamente más ventajosas que las existentes en el mercado.
- **d.** Otras prestaciones de servicios ligadas al desarrollo por la Administración del servicio público o actuación de interés general que le haya sido encomendado.

Solo podrán celebrase contratos de colaboración entre el sector público y el sector privado cuando previamente se haya puesto de manifiesto, en la forma prevista en el artículo 134 TRLCSP, que otras fórmulas alternativas de contratación no permiten la satisfacción de las finalidades públicas.

h. Contratos mixtos (art. 12)

Cuando un contrato contenga prestaciones correspondientes a otro u otros de distinta clase se atenderá en todo caso, para la determinación de las normas que deban observarse en su adjudicación, al carácter de la prestación que tenga más importancia desde el punto de vista económico.

Período Duración Máxima diferentes Contratos

CONTRATOS	ARTÍCULO TRLCSP	DURACIÓN (Observaciones)
Obras y suministros	23	
Concesión de obras públicas	268	40 años
		75 años en obras hidráulicas
Servicios	303	4 años
		2 años con posibilidad prórroga
Gestión de servicios públicos	278	50 años con ejecución de obras
		60 años con ejecución de obras en mercados mayoristas
		25 años de explotación pública diferente a los Sanitarios
		10 años de explotación de servicios públicos sanitarios sin obras
Contrato de colaboración público-privada	314	20 años
		40 años en contratos asimilados a los de concesión de obras públicas

Fuente: elaboración propia

PROCEDIMIENTOS DE CONTRATACIÓN

Libro III. Selección del contratista y adjudicación de los contratos.

Título I. Adjudicación de los contratos.

CAPÍTULO I. Adjudicación de los contratos de las Administraciones Públicas.

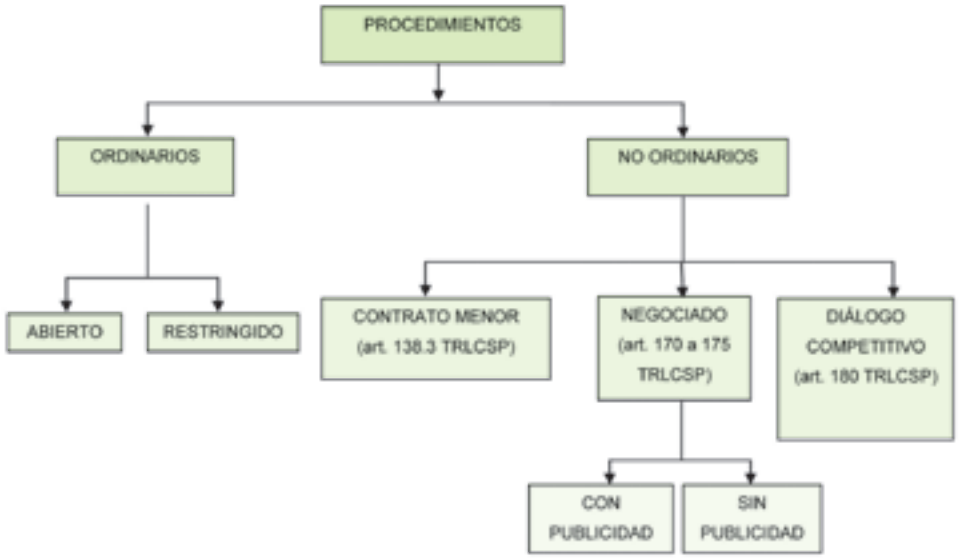
- Sección 1ª Normas generales.
- Subsección 1ª. Disposiciones directivas.

El **art. 138 del TRLCSP recoge el Procedimiento de Adjudicación.**

Los contratos que celebren las Administraciones Públicas se adjudicarán con arreglo a las normas del presente Capítulo.

La adjudicación se realizará, ordinariamente, utilizando el procedimiento abierto o el procedimiento restringido. En los supuestos enumerados en los artículos 170 a 175, podrá seguirse el procedimiento negociado, y en los casos previstos en el art. 180 podrá recurrirse al diálogo competitivo.

Procedimientos de contratación (art. 138 TRLCSP)



Fuente: elaboración propia

Sucintamente, vamos a hacer referencia y a definir cada uno de los procedimientos de contratación.

a. ORDINARIOS.

1. Abierto:

Todo empresario puede presentar proposiciones. Está excluida toda negociación.

Su regulación se recoge en los siguientes artículos:

Art. 138. Procedimiento de adjudicación.

Art. 142. Convocatoria de licitaciones.

Art. 159. Plazo para la presentación de proposiciones.

Art. 160. Examen de las proposiciones y propuestas de adjudicación.

Art. 161. Adjudicación.

Art. 112. Tramitación urgente del expediente.

2. Restringido:

Solo podrán presentar proposiciones aquellos empresarios que lo soliciten y sean seleccionados en atención a su solvencia.

Previamente, deberán haberse establecido criterios de objetivos (y no discriminatorios) de solvencia de entre los señalados en los artículos 75 a 79 con arreglo a los que se seleccionarán a los candidatos a los que se invitará.

Se señalara el número mínimo de candidatos (no inferior a 5) y se podrá fijar el número máximo.

Estos aspectos se indicarán en el anuncio de licitación.

Su regulación se recoge en la Sección 3ª. Procedimiento restringido. Capítulo I:

Art. 138. Procedimiento de adjudicación.

Art. 142. Convocatoria de licitaciones.

Art. 162. Caracterización.

Art. 163. Criterios para la selección de candidatos.

Art. 164. Solicitudes de participación.

b. NO ORDINARIOS.

1. Contrato Menor (art. 138.3):

Los contratos menores podrán adjudicarse directamente a cualquier empresario con capacidad de obrar y que cuente con la habilitación profesional necesaria para realizar la prestación, cumpliendo con las normas establecidas en el art. 111. Se consideran contratos menores los contratos de importe inferior a 50.000 euros, cuando se trate de contratos de obras, o a 18.000 euros, cuando se trate de otros contratos, sin perjuicio de lo dispuesto en el art. 206 del TRLCSP en relación con las obras, servicios y suministros centralizados en el ámbito estatal.

2. Negociado (art. 169):

Recaerá en el licitador justificadamente elegido tras efectuar consultas con diversos candidatos y negociar las condiciones del contrato con uno o varios de ellos.

El procedimiento negociado será objeto de publicidad previa en los casos previstos en el artículo 177, en los que será posible la presentación de ofertas en concurrencia por cualquier empresario interesado. En los restantes supuestos, no será necesario dar publicidad al procedimiento, asegurándose la concurrencia mediante el cumplimiento de lo previsto en el art. 178.1.

Los contratos que celebren las Administraciones Públicas podrán adjudicarse mediante procedimiento negociado, en los siguientes casos:

3. Supuestos Generales (art. 170):

a) Cuando las proposiciones u ofertas económicas, en procedimientos abiertos, restringidos o de diálogo competitivo seguido previamente sean:

- Irregulares.
- Inaceptables, por carecer de aptitud los empresarios.
- Por incumplimiento en las obligaciones legales relativas a la fiscalidad, protección del medio ambiente y condiciones de trabajo a que se refiere el art. 119.
- Por infringir las condiciones para la presentación de variantes o mejoras.

b) En casos excepcionales, cuando se trate de contratos, en los que por razón de sus características o de los riesgos que entrañen no pueda determinarse previamente el precio global.

c) Cuando, tras haberse seguido un procedimiento abierto o restringido, no se haya presentado ninguna oferta o candidatura, o las ofertas presentadas no sean adecuadas.

d) Cuando, por razones técnicas o artísticas o por motivos relacionados con la protección de derechos de exclusiva el contrato sólo pueda encomendarse a un empresario determinado.

e) Cuando una imperiosa urgencia, resultante de acontecimientos imprevisibles para el órgano de contratación y no imputables al mismo, demande una pronta ejecución del contrato que no puede lograrse mediante la aplicación de la tramitación de urgencia regulada en el art. 112.

f) Cuando el contrato haya sido declarado secreto o reservado.

Asimismo, los contratos de las Administraciones Públicas, podrán adjudicarse por procedimiento negociado, cuando se den las siguientes particularidades:

- Contrato de Obras: supuesto art. 171 TRCLSP.
- Contrato de Gestión de Servicios Públicos: supuestos art. 172 TRLCSP.
- Contrato de Suministro: supuestos art. 173 TRLCSP.
- Contrato de Servicios: supuestos art. 174 TRLCSP.
- Otros Contratos: cuando su valor estimado sea inferior a 100.000 € (art. 175 TRLCSP).

La tramitación del procedimiento negociado aparece regulada en la subsección 2ª:

Delimitación de la materia objeto de negociación (art. 176 TRLCSP).

Anuncio de licitación y prestación de solicitudes de participación (art. 177 TRLCSP).

Negociación de los términos del contrato (art. 178 TRLCSP).

SECCIÓN 5ª

a. Diálogo Competitivo (art. 179 TRLCSP)

El órgano de contratación dirige un diálogo con los candidatos seleccionados, previa solicitud de los mismos, a fin de desarrollar una o varias soluciones susceptibles de satisfacer sus necesidades y que servirán de base para que los candidatos elegidos presenten una oferta.

c. Supuestos de aplicación (art. 180 TRLCSP)

1. En contratos particularmente complejos, cuando el órgano de contratación considere que el uso del procedimiento abierto o el del restringido no permite una adecuada adjudicación.

2. Se considera particularmente complejo un contrato cuando el órgano de contratación no se encuentre objetivamente capacitado para definir los medios técnicos aptos para satisfacer sus necesidades u objetivos para determinar la cobertura jurídica o financiera de un proyecto.

3. Los contratos de colaboración entre el sector público y el sector privado a que se refiera el art. 11 TRLCSP se adjudicarán por este procedimiento, sin perjuicio de que pueda seguirse el procedimiento negociado con publicidad en el caso previsto en el artículo 170. a) TRLCSP.

- Apertura del procedimiento y solicitudes de participación (art. 181).
- Diálogo con los candidatos (art. 182).
- Presentación y examen de las ofertas (art. 183).

En la subsección 2ª, se regula la Publicidad de las Licitaciones.
Anuncio previo (art. 141).
Convocatoria de licitaciones (art. 142).

PLIEGOS DE CONDICIONES PARA LA CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y/O LIMPIEZA VIARIA

En los últimos años, numerosas entidades locales han aprobado pliegos de condiciones, en los que la valoración del servicio se ha centrado en unos criterios o índices de calidad, de cuyo cumplimiento puede llegar a depender incluso el precio final a percibir por el adjudicatario, dejándole un amplio margen de discrecionalidad para decidir los medios que ha de aportar al servicio y la forma de su organización.

Esta tendencia rompe con las prescripciones técnicas tradicionales que acostumbran a regular con sumo grado de detalle y precisión las exigencias de aportación de material y personal por parte del licitador y las características mínimas que habrán de respetarse en la prestación del servicio (frecuencias mínimas, horarios, fracciones a recoger, etc.).

Habitualmente, este tipo de pliegos suelen abarcar tanto el servicio de recogida de residuos como el de limpieza viaria, puesto que guardan gran interrelación y que, de hecho, suelen ser objeto de adjudicación conjunta.

Según el pliego tipo de prescripciones técnicas de recogida de residuos sobre gestión de residuos de competencia local, elaborado por la FEMP, los tres aspectos fundamentales que ha de recoger en la actualidad cualquier pliego de prescripciones son:

- Integración con la Ordenanza Municipal.
- Prestación de servicios en base a resultados.
- Sistema de control del servicio.

A continuación, y tomando como referencia el Modelo de Pliego de Prescripciones Técnicas de Recogida de Residuos elaborados por la FEMP, vamos a

analizar de manera práctica aquellos aspectos esenciales que como mínimo ha de recoger este tipo de documentos.

PLIEGO DE CONDICIONES ADMINISTRATIVAS PARTICULARES

Según lo previsto, en el art. 66 y siguientes del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aún en vigor, en el momento de elaborar los pliegos para la adjudicación de un contrato concreto, determinadas cláusulas deberán hacerse constar, en el pliego de Condiciones Administrativas Particulares, BOE (2001), nº 257.

Así, será objeto esencial de regulación en este pliego de condiciones administrativas particulares:

Régimen Jurídico. Habitualmente, los servicios objeto de este contrato (gestión de residuos y limpieza viaria) se prestarán por gestión indirecta, bajo la modalidad de concesión de servicio público (art. 277 a) TRLCSP).

El contrato se suele adjudicar por procedimiento abierto, bajo la modalidad de varios criterios de adjudicación.

Plazo de Duración. El contrato de gestión de servicios públicos no podrá tener carácter perpetuo o indefinido, debiendo fijarse en el pliego de cláusulas Administrativas Particulares su duración y la de las prórrogas de que pueda ser objeto, sin que el plazo total de duración incluidas las prórrogas, pueda exceder de 50 años, en los contratos que comprendan la ejecución de la obra y la explotación del servicio, o de 25 años, en los contratos que sólo comprendan la explotación del servicio (art. 278 TRLCSP).

La duración de los contratos deberá establecerse teniendo en cuenta la naturaleza de las prestaciones, las características de su financiación y la necesidad de someter periódicamente a concurrencia la realización de las mismas (art. 23 TRLCSP).

Valor Estimado y Precio del Contrato. Para el cálculo del valor estimado de los contratos no deberá incluirse el IVA, pero deberán tenerse en cuenta cualquier fórmula de opción eventual, las posibles prórrogas y las modificaciones previstas en los pliegos (art. 88 TRLCSP).

El valor estimado se desglosa para cada servicio del siguiente modo:

- Recogida de residuos.
  - Costes variables.
  - Costes fijos.
  - Gastos generales.
  - Beneficio industrial.
  - IVA.

- Limpieza viaria.
  - Costes variables.
  - Costes fijos.
  - Gastos generales.
  - Beneficio industrial.
  - IVA.

El importe es el resultado de multiplicar un valor estimado máximo anual de X €, IVA excluido, por X años de duración del contrato.

Precios Unitarios. Los Licitadores en sus proposiciones económicas deberán detallar los precios unitarios de cada servicio (recogida de residuos y limpieza viaria).

En el servicio de recogida de residuos, el precio unitario se expresará en euros/toneladas de residuos recogidos y transportados al centro de tratamiento por cada flujo de residuos. Se establecen como precios unitarios máximos los siguientes por cada flujo de residuos:

- X euros / toneladas recogida de fracción X.

Asimismo, pueden establecerse otros criterios de pago (contenedores instalados, papeleras, etc.).

En el servicio de limpieza viaria, el precio unitario se expresará en euros por cada X metros cuadrados de superficie de la vía pública limpiada. Se establece como precio máximo de cada servicio de limpieza, objeto de este contrato:

- X euros / X metros cuadrados de superficie de vía pública limpiada por el servicio de barrido.
- X euros / X metros cuadrados de superficie de vía pública limpiada por el servicio de baldeo.

Es aconsejable exigir un grado de detalle en el desglose a efectos de posteriores revisiones de precios o modificaciones.

Régimen de Pagos. El precio anual del contrato se abonará en certificaciones mensuales (a mes vencido) cuyo importe será el resultado de la multiplicación de los precios unitarios ofertados por las toneladas de residuos recogidos o de la superficie de vías públicas limpiadas en cada caso.

Se podrá establecer un porcentaje máximo de detracción, como consecuencia de aplicar los índices de calidad que se fijara en X%.

De las referidas certificaciones se descontarán, en su caso, el importe de las penalizaciones que le hayan sido impuestas al concesionario.

Los contratos, cuando su naturaleza y objeto lo permitan, podrán incluir cláusulas de variación de precios en función del cumplimiento de determina-

dos objetivos de plazos o de rendimiento, así como penalizaciones por incumplimiento de cláusulas contractuales, debiendo determinar con precisión los supuestos en que se producirán estas variaciones y las reglas para su determinación (art. 87.4 TRLCSP).

Revisión de Precios. En los contratos de gestión de servicios públicos, la revisión de precios podrá tener lugar una vez transcurrido el primer año desde la formalización del contrato, sin que sea necesario haber ejecutado el 20% de la prestación (art. 89.1 TRLCSP).

El índice de referencia aplicable al objeto de este pliego para llevar a cabo la revisión de precios, cuando esta proceda, será el Índice de Precios al Consumo (IPC).

No obstante, podrían adaptarse otras fórmulas para el cálculo de la revisión de precios (art. 90 TRLCSP).

El índice de revisión será invariable durante la vigencia del contrato y determinará la revisión de precios en cada fecha.

Solvencia Económica y Financiera del Licitador. El Licitador deberá acreditar la solvencia económica necesaria, mediante:

a) Declaraciones apropiadas de entidades financieras o, en su caso, justificante de la existencia de un seguro de indemnización por riesgos profesionales.

b) Cuentas anuales presentadas en el Registro Mercantil o en el Registro Oficial que corresponda.

c) Declaración sobre el volumen global de los negocios y, en su caso, sobre el volumen de negocios en el ámbito de actividades correspondientes al objeto del contrato, referido a los tres últimos ejercicios disponibles en función de la fecha de creación o de inicio de las actividades de la empresa.

Solvencia Técnica o Profesional del Licitador. La Solvencia Técnica o Profesional de Licitador (art. 78 TRLCSP) deberá acreditarse por los siguientes medios:

- Relación de los principales servicios o trabajos realizados por el Licitador en los últimos 3 años, cuyo objeto sea el mismo o similar al del presente contrato. La solvencia del Licitador se entenderá acreditada:
  - **a.** Haber realizado al menos X contratos de recogida de residuos y por importe superior a X euros en los últimos 3 años.
  - **b.** Haber realizado al menos X contratos de limpieza de vías públicas y por un importe de adjudicación superior a X euros en los últimos 3 años.
- Descripción del personal técnico o de las unidades técnicas, integradas o no en la empresa, participantes en el contrato.

- Descripción de las instalaciones técnicas con que cuente la empresa y una declaración de la maquinaria, material, equipo técnico…
- Declaración sobre la plantilla media anual de la empresa y la importancia de su personal directivo, durante los 3 últimos años.

La Entidad Local podrá elegir, de entre los medios relacionados los que más se ajusten a las necesidades del contrato. Asimismo, podrían exigirse certificados acreditativos de la implantación de sistemas de calidad o de sistemas de gestión medioambiental (art. 80 y 81 TRLCSP).

Modificación del Contrato y del Servicio. Una vez perfeccionado el contrato, solo podrán introducirse modificaciones en el mismo en las condiciones y con los requisitos establecidos en los art.105, 106, 107, 108, 219 y 306 TRLCSP.

Las posibles modificaciones que se produzcan darán lugar al reequilibrio económico del contrato en caso de afectación, según lo establecido en el art. 282 TRLCSP.

Las condiciones indispensables para que se pueda modificar el contrato son:

- Que tengan origen en razones de interés público o en causas imprevistas, o en razones de mejora en la efectividad del servicio, según se establece en el artículo 106 TRLCSP.

Las modificaciones no podrán superar nunca el 10% del precio anual de adjudicación del contrato.

- Supuestos de modificación del Contrato (art. 106):
  - **a.** Ampliación de las áreas de recogida de residuos y/o limpieza viaria.
  - **b.** Incremento o disminución de los medios técnicos y/o modificación de su ubicación.
  - **c.** Incremento o disminución de la generación de residuos o establecimiento o reducción de fracciones de recogida de residuos, que implique un aumento o disminución de la recogida.
  - **d.** Incorporación de nuevos sistemas de recogida de residuos y/o limpieza viaria.
  - **e.** Incremento o reducción del número de instalaciones fijas disponibles para la prestación de los servicios de recogida de residuos y/o limpieza viaria.
  - **f.** Variación de la frecuencia de prestación de los servicios de recogida de residuos y/o limpieza viaria.
  - **g.** Incorporación de nuevas tecnologías de información y gestión de datos.

Las modificaciones se tramitarán en procedimiento contradictorio (art. 211 TRLCSP).

Criterios de Adjudicación del Contrato. La concreción y ponderación de los criterios de adjudicación deberá hacerse en cada caso, atendiendo al objeto del contrato, a las necesidades de la entidad contratante, a la posible valoración de aspectos medioambientales, etc., según lo previsto en el art. 150 del TRLCSP.

Con carácter general, se dará preponderancia a aquellos criterios que hagan referencia a características del objeto del contrato que puedan valorarse mediante cifras o porcentajes obtenidos a través de la mera aplicación de fórmulas establecidas en los pliegos, conforme a lo establecido en el art. 150.2 TRLCSP.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE RECOGIDA DE RESIDUOS Y/O LIMPIEZA VIARIA

Brevemente, vamos a relacionar el contenido mínimo esencial que ha de recoger un Pliego de Prescripciones Técnicas de Recogida de Residuos y/o Limpieza Viaria.

1. Objeto del contrato.
2. Ámbito territorial.
3. Servicio a prestar.
4. Obligaciones generales del concesionario, entre otras:
- Prestar el servicio.
  - A su riesgo y ventura.
  - Observación de la calidad exigida.
  - Ciudadanos, beneficiarios del servicio.
  - No interrumpir la prestación del Servicio, bajo ningún concepto.
  - Dar conocimiento a la Entidad Local sobre cualquier anomalía.
  - Cumplir la legislación de protección de datos de carácter personal.
  - Mantener una contabilidad independiente y separada propia y diferenciada para el servicio de recogida de residuos y limpieza viaria.

5. Prescripciones Técnicas del Servicio de Gestión de Residuos Municipales.
5.1. Gestión ordinaria de residuos (domiciliaria y comercial).
5.1.1. Prestaciones.
- Contenerización.
- Recogida separada distintas fracciones.
- Transporte.
- Disponibilidad instalaciones de recogida y almacenamiento.

5.1.2. Contenerización.
- Adecuación de los medios de recogida actuales.
- Recipientes y elementos actuales.
- Ubicación.
- Reposiciones y ampliaciones.
- Limpieza y mantenimiento.

5.1.3. Recogida separada de las distintas fracciones (ordinaria y especial).
- Dotación personal.
- Vehículos.
- Frecuencia y turnos.
- Forma, recogida total de residuos:
  - Menor tiempo posible.
  - Menores molestias.
  - Condiciones higiénicas.
  - Eficiencia.
  - Contenedores vacíos: cerrados, tapados y bien ubicados…

5.1.4. Transporte.
- Ubicación: Centros de transferencia/valorización específica para cada fracción.
- Condicionantes.
  - Adaptación de los vehículos.
  - Residuos pesados en básculas.

5.2. Prestaciones especiales de recogida y transporte de residuos.
Categorías:
- Recogida de residuos comerciales no peligrosos y residuos domésticos de origen industrial o comercial.
- Recogida de residuos en centros sanitarios.
- Recogida de animales muertos domésticos.
- Recogida de residuos domésticos voluminosos.
- Recogida de restos de poda y jardinería.
- Recogida de residuos que ordena la Entidad Local.
- Recogida de residuos en acontecimientos y eventos.
- Recogida de aceites vegetales cuando no haya contenedor.
- Recogida de residuos y saneamiento de viviendas y locales particulares.
- Atención al usuario / Entidad Local.

5.3. Punto Limpio. Los ciudadanos podrán depositar en el mismo, los siguientes:
- Envases ligeros.
- Vidrio.
- Papel/cartón.
- Aceites vegetales usados de origen doméstico.
- Ropa y zapatos usados.
- Pilas y baterías.
- Residuos domésticos voluminosos.
- Residuos de construcción y demolición procedentes de obras menores.
- Residuos aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs).
- Podas y otros residuos de jardinería.
- Radiografías.
- Cristales.
- Sprays.
- Envases a presión.
- Otros.

5.4. Consideraciones Generales sobre la Prestación del Servicio.

5.4.1. Medios aportados por el concesionario y por el ente local.

a. Concesionario.
- Descripción de los medios a aportar.
  - Material.
  - Maquinaria.
- Obligaciones de mantenimiento: Nº suficiente de equipos de reserva.

b. Ente Local.
- Descripción de los medios aportados:
  - Maquinaria.
  - Herramientas.
  - Instalaciones y locales municipales.
- Obligaciones respecto a dichos medios.
- Conservación adecuada de la totalidad de los elementos que componen cada instalación: Limpieza.
  - Mantenimiento en buen estado de uso y conservación. Reposición deteriorada.
  - Adaptación a la normativa.

5.4.2. Personal mínimo.

5.4.3. Subrogación en el Personal existente adscrito al servicio (art. 120 TRLCSP).

5.4.4. Sistemas Informáticos.

5.4.5. Objetivos de calidad y eficiencia.

6. Prescripciones Técnicas del Servicio de Limpieza Viaria.

6.1. Descripción de los servicios a prestar.

6.1.1. Servicios Ordinarios de Limpieza:
- Obligación del concesionario de mantener las condiciones necesarias de limpieza y salubridad del espacio público.
- Operaciones Básicas del Servicio de Limpieza Viaria (carácter ordinario y permanente).
  - **a.** Barrido: manual, mecánico y/o mixto.
  - **b.** Baldeo: manual, mecánico y/o mixto.
  - **c.** Otros Servicios de Limpieza:
- Instalación, mantenimiento, limpieza y vaciado de papeleras.
- Limpieza de pequeñas zonas ajardinadas.
- Limpieza intensiva de aceras, calzadas, zonas peatonales.
- Limpieza en fin de semana y festivos.

6.1.2. Zonificación y frecuencias de los servicios ordinarios de limpieza.

6.1.3. Servicios especiales de limpieza:
- Limpiezas especiales con motivos de:
  - Fiestas.
  - Ferias.
  - Actos públicos de carácter estable.
  - Otros de similares características promovidos por el ente local.
- Retirada de carteles, pancartas y banderolas y/o limpieza de pintadas o grafitis.
- Atención al usuario/entidad local.

6.1.4. Servicios excepcionales de limpieza:
- Situaciones de emergencia o imprevistas.

6.2. Consideraciones Generales (similares a los descritos en el servicio de recogida de R.U.).

6.2.1. Medios aportados por el concesionario y el ente local.

a. Concesionario:
- Descripción de los medios a aportar.
- Obligaciones de mantenimiento.

b. Ente Local:
- Descripción de los medios a aportar.
- Obligaciones de mantenimiento.

6.2.2. Personal mínimo.

6.2.3. Subrogación en el personal existente adscrito al servicio (art. 120 TRLCSP).

6.2.4. Sistemas Informáticos.

6.2.5. Objetivos de calidad y eficiencia.

7. Organización General del Servicio, Responsable del Contrato y Relación con el Ayuntamiento.

- Máxima flexibilidad y adaptabilidad de los equipos humanos y materiales.
- Optimación de métodos, equipos y formación profesional.
- Menor impacto ambiental.
- Transmisión de información al Ayuntamiento.

La empresa licitadora deberá poner a disposición del Ayuntamiento, antes del comienzo efectivo de la prestación del servicio, los siguientes documentos y datos:

- Informe de situación inicial.
- Inventario inicial de equipos, material y vehículos.
- Protocolos de comunicación y actuación ante incidencias y emergencias.
- Plan de gestión y mantenimiento.

8. Seguridad y Salud.

El concesionario será responsable del cumplimiento de la normativa de higiene y seguridad en el trabajo, debiendo a su vez exigir el cumplimiento de dicha legislación a toda persona o empresa asignada al servicio.

El concesionario, antes del inicio del servicio, deberá contar con un Plan de Prevención de Riesgos Laborales.

9. Plazo de Comienzo de la Prestación de los Servicios.

Pueden preverse plazos específicos para otras tareas.

10. Inspección y Evaluación de la Calidad del Servicio.

Será ejercida por la Delegación Municipal correspondiente.

Fiscalidad y Financiación

Ricardo Luis Izquierdo Escribano.
Ayuntamiento de Fuenlabrada - FEMP.

- Financiación de los costes de la recogida y tratamiento de residuos 259
  - Marco legal 259
- Tributos 261
  - Estudio económico-financiero 263
  - Ordenanzas fiscales 264
- Otras vías de financiación: Convenios de colaboración. Venta de materiales 269
  - Convenios de colaboración 269
  - Venta de materiales 273
- Bibliografía 277

FINANCIACIÓN DE LOS COSTES DE LA RECOGIDA Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Una parte muy importante de los presupuestos municipales se destina a sufragar los gastos que se producen por la recogida y tratamiento de los residuos. No pretende esta documentación ser un manual de Hacienda Pública sino aportar conceptos básicos pero suficientes para ser aplicados en la actividad profesional.

MARCO LEGAL

La *Constitución Española de 1978* establece en su *Artículo 142*:

"Las Haciendas locales deberán disponer de los medios suficientes para el desempeño de las funciones que la ley atribuye a las Corporaciones respectivas y se nutrirán fundamentalmente de tributos propios y de participación en los del Estado y de las Comunidades Autónomas".

Por tanto, la financiación que debe obtener cada Ente Local se debe adecuar a sus competencias. La *Ley 27/2013, de 27 de diciembre, de racionalización y sostenibilidad de la Administración Local* ha modificado la *Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local* afectando a las competencias en materia de residuos.

"Ocho. El artículo 25 queda redactado como sigue:

2. *El Municipio ejercerá en todo caso como competencias propias, en los términos de la legislación del Estado y de las Comunidades Autónomas, en las siguientes materias:*

b. Medio ambiente urbano: en particular, parques y jardines públicos, gestión de los residuos sólidos urbanos y protección contra la contaminación acústica, lumínica y atmosférica en las zonas urbanas.

3. *Las competencias municipales en las materias enunciadas en este artículo se deter-*

minarán por Ley debiendo evaluar la conveniencia de la implantación de servicios locales conforme a los principios de descentralización, eficiencia, estabilidad y sostenibilidad financiera".

"Nueve. El artículo 26 queda redactado como sigue:

1. *Los Municipios deberán prestar, en todo caso, los servicios siguientes:*

a. *En todos los Municipios: alumbrado público, cementerio, recogida de residuos, limpieza viaria, abastecimiento domiciliario de agua potable, alcantarillado, acceso a los núcleos de población y pavimentación de las vías públicas.*

b. *En los Municipios con población superior a 5.000 habitantes, además: parque público, biblioteca pública y tratamiento de residuos.*

2. *En los municipios con población inferior a 20.000 habitantes será la Diputación provincial o entidad equivalente la que coordinará la prestación de los siguientes servicios:*

a. *Recogida y tratamiento de residuos.*

"Para coordinar la citada prestación de servicios la Diputación propondrá, con la conformidad de los municipios afectados, al Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas la forma de prestación directa por la Diputación o ….Cuando el municipio justifique ante la Diputación que puede prestar estos servicios con un coste efectivo menor que el derivado de la forma de gestión propuesta por la Diputación provincial o entidad equivalente, el municipio podrá asumir la prestación y coordinación de estos servicios si la Diputación lo considera acreditado."

La gestión de residuos que realizan actualmente municipios pequeños y medianos de forma individual o a través de Mancomunidades puede acabar en las Diputaciones Provinciales.

También el nuevo marco legal afectará a la financiación:

"Cuando la Diputación o entidad equivalente asuma la prestación de estos servicios repercutirá a los municipios el coste efectivo del servicio en función de su uso. Si estos servicios estuvieran financiados por tasas y asume su prestación la Diputación o entidad equivalente, será a ésta a quien vaya destinada la tasa para la financiación de los servicios".

Como más adelante se verá, las diferentes competencias y obligaciones de los entes locales sobre residuos definidos en la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados* condiciona la forma de financiación del gasto.

TRIBUTOS

Resumiendo el *Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo*, por el que se aprueba el texto refundido de la *Ley Reguladora de las Haciendas Locales (LRHL)* para ceñirnos a nuestro interés hay que destacar:

"Artículo 2. Enumeración de los recursos de las Entidades Locales.

1. *La hacienda de las Entidades Locales estará constituida por los siguientes recursos:*

a. *Los ingresos procedentes de su patrimonio y demás de derecho privado.*

b. *Los tributos propios clasificados en tasas, contribuciones especiales e impuestos y los recargos exigibles sobre los impuestos de las Comunidades Autónomas o de otras Entidades Locales.*

c. *Las participaciones en los tributos del Estado y de las Comunidades Autónomas.*

d. *Las subvenciones.*

e. *Los percibidos en concepto de precios públicos.*

f. *El producto de las operaciones de crédito.*

g. *El producto de las multas y sanciones en el ámbito de sus competencias.*

h. *Las demás prestaciones de derecho público."*

"Artículo 20. Hecho imponible.

1. *Las Entidades Locales,…podrán establecer tasas… por la prestación de servicios públicos…, afecten o beneficien de modo particular a los sujetos pasivos. En todo caso, tendrán la consideración de tasas las prestaciones patrimoniales que establezcan las entidades locales por:*

b. *La prestación de un servicio público o la realización de una actividad administrativa en régimen de derecho público de competencia local que se refiera, afecte*

o beneficie de modo particular al sujeto pasivo, cuando se produzca cualquiera de las circunstancias siguientes:

a. *Que no sean de solicitud o recepción voluntaria para los administrados. A estos efectos no se considerará voluntaria la solicitud o la recepción por parte de los administrados: Cuando venga impuesta por disposiciones legales o reglamentarias. Cuando los bienes, servicios o actividades requeridos sean imprescindibles para la vida privada o social del solicitante.*

4. *Conforme a lo previsto en el apartado 1 anterior, las entidades locales podrán establecer tasas por cualquier supuesto de prestación de servicios o de realización de actividades administrativas de competencia local, y en particular por los siguientes:*

s. *Recogida de residuos sólidos urbanos, tratamiento y eliminación de estos, monda de pozos negros y limpieza en calles particulares."*

¿Cuáles son los residuos sólidos urbanos a los que se refiere la LRHL?

El concepto residuo sólido urbano se ha modificado por la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados* que en el:

*"**Artículo 12. Competencias administrativas.***

5. *Corresponde a las Entidades Locales, o a las Diputaciones Forales cuando proceda:*

a. *Como servicio obligatorio, la recogida, el transporte y el tratamiento de los residuos domésticos generados en los hogares, comercios y servicios en la forma en que establezcan sus respectivas ordenanzas en el marco jurídico de lo establecido en esta Ley, de las que en su caso dicten las Comunidades Autónomas y de la normativa sectorial en materia de responsabilidad ampliada del productor.*

c. *Las Entidades Locales podrán:*

2.º *Gestionar los residuos comerciales no peligrosos y los residuos domésticos generados en las industrias en los términos que establezcan sus respectivas ordenanzas."*

Esta diferencia de obligatoriedad o no de la prestación del servicio es fundamental para establecer un tipo de tributo u otro por la aplicación de la *Ley 8/1989 de 23 de Abril de Tasas y Precios Públicos* que especifica las condiciones de ser una tasa y las condiciones de precio público, y cómo se regulan:

- **Tasas.** Son tributos que se pagan por utilizar para nuestro beneficio privado un bien público, porque la administración nos da un servicio público, o porque se realicen actividades en régimen de derecho público.
- En cambio, los **precios públicos** se pagan por servicios o actividades que también se realizan por parte del sector privado y cuya solicitud es voluntaria.

Como ejemplo la tasa paga la concesión de un vado que impide el aparcamiento frente el acceso a un garaje, o la recogida y tratamiento de residuos domiciliarios. En cambio es precio público por el uso de la piscina municipal o por la recogida y tratamiento de residuos industriales.

Las tasas deben cumplir el principio de equivalencia.

El *artículo 24.2-4 LRHL* señala lo siguiente:

2. *En general, y con arreglo a lo previsto en el párrafo siguiente, el importe de las tasas por la prestación de un servicio o por la realización de una actividad no podrá exceder, en su conjunto, del coste real o previsible del servicio o actividad de que se trate o, en su defecto, del valor de la prestación recibida.*

Además las tasas deben atender el principio de capacidad de pago de los sujetos pasivos. En cambio los precios públicos no tienen que estar adaptados a la capacidad de pago o al coste del servicio. La ley establece que deben ser como mínimo el coste del servicio (es decir, no pueden ser deficitarios posibilitando obtener beneficio por parte de la administración) aunque se admiten excepciones por motivos sociales, culturales, benéficos o de interés público siempre que se presupueste y se dispongan fondos para su financiación.

ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO

Para el establecimiento de la tasa o precio público se debe confeccionar una memoria estudio económico-financiero que calcule el coste real del servicio.

Hasta la aprobación de la *Orden HAP/2075/2014, de 6 de noviembre, por la que se establecen los criterios de cálculo del coste efectivo de los servicios prestados por las entidades locales*, no estaban claros los elementos que debían integrarla.

La STS de 19 de octubre de 1999 ha considerado que han de tenerse en cuenta *"los gastos de personal, de material y de conservación, cargas financieras y amortización de las instalaciones directamente afectadas no sufragadas por contribuciones especiales, así como el porcentaje de los gastos generales de administración que le sean atribuibles"*.

Dentro de los costes directos, si el servicio es prestado por el Ayuntamiento, deben figurar, entre otros, los costes de personal (retribuciones y cotizaciones a la seguridad social), el coste asociado a la utilización de vehículos (combustibles, seguros, amortizaciones, reparaciones, etc.), y otros gastos (entre ellos, gastos de tratamiento y eliminación, gastos financieros, alquileres, etc.). Entre los costes indirectos es necesario considerar la imputación de algunos gastos de personal y de otros gastos corrientes que asume el Ayuntamiento y que en general están vinculados a labores organizativas o administrativas del servicio. En la alternativa de prestación del servicio por concesión, los costes deben recoger los costes de la facturación de los contratistas más los gastos de gestión y control del propio Ayuntamiento o Ente Local. Sea la gestión directa o indirecta se deberá contemplar lo previsto en la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.*

*"**Artículo 11. Costes de la gestión de los residuos.***

3. *En la determinación de los costes de gestión de los residuos domésticos, y de los residuos comerciales gestionados por las Entidades Locales, deberá incluirse el coste real de las operaciones de recogida, transporte y tratamiento de los residuos,*

incluida la vigilancia de estas operaciones, y el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos."

La ausencia de estudio económico-financiero de la tasa o que este no sea correcto supone causa de nulidad tal y como cita la *Sentencia del Tribunal Supremo STS 3045/2011*. Las sentencias, entre otras, de 12 de marzo de 1997, 12 de marzo, 22 y 23 de mayo de 1998, y 6 de marzo de 1999 tienen declarado, en esencia, al respecto que *"el estudio económico financiero de referencia no puede merecer la calificación de mero requisito formal que deba preceder a la aprobación de una Ordenanza Fiscal y que, por tanto, es perfectamente subsanable, pues, por el contrario, se trata de un instrumento de principal importancia para la determinación directa de la cuantía de la deuda tributaria, corno resultado de la valoración de la relación costes globales e ingresos referentes a la prestación del servicio de que se trate, de modo que tal informe o elemento que coadyuva directamente a la determinación de la deuda tributaria está sometido al principio de reserva legal (artículos 10.a de la LGT y 31.3 de la Constitución,), y, por tanto, si falta en la Ordenanza, ha de convenirse que la misma carece de un elemento esencial determinante de su validez y no responde a los criterios legalmente establecidos para la cuantificación de la Tasa".*

"El informe - ausente en las presentes actuaciones- es pues la garantía del principio de equivalencia entre importe previsible de la tasa y coste previsible del servicio, y, por ello, su carácter esencial (ajeno a su virtualidad vinculante o no) es condición del contenido de la Ordenanza litigiosa, sin perjuicio de que no determine taxativamente los elementos del tributo (porque sólo establece los límites económicos que ha de respetar la imposición y la definición general de sus diferentes elementos), de modo que su inexistencia, propiamente dicha, provoca, fatalmente la nulidad de la Ordenanza".

ORDENANZAS FISCALES

El *Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo*, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales (LRHL) establece:

"Artículo 15. Ordenanzas fiscales.

1. ...las Entidades Locales deberán acordar la imposición y supresión de sus tributos propios, y aprobar las correspondientes ordenanzas fiscales reguladoras de estos."

"Artículo 16. Contenido de las ordenanzas fiscales.

1. Las ordenanzas fiscales a que se refiere el apartado 1 del artículo anterior contendrán, al menos:

- **a.** La determinación del hecho imponible, sujeto pasivo, responsables, exenciones, reducciones y bonificaciones, base imponible y liquidable, tipo de gravamen o cuota tributaria, período impositivo y devengo.
- **b.** Los regímenes de declaración y de ingreso.
- **c.** Las fechas de su aprobación y del comienzo de su aplicación."

Hecho imponible. Debe definirse cuál es la obligación del servicio a prestar en cuanto a la recepción, recogida y tratamiento de los residuos, especificando su composición y su origen (solo domiciliarios, domiciliarios y comerciales, con inclusión o no de los producidos por servicios o industrias, etc.).

Sujeto pasivo. Conjunto de personas físicas y jurídicas a las que se presta el servicio y por tanto deben asumir la correspondiente obligación tributaria. La definición del servicio que se relata en el hecho imponible es clave para establecer el sujeto pasivo pues el cobro a viviendas o locales sin habitar o actividad de forma permanente o periódica es foco de conflictos y demandas judiciales. Por lo ilustrativo se exponen dos casos:

1. **Los jueces dan la razón de nuevo al Ayuntamiento en la tasa de basuras** *(EFE - Madrid - 15/02/2010)*. El Tribunal Superior de Justicia alega que, pese a que no se utilice el servicio, debe ser abonado por los vecinos de la capital: *"El Tribunal Superior de Justicia de Madrid (TSJM) ha vuelto a declarar "ajustada a derecho" la tasa de basuras implantada por el Ayuntamiento de Madrid, al desestimar un recurso interpuesto por un vecino que alegaba que su inmueble no era utilizado y por lo tanto no generaba residuos y no debía pagar. Según ha informado hoy el TSJM, esta sentencia fue dictada el pasado 9 de febrero por la Sala de lo Contencioso-Administrativo y desestima el recurso interpuesto por un particular contra el acuerdo del Ayuntamiento de 22 de diciembre de 2008 por el que se aprobó la tasa, ya que la considera "ajustada a derecho". El demandante argumentaba que "no puede exigirse el abono de la tasa impugnada cuando se está ante inmuebles con un uso residencial que se encuentran desocupado de forma absoluta por circunstancias ajenas al propietario", ya que en su inmueble se llevaba a cabo un proceso de reforma y reestructuración que impedía su ocupación. El Ayuntamiento solicitó la desestimación del citado recurso porque "la exacción de la tasa es por la mera disponibilidad del servicio, con independencia de la efectiva utilización del servicio por el interesado". El TSJM explica que hay numerosas sentencias del Tribunal Supremo y de diferentes Tribunales de Justicia que avalan que no es necesario llegar a generar residuos para pagar la tasa. Afirma asimismo que el demandante no tiene razón al sostener que lo que se le reclama no debe ser una tasa, sino un impuesto, ya que se grava realmente es su capacidad económica."*
2. **La tasa de basuras "ilegal" será reintegrada en un mes a los vitorianos que la pagaron.** *(elcorreo.com IOSU CUETO | VITORIA)*
   "El Ayuntamiento de Vitoria tendrá que devolver a los contribuyentes una cantidad superior a los dos millones de euros tras ser anulada por los tribunales la tasa de basuras para los pisos vacíos, un canon que aprobaron PSE y Bildu (grupo que la propuso) y que contó con la abstención del PP y el voto en contra del PNV. La tasa, de 260 euros para todos los pisos supuestamente vacíos de la ciudad, provocó más de un millar de

quejas y varios recursos judiciales que finalmente han sido admitidos por los jueces. La tasa no se aplicará en 2013, ya que ha sido eliminada de la relación de impuestos locales gracias a un acuerdo entre PP y PNV. El Alcalde de Vitoria, Javier Maroto, ha dado instrucciones este mismo martes al departamento de Hacienda para que el Ayuntamiento devuelva íntegramente la tasa de vivienda vacía, un canon de 260 euros, que el Consistorio aplicó el año pasado a las viviendas en las que no hubiera nadie empadronado a fecha 1 de enero de 2012 y se gire la tarifa ordinaria en función de los metros cuadrados de cada vivienda, ha explicado este martes el Ayuntamiento."

Bonificaciones. En función de los ingresos familiares, el número de miembros de la unidad familiar, la situación de jubilación o desempleo, etc. son las más usuales pero también se pueden establecer bonificaciones por realizar separación en origen de residuos o usar el punto limpio como en el Ayuntamiento de Sant Viçent de Montalt.

Cuota tributaria. Se establece los criterios para establecer la cantidad monetaria que ha de aportar cada contribuyente teniendo en cuenta que se tiene que tener en cuenta el coste del servicio y la capacidad económica de los sujetos obligados a pagar sin que en su conjunto se supere el coste real o previsto.

Los modelos son variados y la aplicación de los mismos tiene, en todos los casos, ventajas e inconvenientes. Se relacionan a continuación los criterios más usuales o que tienen posibilidad de aplicarse. Los criterios suelen ser combinados de acuerdo a la circunstancias de cada municipio.

a. En función del valor catastral de los inmuebles o del IBI de las viviendas, corregido en industria y comercio dependiendo de su CNAE

Pretende ajustarse a la diferente capacidad económica de los contribuyentes, tiene una fácil aplicación del cálculo de la tasa para grandes municipios aunque genera fuertes rechazos entre los que deben asumir mayor pago. La tasa de basura del Ayuntamiento de Madrid es de este tipo y a pesar de tener limitado con un importe mínimo y un máximo ha sido contestada por ciudadanos y empresarios reproduciendo a continuación un resumen de la Sentencia de 3 de diciembre de 2009, de la Sección Novena de la Sala de lo Contencioso-Administrativo del Tribunal Superior de Justicia de Madrid, dictada en el Recurso Contencioso Administrativo número 165/2009 ratificada en casación por Tribunal Supremo en Sentencia T.S. (Sala 3) de 4 de enero de 2013: *"El Ayuntamiento de Madrid ha hecho en la Ordenanza controvertida, buscar un parámetro que pueda atribuir a cada titular de un bien inmueble una cuantía de generación de residuos. De este modo la "capacidad económica", medida por la titularidad de bienes inmuebles del sujeto pasivo no es la que genera la tasa controvertida, sino que, mediante ella se ha encontrado un método capaz de fijar el servicio consumido (recogida de residuos urbanos) en función de la extensión del bien inmueble que genera la tasa cuestionada.…es indudable que desde el plano teórico y precisamente a partir de los cálculos estadísticos que sirven de base a la generación de residuos urbanos siempre podrá afirmarse que el titular del inmueble de menos valor produce menos residuos que quien los genera desde un inmueble de más valor. Finalmente, y aún en la hipótesis de que se diera la desigualdad alegada, esta tendría como justificación ese "mayor valor" de un inmueble respecto del otro, circunstancia que hemos señalado que constituye un "a priori" en la fijación de la tasa, pues se parte de que los titulares de bienes inmuebles de "más valor" generan más residuos urbanos".*

b. Por barriadas

Se diferencia del modelo anterior por no ceñirse a calles sino a zonas con características socio-económicas similares. En el caso estudiado se parte de una cuota fija a la que se añade una variable ligada a la ubicación.

c. Incorporado a otros tributos

El IBI soporta el coste del servico de recogida y tratamiento de residuos tanto de forma no explícita como en forma de recargo. No es un buen sistema para explicar al ciudadano que los residuos que produce cuestan dinero y tiene dificil adaptación a las necesidades de financiación de necesidades de nuevas instalaciones o nuevas recogidas. Por el contrario es de muy facil gestión.

d. Ligado al consumo del agua

Un "recargo" sobre el recibo del consumo de agua. Se suele establecer una cantidad minima y apartir de esta una variable ligada al consumo de agua al que se considera paralelo a la producción de residuos. Puede ser una aproximación sobre coste real al ligar el coste de la tasa con el servico recibido pero de ninguna forma atiende a la capacidad económica de los sujetos obligando a aplicar bonificaciones que corrijan este defecto.

e. Por producción de residuos

Aunque se aplica mayoritariamente a los servicios prestados a comercios e industrias tambien se aplica a residuos domiciliarios: Argentona (Barcelona), Torrelles de Llobregat (Barcelona), con magníficas consecuencias positivas en la reducción de residuos y la separación para el reciclaje. La tasa vinculada al volumen de residuos se esta aplicando en Bélgica, Alemania, Luxemburgo y Holanda entre otros países obteniendo de forma casi inmediata una importante reducción en los residuos (un 30% de media) junto un incremento de la separación para el reciclaje.

En España la aplicación de un coste de un precio de tasa vinculado a la producción de residuos comerciales sirve en muchos casos para abaratar la tasa a los residuos domiciliarios por la economía de escala, pero no puede establecerse de cualquier forma tal y como sentenció el Tribunal Superior de Justicia de la Comunidad Valenciana (TSJ) al anular la liquidación de basura que el Ayuntamiento giró en 2009 a Terra Mítica por considerarla "desproporcionada". Concretamente, el recibo ascendía a 458.318,52 euros. Esta cantidad se calculó en base a la ordenanza modificada en julio de ese mismo que establece que la tasa de los parques temáticos se fijará en función de su superficie.

Tras analizar un informe pericial, el TSJ concluyó que la cantidad girada al parque temático suponía el 4,06% de la cantidad total que Benidorm ingresa por la tasa de basura en todo el municipio. Según el alto tribunal, *"teniendo en cuenta las características del parque y que la producción de residuos se debe a las personas y no a otros elementos y circunstancias, aplicar el parámetro de superficie para calcular la tasa es claramente desproporcionado e injusto"*.

f. Cantidad fijada por sujeto pasivo

Muy fácil de gestionar, pero por no atender ni a la cantidad de servicio ni a la capacidad económica sólo es viable para nucleos de población muy pequeños y muy homogéneos en nivel económico.

Periodo impositivo y devengo. Regímenes de declaración y de ingreso. Se expresa el periodo que se otorga al sujeto para que presente su declaración con la inclusión del Padrón de contribuyentes. Se define la periodicidad de la facturación y el pago.

Información pública. El trámite de información pública debe seguirse de forma rigurosa pues su ausencia o no realizarse adecuadamente es causa de nulidad tal y como se estima el recurso presentado por un vecino contra el acuerdo del pleno del Ayuntamiento de Leganés de fecha 18 de diciembre de 2009 de aprobación definitiva de la Ordenanza Fiscal reguladora de la tasa por prestación del servicio de recogida de basuras en establecimientos industriales, comerciales y profesionales. Esta ordenanza se anuló *"por infracción del trámite de información pública"*.

OTRAS VÍAS DE FINANCIACIÓN: CONVENIOS DE COLABORACIÓN. VENTA DE MATERIALES

CONVENIOS DE COLABORACIÓN

Envases. La recogida selectiva de residuos y el reciclado generalizado de los mismos, supone un aumento de los costes de gestión. La implantación obligatoria de la recogida de residuos, en concreto de los envases, se produce al entrar en vigor la *Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases trasposición de la Directiva 94/62/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre, relativa a los envases y residuos de envases*.

La *Ley 11/97* establece:

"Artículo 9. Participación de las Entidades Locales.

1. *La participación de las Entidades Locales en los sistemas integrados de gestión de residuos de envases y envases usados se llevará a efecto mediante la firma de convenios de colaboración entre éstas y la entidad a la que se le asigne la gestión del sistema.*

De acuerdo con lo que se establezca en estos convenios de colaboración, las Entidades locales se comprometerán a realizar la recogida selectiva de los residuos de envases y envases usados incluidos en el sistema integrado de gestión de que se trate, y a su transporte hasta los centros de separación y clasificación o, en su caso, directamente a los de reciclado o valorización.

En los centros indicados en el párrafo anterior, el sistema integrado de gestión se hará cargo de todos los residuos de envases y envases usados, separados por materiales, y los entregará en la forma indicada en el artículo12.

3. *La participación de las Entidades Locales en los sistemas integrados de gestión de residuos de envases y envases usados se llevará a cabo a través de las Comunidades*

Autónomas a las que pertenezcan…. las Comunidades Autónomas deberán garantizar que los fondos recibidos del sistema integrado de gestión se destinen, al menos, a cubrir los costes adicionales que, en cada caso, tengan que soportar las Entidades locales, de acuerdo con lo establecido en el apartado 2 del artículo 10.

Artículo 10. Financiación.

2. *Los sistemas integrados de gestión de residuos de envases y envases usados financiarán la diferencia de coste entre el sistema ordinario de recogida, transporte y tratamiento de los residuos y desechos sólidos urbanos en vertedero controlado, establecido en la Ley 42/1975, de 19 de noviembre, y el sistema de gestión regulado en la presente sección, incluyendo entre los costes originados por este último, el importe de la amortización y de la carga financiera de la inversión que sea necesario realizar en material móvil y en infraestructuras.*

A estos efectos, los sistemas integrados de gestión deberán compensar a las Entidades Locales que participen en ellos por los costes adicionales que, en cada caso, tengan efectivamente que soportar de acuerdo con lo indicado en el párrafo anterior, en los términos establecidos en el correspondiente convenio de colaboración. Cuando sean las Comunidades Autónomas las que realicen las actuaciones indicadas en el segundo párrafo del apartado 1 del artículo 9, serán dichas Administraciones las que deberán ser compensadas en los términos indicados en este apartado."

No obstante, muchos municipios consideran que no es así por discrepar con la aplicación del convenio autonómico. La revisión de la normativa estatal sobre envases, que cada día se hace más urgente, debe concretar el modelo de cálculo del sobrecoste que supone la recogida selectiva y permitir que sin perjuicio de los convenios de colaboración autonómicos, los municipios puedan negociar y firmar directamente su propio convenio como ya sucede en algunas autonomías y en grandes municipios.

a. Contenedor amarillo, contenedor azul, recogida de papel/cartón puerta a puerta

ECOEMBES responde económicamente por los envases recogidos selectivamente con distinta financiación. En el caso del contenedor amarillo financia, de acuerdo a los criterios técnicos de los convenios de colaboración la totalidad de la recogida selectiva de envases ligeros y su tratamiento. En el caso del contenedor azul y la recogida de papel/cartón comercial puerta a puerta, el convenio con ECOEMBES sólo financia una parte de la recogida que consideran los firmantes que corresponde con el porcentaje de envases adheridos al sistema integrado de gestión.

El papel/cartón (todo, envases y no envases) recogido queda en poder de los

municipios y su valor sirve para financiar otra parte de los costes de recogida. Lo deseable es que los ingresos de ECOEMBES sumado al valor del papel lleguen, al menos, para financiar el servicio de recogida selectiva. Pero el precio del mercado del papel tiene oscilaciones que pueden impedir el cumplimiento de este objetivo.

b. Contenedor verde

ECOVIDRIO, el otro SIG surgido de la *Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases*, recoge el contenedor para el vidrio en muchos municipios o alternativamente financia, de acuerdo a los criterios técnicos de los convenios de colaboración, la totalidad de la recogida selectiva recepcionando el material para su reciclado.

En los dos casos la Ley de envases ha quedado superada por el paso del tiempo y su aplicación no cumple con los requisitos de eficacia que debería tener:

- No se contempla el plástico y metal, no envase, en la recogida, pero si se cuenta en el reciclado.
- La penalización por impropios desequilibra la financiación del sobrecoste de la recogida selectiva y es un foco de permanente tensión pues la recogida tiene unos costes estructurales no ligados a la calidad.
- Las administraciones competentes no actúan de forma adecuada en el control del fraude y éste reduce la capacidad de financiación de ECOEMBES y ECOVIDRIO para cumplir sus obligaciones con los Ayuntamientos.
- La adhesión voluntaria del cartón comercial al SIG no impide que acabe en los flujos municipales de residuos.

Es necesario, por tanto, revisar la Ley de Envases y corregir sus serias deficiencias. Pero esto no es óbice para reconocer la importante labor de los SIG ECOEMBES y ECOVIDRIO que atienden la responsabilidad ampliada de los productores de envases.

RAEE,s, pilas y acumuladores eléctricos. Los Sistemas Integrados de Gestión surgidos para dar cumplimiento a la Ley de Envases, con todas las reticencias que se pueden expresar, atienden una gran cantidad de residuos, llegando a un porcentaje importante del total de los mismos. No se puede decir lo mismo de los SIG de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y de los SIG de pilas y acumuladores eléctricos a pesar de estar vigente la normativa que debería posibilitar resolver eficazmente la recogida selectiva de estos residuos, por los datos conocidos estamos muy lejos de obtener los objetivos.

a. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos, modificado por el *Real Decreto 110/2015* indica:

"Artículo 4. Entrega de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

3. *Las Entidades Locales de más de 5.000 habitantes deberán asegurar a través de sus sistemas municipales, en el marco de sus competencias en materia de gestión de residuos urbanos, la recogida selectiva de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos procedentes de los hogares. En los municipios de 5.000 habitantes o menos, o sus agrupaciones, se llevará a cabo en los términos que establezca la normativa de su respectiva Comunidad Autónoma. En todo caso, dispondrán de un número suficiente de instalaciones distribuidas de acuerdo con criterios, entre otros, de accesibilidad, disponibilidad y densidad de población.*

Artículo 7. Obligaciones de los productores de aparatos eléctricos o electrónicos.

2. *A los efectos de la financiación de la recogida selectiva de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos procedentes de los hogares, y en virtud del artículo 7 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, los productores que gestionen individualmente sus residuos y los sistemas integrados de gestión que puedan constituirse al amparo del artículo 8 de este real decreto deberán sufragar el coste de dicha recogida selectiva desde los puntos de entrega. Para ello podrán suscribir un convenio marco con las Comunidades Autónomas, al que podrán adherirse voluntariamente los entes locales, de forma que facilite a éstos la percepción de los costes adicionales efectivamente soportados por la recogida selectiva de este tipo de residuos.*

En la negociación del convenio marco, las Comunidades Autónomas garantizarán la participación de los entes locales, los cuales aportarán, a estos efectos, las pruebas documentales que sean precisas para el cálculo de los costes adicionales que tengan efectivamente que soportar. De igual manera, los productores de aparatos eléctricos y electrónicos podrán suscribir convenios directamente con las entidades locales, con este mismo fin."

b. Pilas y acumuladores

Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos modificado por el *Real Decreto 710/2015* establece:

"Artículo 8. Sistemas integrados de gestión.

3. *A los efectos de la aplicación de este real decreto, los sistemas integrados de gestión establecerán convenios de colaboración con las Entidades Locales y Comunidades Autónomas; en la negociación y puesta en práctica de estos convenios participarán ambas administraciones de conformidad con sus respectivas competencias. En dichos convenios se establecerán además de estos objetivos ecológicos, las condiciones de recogida, almacenamiento, tratamiento y eliminación de los materiales contenidos en las pilas, acumuladores y baterías usadas."*

VENTA DE MATERIALES

Además de las recogidas selectivas de residuos obligatorias y cuyo sobrecoste debe financiarse a través de convenio existen residuos que por el valor propio del material puede financiar la recogida selectiva al amparo de la *Ley 22/2011, de 28 de julio de residuos y suelos contaminados.*

"Artículo 21. Recogida, preparación para la reutilización, reciclado y valorización de residuos.

3. *Las autoridades ambientales en su respectivo ámbito competencial tomarán medidas para fomentar un reciclado de alta calidad y, a este fin, se establecerá una recogida separada de residuos, entre otros de aceites usados, cuando sea técnica, económica y medioambientalmente factible y adecuada, para cumplir los criterios de calidad necesarios para los sectores de reciclado correspondientes."*

Se puede implantar una recogida selectiva autofinanciada de varios residuos:

- Aceite vegetal usado de alimentación.
- Ropa.
- Madera limpia de la recogida de muebles.
- Restos maderables de poda.

En el caso de estos residuos, u otros que pudiesen ser gestionados de forma análoga, queda condicionada su implantación no sólo a la demanda de este tipo de residuo por parte de la industria, también hay que contar con la proximidad al punto de tratamiento y reciclado.

BIBLIOGRAFÍA

LEGISLACIÓN Y PLANIFICACIÓN

Publicaciones

- **FEMP (2007) Red de Ciudades por el Clima Guía Técnica para la Gestión de Residuos Municipales y Limpieza Viaria,** Edición FEMP.

Leyes, directivas y documentos

- **BOE (1985) Ley 7/1985,** de 2 de abril, reguladora de las Bases de Régimen Local. Boletín Oficial del Estado nº 80, página 8945.
- **BOE (1992) Ley 30/1992,** de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común. Boletín Oficial del Estado nº 285, página 40300.
- **BOE (2003) Real Decreto 1383/202,** de 20 de diciembre, sobre gestión de vehículos al final de su vida útil. Boletín Oficial del Estado nº 3, página 185.
- **BOE (2011) Ley 22/2011,** de 28 de julio de residuos y suelos contaminados. Boletín Oficial del Estado, nº 181, página 85650.
- **BOE (2012) Ley 11/2012,** de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente. Boletín Oficial del Estado, nº 305, página 86283.
- **BOE (2013) Ley 27/2013,** de 27 de diciembre de Racionalización y sostenibilidad de la Administración Local. Boletín Oficial del Estado nº 301, página 44771.
- **BOE (2015) Real Decreto 110/2015 de 20 de febrero sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos**. Boletín Oficial del Estado nº 45, página 14211.
- **D.O.U.E (2008) Directiva 2008/98/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008. Diario Oficial de la Unión Europea L.312 página 312/3.

ELEMENTOS DE APLICACIÓN PRÁCTICA A LA GESTIÓN: ORDENANZAS. CONTRATACIÓN

Publicaciones

- **Análisis al Proyecto de Ley de Racionalización y Sostenibilidad de la Administración Local.** ANEPMA (2013).
- **Calle con Mucha Vida.** Edita, Envac Iberia S. A. (2005).
- **Colección Códigos Ambientales. Volumen 1. Normativa sobre Residuos (2000).** Instituto de Estudios Ambientales. Fundación Biodiversidad –Ministerio de Medio Ambiente.
- **Los Residuos Urbanos y Asimilables.** Consejería de Medio Ambiente Junta de Andalucía (2003).
- **Manual EOI, Limpieza Viaria.** (2009-2010).
- **Manual para la Gestión de Residuos Urbanos.** Garrigues Medio Ambiente Envionmental Risk Consulting. Edita, La Ley (2003).
- **Medio Ambiente en España 2005. Serie Memorias.** Ministerio de Medio Ambiente (2006).

Leyes, directivas y documentos

- **BOE (1985). Ley 7/1985,** de 2 de abril, Reguladora de las Bases de Régimen Local (LRBRL). Boletín Oficial del Estado núm. 80, pg. 8945.
- **BOE (1997). Ley de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado (LOFAGE).** Boletín Oficial del Estado núm. 90, pg. 11755.
- **BOE (1997). Ley 11/1997,** de 24 de abril, de envases y residuos de envases. Boletín Oficial del Estado núm. 99, pg.1327.
- **BOE (1998). Ley 10/1998,** de 21 de abril, de Residuos. Boletín Oficial del Estado núm. 95, pg. 13372.
- **BOE (1999). Ley 11/1999,** de 21 de abril, de modificación de la Ley 7/1985, de 2 de abril reguladora de las Bases de Régimen Local y otras medidas para el desarrollo del Gobierno Local. Boletín Oficial del Estado núm. 96, pg. 14928.
- **BOE (2001). R.D. 1098/2001,** de 12 de octubre, por el que se aprueba el reglamento de la Ley de Contratos de las Administraciones Publicas. Boletín Oficial del Estado núm. 257, pg. 39252.
- **BOE (2003). Ley 57/2003,** de 16 de diciembre, de Medidas para la Modernización del Gobierno Local. Boletín Oficial del Estado núm. 301, pg. 44771.
- **BOE (2008). R.D. 106/2008,** de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y gestión ambiental de sus residuos. Boletín Oficial del Estado núm. 37, pg.7399.
- **BOE (2011). Ley 22/2011,** de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Boletín Oficial del Estado núm. 181, pg. 85650.
- **BOE (2011). R.D. Legislativo 3/2011,** de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público. Boletín Oficial del Estado núm. 276, pg. 117729.
- **BOE (2013). Ley 27/2013,** de 27 de diciembre, de Racionalización y Sostenibilidad de la Administración Local, (LRSAL). Boletín Oficial del Estado núm. 312, pg. 106430.

FISCALIDAD Y FINANCIACIÓN

Publicaciones

- **CONGRESO DE LOS DIPUTADOS X LEGISLATURA (2013) Proyecto de Ley de racionalización y sostenibilidad de la Administración Local.** BOLETÍN OFICIAL DE LAS CORTES GENERALES Nº. 58-1 Pág. 1. Las tasas por la prestación de servicios y realización de actividades administrativas en la Hacienda Local Fernando Serrano Antón Anuario Aragonés del Gobierno Local 2009 I 01 I 2010 I pp. 263-321 I.
- **REVISTA DE ESTUDIOS REGIONALES Nº 72** (2005), Pg. 85-112 Evaluación económica del servicio de recogida de basuras en los municipios gallegos. Xosé C. Álvarez Villamaría; María José Caride Estévez; Xosé M. González Martínez. Universidad de Vigo.
- **REVISTA DE ANALISIS LOCAL Nº 35** (2001). Pg. 31-44Comentarios sobre las ordenanzas fiscales de residuos urbanos. José María Peñuelas Menéndez, José María Ortiz Ots, Manuel Gómez, Julio Berbel Vecino.

Leyes, directivas y documentos

- **BOE (2011). Ley 22/2011,** de 28 de julio de residuos y suelos contaminados. Boletín Oficial del Estado, nº 181, pg 85650.
- **BOE (1985) Ley 7/1985,** de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local Boletín Oficial del Estado, nº 80, pg8945.
- **BOE (2004).Real Decreto Legislativo 2/2004,** de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales. Boletín Oficial del Estado, nº 59 pg10284.
- **BOE(1997)Ley 11/1997,** de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Boletín Oficial del Estado nº 99 pg 13270.

Citas Web

- **Instrumentos fiscales para la prevención de residuos.** Dr. Ignasi Puig Ventosa http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/FCE52D3E-207A-4A55-838C-8D4F6AA96B9D/238883/Instrumentosfiscalesparalaprevencion-Puig.pdf. Consultado julio 2013.
- **Diferencias entre tasas y precios públicos.** Javier Navarro. http://www.actibva.com/magazine/fiscalidad/diferencias-entre-tasas-y-precios-publicos. Consultado julio 2013.
- **500 familias de Sant Vicenç de Montalt pagan menos de basuras.** http://www.lavanguardia.com/local/maresme/20130330/54371838595/sant-vicenc-de-montalt-500-familias-pagan-menos-basuras.html. Consultado julio 2013.

3

GESTIÓN OPERATIVA DE LOS RESIDUOS URBANOS

- Fases de la gestión operativa de los residuos urbanos 281
- Dimensionamiento de la recogida: contenerización / servicio 301
- Análisis de costes y aplicación práctica 325
- Sistemas de información y nuevas tecnologías aplicadas al control y gestión de los residuos urbanos 355

COLABORA:

POLITÉCNICA

FEMP FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MUNICIPIOS Y PROVINCIAS

ECOEMBES

CÁTEDRA ECOEMBES MEDIO AMBIENTE

Fases de la gestión operativa de los residuos urbanos

Laura Mellado de la Pascua.
Universidad Politécnica de Madrid.

Introducción 283
Fases de la gestión de residuos..... 285
Depósito y recogida 285
Transporte..... 295
Tratamiento..... 296
Bibliografía..... 385

INTRODUCCIÓN

Establecer un sistema adecuado para la recogida de los residuos generados por los ciudadanos es una herramienta imprescindible de servicio a la población y de contribución a la limpieza viaria. El servicio de recogida de residuos domiciliarios ha de ser realizado por la Entidad Local en las mejores condiciones de efectividad, para lo cual es necesario realizar un mantenimiento periódico de la infraestructura dispuesta en la recogida. Se logra así evitar que se deteriore la imagen del servicio y que ello derive en una disminución en su utilización. Esto es especialmente importante en las fracciones recogidas de forma separada, ya que mediante la diferenciación de residuos en diferentes contenedores, se facilita la recuperación de materiales que son reciclables, evitando su eliminación en vertedero.

A lo largo de estas páginas se describen cada una de las fases que componen la recogida de residuos domésticos.

FASES DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

Se considera como gestión de los residuos domésticos al conjunto de operaciones que se realizan con ellos, desde que se generan en los hogares hasta la última fase en su tratamiento. Comprende las siguientes tres etapas: depósito y recogida, transporte y tratamiento.

DEPÓSITO Y RECOGIDA

La recogida de los residuos domésticos consiste en su recolección en los puntos de generación para efectuar su traslado a las plantas de tratamiento.

Como ya se ha mencionado, es muy importante como primer paso una correcta segregación de los residuos en los hogares en las diferentes fracciones y su posterior depósito en los contenedores o puntos de recogida correspondientes, lo que facilita la posterior recuperación de materiales. Por ello el sistema requiere de un elevado grado de concienciación y colaboración ciudadana para su correcto funcionamiento.

Con el fin de facilitar la separación de residuos al ciudadano, existe un código de colores estandarizado para los contenedores en función del residuo para el que están destinados a recoger[1]:

- Contenedor verde para el vidrio.
- Contenedor azul para el papel/cartón.
- Contenedor amarillo para los envases ligeros.
- Contenedor marrón para la recogida de materia orgánica de manera separada.
- Contenedor gris, verde o marrón para la fracción resto.

1 UNED. Biblioteca. Residuos Sólidos Urbanos. 2003. http://www.uned.es/biblioteca/rsu/pagina3.htm

En la actualidad existen distintos tipos de recogida adaptados a las necesidades de cada municipio o entidad poblacional.

Tipologías de recogida

En primer lugar hay que diferenciar dos grandes tipologías de recogida:

Recogida mediante contenedores o buzones permanentes en la vía pública: en este sistema de recogida los contenedores se localizan de manera permanente en la vía pública y son recogidos de acuerdo con las frecuencias establecidas por la entidad local o la empresa de recogida. Estos contenedores pueden instalarse en superficie, soterrados, semisoterrados, o simplemente puede tratarse de bocas de recogida neumática.

Recogida Puerta a Puerta: es un sistema en el que los residuos son recogidos directamente en el punto de generación, permaneciendo sólo temporalmente en la vía pública. Dentro de este sistema existen varias tipologías: bolseo, cubos domiciliarios, etc.

a. Recogida mediante contenedores o buzones permanentes en la vía pública

Recogida mediante contenedores en superficie

Un contenedor es un recipiente estanco utilizado para el depósito de los residuos hasta el momento de su recogida. Los contenedores de residuos pueden estar dirigidos a diversos usos (uso industrial, uso doméstico, etc.). En el siguiente epígrafe se especifican sus principales características:

- **Material de fabricación:** tipo de compuesto y resistencia.
- **Principal característica** por la que destaca esa tipología.
- **Fracciones de recogida más frecuentes:** fracciones a las que generalmente están destinados.
- **Capacidad:** volumen del recipiente en litros.
- **Valor económico aproximado**.
- **Adaptabilidad al entorno:** capacidad de adaptarse al entorno urbano.
- **Vehículo de recogida:** tipo de vehículo de recogida, capacidad y principales características.
- **Equipo de trabajo necesario:** personal necesario para efectuar su recogida y sus funciones.

CARGA TRASERA

- **Material de fabricación:** estos contenedores suelen estar fabricados con HDPE (polietileno de alta densidad). Este material se caracteriza por su gran resistencia a la abrasión, al desgaste y a los agentes químicos e impactos. También resiste los cambios climáticos y las bajas temperaturas.
- **Principal característica:** esta tipología de contenedores dispone de ruedas para facilitar pequeños desplazamientos durante la recogida.
- **Fracciones de recogida más frecuentes:** resto, envases ligeros, materia orgánica y, en algunos casos, papel/cartón.
- **Capacidad:** los recipientes de menor capacidad (90, 120, 240 ó 360 litros) están compuestos por dos ruedas, mientras que los de mayor capacidad (700, 800, 1.000 y 1.100 litros) disponen de cuatro ruedas.

Contenedores de Carga Trasera 800 l / *Foto:* L. Mellado

- **Valor económico aproximado:** entre 100 y 400 euros, dependiendo de la capacidad y del proveedor.
- **Adaptabilidad al entorno:** este tipo de contenedores está indicado para núcleos urbanos con viales estrechos o de difícil acceso. Asimismo, cuentan con la ventaja de poder ser cambiados de ubicación fácilmente.
- **Vehículo de recogida:** los vehículos empleados en la recogida de contenedores de carga trasera tienen una capacidad que oscila entre los 7 y los 27 m^3. Están compuestos por el chasis y una caja compactadora.
- **Equipo de trabajo necesario:** para la recogida de los contenedores de carga trasera es necesario un equipo de trabajo compuesto por un conductor y dos operarios encargados de desplazar los contenedores desde su ubicación hacia la parte posterior del vehículo, volver a colocarlos de manera correcta y, en algunas ocasiones, efectuar la limpieza de los posibles desbordes existentes en el entorno.

CARGA SUPERIOR O VERTICAL: IGLÚ

- **Material de fabricación:** estos contenedores pueden estar fabricados en:
  - Polietileno lineal de alta densidad que ofrece gran resistencia a los agentes atmosféricos y un bajo mantenimiento.
  - Composite (poliéster reforzado con fibra de vidrio) que le proporciona una alta resistencia química (ambiente marino, rayos UV, disolventes, etc.) y mecánica.

Contenedor tipo Iglú fabricado en composite / *Foto:* L. Mellado

  - Chapa de acero galvanizado que le confiere resistencia y la capacidad de ser autoportante sin necesidad de estructuras adicionales. Suelen tener base rectangular.

Contenedor tipo Iglú fabricado en chapa de acero galvanizado / *Foto:* L. Mellado

- **Principal característica:** el contenedor dispone de dos ganchos que permiten el alzado y el vaciado del contenedor. También disponen de bocas circulares (con diverso diámetro para vidrio y envases ligeros) o rectangulares (para contenedores de papel/cartón, lo que ayuda a disminuir el porcentaje de impropios depositados en los mismos, así como la sustracción ilegal del material contenido.

- **Fracciones de recogida más frecuentes:** envases ligeros, papel/cartón y vidrio.
- **Capacidad:** 2.500, 3.000 ó 3.200 litros.
- **Valor económico aproximado:** entre 500 y 600 euros.
- **Adaptabilidad al entorno:** este tipo de contenedor está concebido para zonas con espacio viario suficiente y sin obstáculos en la línea vertical que dificulten su recogida.
- **Vehículo de recogida:** se trata de un vehículo recolector compactador de caja abierta que dispone de una grúa. Su capacidad más habitual es de 20 m^3.

Vehículo de recogida Carga Superior Iglú / *Fuente:* Cátedra Ecoembes Medio Ambiente

- **Equipo de trabajo necesario:** este sistema está ideado para que pueda ser manejado por un único operario. Durante la recogida este operario debe bajarse del vehículo, desplegar el brazo de la grúa mediante mando a distancia, colocar el sistema de enganche del contenedor y elevarlo hasta situarlo sobre la tolva del vehículo y accionar el mecanismo de vaciado.
- **Otras características:** en algunos casos este tipo de contenedores incorpora un sistema de volteo para la asistencia de contenedores rodantes individuales (VACRI) para facilitar la descarga de cubos almacenados en establecimientos hosteleros.

CARGA LATERAL

- **Material de fabricación:** generalmente estos contenedores están fabricados en polietileno de alta densidad o en chapa, lo que les confiere gran resistencia al impacto.
- **Principal característica:** contenedores estáticos de gran capacidad que impiden desplazamientos indebidos y reducen el número de puntos de recogida.

- **Fracciones de recogida más frecuentes:** resto, envases ligeros, papel/cartón y vidrio.
- **Capacidad:** 1.800, 2.400 ó 3.200 litros.

Contenedor Carga Lateral / *Foto:* L. Mellado

- **Valor económico aproximado:** 700 euros.
- **Adaptabilidad al entorno:** sistema ideal para zonas con vías amplias de doble sentido sin obstáculos en la parte frontal (bolardos, vegetación, vehículos en doble fila, etc.).
- **Vehículo de recogida:** vehículo recolector compactador de carga lateral con capacidad habitual de 25 m^3. Puede ser de carga lateral derecha (únicamente opera en el lado derecho de la acera en el sentido de la circulación) o de carga lateral izquierda (únicamente opera en el lado izquierdo de la acera en el sentido de la circulación).

Vehículo de recogida CL / *Fuente:* Cátedra Ecoembes Medio Ambiente

- **Equipo de trabajo necesario:** únicamente requiere al conductor que debe accionar el sistema de elevación y volteo, sin necesidad de descender del vehículo, ya que dispone de un cuadro de mandos colocado en la cabina.
- **Otras características:** en algunos casos dispone de una barra inferior que se acciona con el pie para facilitar la apertura de la tapa. Existe la posibilidad de incorporar a las tapas bocas circulares para la fracción envases ligeros y vidrio, o bocas rectangulares para la fracción papel/cartón, que disminuyen el porcentaje de impropios depositados en el contenedor.

RECOGIDA BILATERAL: EASY

- **Material de fabricación:** la parte estructural de este contenedor está realizada en acero galvanizado, la puerta y su soporte son de material plástico y el fondo de acero galvanizado.
- **Principal característica:** dispone de un mecanismo superior en forma de "seta" que evita balanceos durante su recogida. A diferencia de los contenedores de carga superior, los órganos mecánicos de apertura del fondo no están en contacto con los residuos, por lo que requieren menor mantenimiento. Gracias a su forma, permiten ser colocados en batería sin dejar espacio entre ellos.
- **Fracciones de recogida más frecuentes:** resto, envases ligeros, papel/cartón y vidrio.
- **Capacidad:** 1.800, 2.400, 3.000 y 3.500 litros.

Contenedores recogida bilateral / *Fuente:* Cátedra Ecoembes Medio Ambiente

- **Adaptabilidad al entorno:** contenedores diseñados para zonas con amplio espacio viario, sin obstáculos verticales.
- **Vehículo de recogida:** vehículo recolector compactador dotado de un brazo articulado de 17 a 23 m^3 de capacidad. Gracias a su automatismo permite reducir considerablemente los tiempos de recogida.
- **Equipo de trabajo necesario:** únicamente es necesario el conductor que debe colocar el camión en paralelo a los contenedores, accionar el mecanismo que despliega el brazo, localiza mediante sonnar el enganche del contenedor, lo eleva, descarga y coloca de nuevo en su sitio.

Recogida mediante contenedores soterrados

- **Principal característica:** se trata de contenedores de carga superior, carga trasera, carga lateral o bilateral, ubicados bajo cota de calle. Su instalación requiere una alta inversión económica.
- **Fracciones de recogida más frecuentes:** resto, envases ligeros, papel/cartón y vidrio.
- **Capacidad:** dependerá del tipo de contenedor instalado.
- **Adaptabilidad al entorno:** contenedores diseñados para zonas con altas temperaturas y densidad poblacional alta.
- **Vehículo de recogida:** vehículo recolector propio de la tipología de contenedor instalada bajo cota de calle con la particularidad de que, en algunos casos dispone de una manguera para levantar la plataforma de manera hidráulica.
- **Equipo de trabajo necesario:** dependerá del tipo de contenedor instalado.

Contenedores soterrados / *Fuente:* Cátedra Ecoembes Medio Ambiente

Recogida mediante contenedores semisoterrados

- **Principal característica:** se trata se contenedores con forma cuadrangular que se instalan con dos tercios de su volumen bajo tierra. En general es un sistema de recogida poco frecuente.
- **Fracciones de recogida más frecuentes:** resto, envases ligeros, papel/cartón y vidrio.
- **Capacidad:** de 3.000 a 5.000 litros.
- **Adaptabilidad al entorno:** están concebidos para la recogida en parques, jardines, playas, áreas naturales y localidades de montaña.

Recogida neumática

- **Principal característica:** consiste en el depósito de los residuos en buzones soterrados que están conectados a una central de recepción mediante tuberías. El transporte del material se produce mediante un sistema de vacío. Su instalación requiere una alta inversión económica y un mantenimiento periódico.
- **Fracciones de recogida más frecuentes:** resto y envases ligeros.
- **Capacidad:** dependerá de la central de recepción en la que se depositen los residuos.
- **Adaptabilidad al entorno:** contenedores diseñados para zonas con altas temperaturas, densidad poblacional alta y escaso espacio viario.
- **Vehículo de recogida:** no es necesario.
- **Equipo de trabajo necesario:** personal de mantenimiento periódico.

Buzones en red exterior de recogida neumática / *Foto:* L. Mellado

b. Recogida Puerta a Puerta

Recogida mediante cubos domiciliarios

- **Principal característica:** en este tipo de recogida los bloques de edificios disponen de cubos domiciliarios propios que son colocados en la vía pública una horas antes de su recogida, según los horarios establecidos. La distancia ciudadano-contenedor es mínima, aunque los costes y tiempos de operación son altos.
- **Fracciones de recogida más frecuentes:** resto y envases ligeros.
- **Adaptabilidad al entorno:** están concebidos especialmente para zonas con poco espacio viario disponible.
- **Vehículo de recogida:** vehículo de carga trasera.
- **Equipo de trabajo necesario:** está compuesto por un conductor y dos operarios. También es necesario un conserje, portero o empresa que se encargue del mantenimiento de los cubos y de su colocación en la vía pública para su recogida.

Bolseo

- **Principal característica:** este tipo de recogida consiste en el depósito de la bolsa con los residuos en la vía pública una horas antes de su recogida, según los horarios establecidos. Como en el caso anterior, la distancia ciudadano-contenedor es mínima, aunque los costes y tiempos de operación son altos.
- **Fracciones de recogida más frecuentes:** resto y envases ligeros.
- **Adaptabilidad al entorno:** están concebidos para zonas con poco espacio viario disponible.
- **Vehículo de recogida:** vehículo de carga trasera.
- **Equipo de trabajo necesario:** está compuesto por un conductor y dos operarios.

TRANSPORTE

Una vez finalizada la etapa de depósito y recogida, se realiza la transferencia y el transporte de los residuos a instalaciones de tratamiento.

Estaciones de transferencia

Las estaciones de transferencia son centros de recepción de residuos urbanos ubicados en el entorno de las poblaciones cuya finalidad es permitir la descarga de los camiones de recogida de residuos urbanos (vehículos recolectores), evitando su desplazamiento hasta el centro de tratamiento. En ellas los residuos se acondicionan para su traslado posterior mediante contenedores y vehículos específicos de transporte de gran capacidad (vehículos de transferencia). En la mayoría de los casos, los residuos son compactados para aumentar las cantidades transportadas en cada viaje, y de esta manera, se reducen los costes asociados al transporte. En algunas ocasiones en las que el centro de tratamiento está próximo a los núcleos donde se ha realizado la recogida, los propios vehículos de recogida o vehículos recolectores son los que realizan el transporte directamente a planta de tratamiento, sin necesidad de pasar por una estación de transferencia previamente.

a. Tipos de estaciones de transferencia

En cuanto a la operación de descarga, puede haber dos tipos de estaciones de transferencia:

Estaciones de carga directa.

En estas estaciones el contenido de los camiones recolectores se descarga directamente en el vehículo de transferencia. Estas estaciones tienen la desventaja de la imposibilidad de almacenar residuos, por lo que es necesario que en el momento de llegada del vehículo recolector cargado, haya un vehículo de transferencia disponible.

Estaciones de carga indirecta.

Este tipo de instalaciones disponen de locales de almacenamiento de residuos, que pueden ser fosos o patios. Los fosos pueden tener un sistema de correas transportadoras para llevar los residuos hasta el vehículo de transferencia. También pueden existir puentes grúa que recojan los residuos del foso y los depositen en el vehículo de transferencia. Dependiendo del nivel del patio o foso, se emplean diferentes equipos para mover los residuos y cargar los vehículos de transferencia. Si estos están debajo del patio, se utilizan topadoras de oruga y, en el caso contrario, se emplean palas cargadoras.

TRATAMIENTO

Los residuos son llevados tras su recogida, (y en algunos casos después de pasar por una planta de transferencia), a las plantas de tratamiento. Los sistemas de tratamiento incluyen la operación o conjunto de operaciones que tienen por objetivo modificar las características físicas, químicas o biológicas de un residuo para reducir o neutralizar las sustancias peligrosas que contiene, recuperar materias o sustancias valorizables, facilitar el uso como fuente de energía o adecuar el rechazo para su posterior tratamiento finalista. A continuación se muestra de manera introductoria los sistemas de tratamiento, aunque se estudiarán con mayor profundidad en sucesivos capítulos.

Valorización y reciclaje de material

a. Preparación para la reutilización

La preparación para la reutilización se distingue en la normativa de la prevención y se ubica como segunda etapa en la jerarquía de gestión, aunque está íntimamente ligada a las estrategias de reducción de residuos. Incluye las operaciones de valorización consistentes en la comprobación, limpieza o reparación, mediante las cuales productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa *(Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Calidad y Evaluación Ambiental. 2013).*

b. Tratamientos biológicos

Los tratamientos biológicos son operaciones de tratamiento por biodegradación de materia orgánica tanto proveniente de recogida de forma separada, como de la existente en la fracción resto donde no hay dicha recogida separada, combinándose en este último caso con tratamientos mecánicos complementarios *(Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Calidad y Evaluación Ambiental. 2013).*

Tratamiento biológico (biometanización) / *Fuente:* Cátedra Ecoembes Medio Ambiente

c. Tratamientos mecánicos

La función de las instalaciones de clasificación es seleccionar el contenido del material entrante mediante una combinación de procesos de separación mecánicos o automatizados y procesos manuales con el fin de recuperar las fracciones valorizables y prepararlas para su posterior comercialización. Los materiales no separados se preparan para ser procesados bien a través de tratamiento térmico o depósito en vertedero *(Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Calidad y Evaluación Ambiental. 2013).*

d. Tratamientos mecánico-biológicos

Los tratamiento mecánico-biológico, TMB, (o biológico-mecánico, TBM) son la combinación de procesos físicos y biológicos para el tratamiento de los residuos o fracciones de residuos con contenido significativo de materia orgánica procedente de la fracción resto o la fracción inorgánica/seca (fracción resto y envases ligeros recogidos conjuntamente), si esta última presenta cantidades importantes de orgánica *(Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Calidad y Evaluación Ambiental. 2013).*

Valorización energética / tratamientos térmicos

Se considera como tratamiento térmico de los residuos cualquier proceso destinado a la transformación de los residuos mediante la aplicación de energía calorífica (incineración, pirólisis, secado, etc.). No son tratamientos finalistas pues generan residuos que han de gestionarse adecuadamente a sus características. Actualmente, existen distintos tipos de tecnologías de tratamiento térmico: incineración, gasificación, pirólisis y gasificación por plasma, aunque cada una de ellas se ha desarrollado a distinto nivel. De estas tecnologías, tan sólo la incineración está ampliamente desarrollada y probada en todos los aspectos. Sin embargo, la tendencia de crecimiento en la implantación de instalaciones de gasificación, pirólisis y gasificación por plasma, se debe tanto por una baja aceptación a nivel social de la incineración, como por la voluntad y expectativa de conseguir una recuperación energética más eficiente *(Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Calidad y Evaluación Ambiental. 2013)*.

Depósito en vertedero

Un vertedero es una instalación de eliminación de residuos mediante su depósito subterráneo o en superficie, por períodos de tiempo superiores a los considerados para el almacenamiento temporal. Por tanto, se incluyen también las instalaciones internas de eliminación de residuos, es decir, los vertederos en que un productor elimina sus residuos en el lugar donde se producen *(Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Calidad y Evaluación Ambiental. 2013)*.

Vertedero en superficie / *Fuente:* Cátedra Ecoembes Medio Ambiente

Dimensionamiento de la recogida: contenerización / servicio

Fernando Blázquez Andrés.
ECOEMBES.

- Introducción 303
- Contenerización 305
  - Parámetros a considerar 305
  - Dotación de referencia 308
- Diseño del servicio 311
  - Parámetros a considerar 311
  - Optimización de rutas 316
  - Nivel de rendimiento de los vehículos de recogida y mantenimiento 316
- Análisis de sensibilidad 319
- Relación entre generación, contenerización y frecuencia de recogida 321
- Ejemplo de dimensionamiento 323
- Bibliografía 386

INTRODUCCIÓN

Los mayores problemas a los que se enfrenta la gestión de los residuos domésticos, están ligados a la implantación de las recogidas separadas, así como al tratamiento de las diferentes fracciones recuperadas. Las primeras requieren de altas inversiones iniciales para su puesta en marcha, así como de una correcta participación ciudadana. Las segundas necesitan además de importantes inversiones, de un debate profundo de la sociedad y de una apuesta política firme que refrende sus conclusiones.

En el caso español, se ha producido en los últimos años un avance significativo en la gestión de los residuos domésticos. El cambio progresivo que se ha podido ver en nuestro país a este respecto está ligado no sólo a la prevención o a la implantación por los Ayuntamientos de diferentes sistemas de recogidas separadas, sino también al esfuerzo hecho por las Administraciones para poner en marcha infraestructuras de tratamiento que cumplan con todos los parámetros exigidos por la normativa. En lo relativo a la recogida de residuos, hay dos aspectos básicos que la fundamentan: **la contenerización y el diseño del servicio.** En estas notas se hará un bosquejo de los aspectos más significativos a considerar de cara a los mismos.

CONTENERIZACIÓN

Se puede definir como el correcto dimensionamiento del parque de contenedores destinado a la recogida de los residuos, utilizando en cada caso el habitáculo más adecuado a las necesidades del servicio.

PARÁMETROS A CONSIDERAR

A la hora de establecer la contenerización hay que tener en cuenta diferentes factores. Entre ellos, se destacan los siguientes:

- Población a considerar.
- Dispersión y densidad de población.
- Lugar de implantación.
- Condicionantes económicos.
- Sistemas ya implantados.
- Vandalismo.
- Ubicación de los contenedores.
- Otros factores.

Población a considerar. Para conocer a quién aplicará la dotación (contenedores/litros por habitante) considerada, hay que tener en cuenta que las Entidades Locales deben prestar servicios no sólo a la población empadronada en su ámbito geográfico, sino a aquella que realmente esté presente en el municipio, ya sea estacionalmente o de manera permanente. Con respecto al segundo tipo, habrá de considerarse si la población no empadronada tiene un carácter estacional (ligado a turismo, población universitaria, etc.) o no.

Variaciones estacionales en la recogida:

- Para los meses en que se incrementa la población en determinados lugares (población estacional) la frecuencia de recogida puede aumentar, dejando invariable el número de contenedores.
- Si la variación de la población no es estacional habrá que considerarla para diseñar el servicio como si fuera residente en la Entidad aunque no esté empadronada. En otro caso, podremos tener problemas de infradimensionamiento.

Dispersión y densidad de población. La dispersión territorial corresponde al hecho de que un municipio esté constituido por diferentes núcleos de población sin continuidad física entre ellos. Un municipio urbano que tenga varios núcleos de población no tendría, estrictamente, las características de los municipios de esta tipología, ya que parte de la población podría vivir en núcleos con pocos habitantes. En general, a mayor dispersión mayor necesidad de contenedores, ya que se deben distribuir por los diferentes núcleos.

La densidad urbana de un municipio es el valor de los habitantes por kilómetro cuadrado de superficie urbanizada. Da una idea de la concentración de la población. En zonas de alta densidad lo habitual es colocar menos contenedores de los que podrían corresponder para no llenar las calles de los mismos. Así, al atender cada contenedor a un mayor número de ciudadanos tarda menos en alcanzarse el grado de llenado que requiere su vaciado, siendo necesaria una mayor frecuencia de recogida para dar cabida a estas mayores aportaciones por contenedor. Ocurre lo contrario en zonas de baja densidad.

Lugar de implantación. La elección del tipo de contenedor a implantar, ha de tener también en cuenta el componente físico de las calles donde se va a situar el mismo. En zonas con elevadas pendientes, poner contenedores con ruedas puede ser una opción arriesgada, dado el desplazamiento que pueden sufrir si no se les calzan los frenos al finalizar su vaciado. Habrá que tener en cuenta también la existencia de árboles de copa baja o de cableado próximo (podrían impedir la descarga de contenedores tipo iglú o de carga lateral), la distancia entre éstos (se necesitará un espacio mínimo), el ancho de los viales, etc.

Condicionantes económicos. No cabe duda que uno de los elementos que más puede y debe ponderar a la hora de elegir un determinado tipo de contenedor, es el coste que lleva aparejado el mismo. Por tanto, habrá que tener en cuenta la inversión a realizar en el contenedor, considerando no sólo el precio de adquisición, sino también el de mantenimiento y los costes asociados a su

recogida (costes de inversión, operación y mantenimiento del vehículo y principalmente, costes de personal).

Sistemas ya implantados. De cara a la optimización de costes de mantenimiento, lavado y recogida, es conveniente contar con un único sistema de recogida siempre que esto sea viable. Por tanto, un parámetro de especial relevancia a considerar para la implantación de un nuevo sistema de recogida ha de ser que siempre que hayan funcionado bien, sea lo más parecido a otros con los que se esté trabajando en ese momento. Conseguiremos así, entre otros aspectos:

- Un ahorro de costes al poder compartir los medios para todas las recogidas, poder comprar mayores cantidades de contenedores y vehículos, etc.
- Tener al personal formado tanto en la recogida y el lavado como en el mantenimiento de los contenedores.

Vandalismo. A este respecto, habrá que considerar lo siguiente:

- En zonas donde se quemen de manera inusual los contenedores habrá que tratar de que éstos sean metálicos en vez de plásticos para que sea posible arreglar los mismos si han ardido.
- En zonas donde sea muy común el grafiti será necesario contar con contenedores cuya superficie sea lo más fácilmente limpiable posible.
- En zonas donde los contenedores sean utilizados ocasionalmente como barricadas, habrá que tratar de instalar sistemas que imposibiliten su movilidad salvo por el personal encargado de la recogida.

Ubicación de los contenedores. El factor más atractivo para que el ciudadano colabore en el programa de recogida (sobre todo en el caso de las recogidas separadas) es la distancia a recorrer. Por ello, estas áreas de aportación deben estar situadas en zonas estratégicas que den servicio al mayor número de habitantes con los menores desplazamientos posibles. El lugar reservado para la ubicación de las áreas de recogida, debe ser aquel que permita la colocación de los diferentes contenedores para las diversas fracciones de residuos. Se tratará de que sea en aceras donde confluyan varias calles. Además, ese espacio ocupado no debe limitar en exceso las áreas de aparcamiento de vehículos.

Habrá que cuidarse también de las zonas que restrinjan la visibilidad, caso de curvas cerradas, y considerar también que el vaciado de los contenedores en el camión ha de ser fácil y cómodo a la vez. Los vehículos no deberán tampoco estorbar el tráfico rodado. Un factor de especial importancia en la colocación de contenedores es la utilización de distintivos que anuncien claramente y con poco esfuerzo qué se quiere transmitir al ciudadano con esos contenedores específicos de diversos tamaños, colores y formas, y a la vez, cuáles son las fracciones de

residuos que se están recuperando. Para esto último, los mensajes serigrafiados en los contenedores deben ser claros y concisos.

Otros factores. Además de los considerados anteriormente, habrá que tener en cuenta también elementos tales como los que se citan a continuación:

- **Flexibilidad en la ubicación de los puntos de recogida:** es necesario tener en cuenta que la dotación y la ubicación de los contenedores puede cambiar en el tiempo, por ello, es necesario pensar en sistemas que nos permitan hacer esto posible.
- **En comunidades de propietarios con portero** habrá que considerar que el personal de recogida tal vez no pueda acceder a las fincas. Por ello, habrá que facilitar el agrupamiento del material y trabajar con pequeños volúmenes o tomar la decisión de poner los contenedores directamente en la calle.
- **Meteorología:** factores como el viento, la lluvia o el hielo han de tenerse también en cuenta a la hora de pensar en el mejor sistema de recogida.
- En zonas costeras **la salinidad** desgastará tremendamente los elementos metálicos de los contenedores, por lo que o bien se trabaja con plástico o en otro caso, han de preparase bien los primeros elementos para soportar este hecho mediante galvanización o pinturas resistentes a la corrosión.
- **Espacio en la calle:** la implantación de contenedores ha de compatibilizar el mayor volumen posible con la menor ocupación de la vía pública. En otro orden, en calles estrechas no se podrán poner grandes contenedores, mientras que en calles amplias se puede considerar la implantación de contenedores de elevado volumen. La relación será igual con los vehículos; en calles estrechas circular con grandes camiones podría ser imposible.
- **Estado de la urbanización:** en el caso de estar en zonas de nueva urbanización, las opciones de contenerización se abren en mayor medida a recogidas neumáticas o soterradas, dado que uno de los mayores inconvenientes de ambas son los elevados costes en obra civil.

DOTACIÓN DE REFERENCIA

Para conocer cuál ha de ser la dotación de referencia, hay que analizar el comportamiento real de la recogida en los municipios, teniendo en cuenta la relación directa existente entre la dotación (litros/habitante) y la aportación (kilos/habitante/año)para el caso de las recogidas separadas, así como con la efectividad del sistema (kilos/litro). La aportación de fracción resto será menos dependiente de los contenedores instalados dado que en cualquier caso se va a producir su depósito. Para cualquier sistema de recogida separada, la relación entre la dotación y la aportación es generalmente creciente; es decir, a más litros instalados

por habitante más kilos se recogen, ya que los usuarios tienen los contenedores a menor distancia. También se suele cumplir que la relación entre la dotación y la efectividad es siempre decreciente.

Una primera conclusión sería que es deseable tener una buena contenerización, pero que existe un límite impuesto por la viabilidad económica (y ambiental) de la actividad. Es por tanto necesario asociar la dotación de contenedores (litros/habitante) a la efectividad de la contenerización (kilos/litros). A modo de ejemplo, cabe comentar las dotaciones de referencia establecidas por ECOEMBES para envases ligeros y papel-cartón. Para envases ligeros, la dotación de referencia se establece según el sistema de recogida (iglú, carga trasera y carga lateral) y tipología de municipio (urbano, semiurbano y rural). Para papel y cartón, la dotación de referencia se establece también según el sistema de recogida (iglú, carga trasera y carga lateral) y tipología de municipio (urbano, semiurbano y rural).

Dotación de referencia de envases ligeros

Litros/habitante	Iglú	Carga trasera	Carga lateral
Urbano	5,00	7,69	6,25
Semiurbano	6,25	7,69	7,69
Rural	9,09	9,09	-

Fuente: Estudio para la determinación de la fórmula de pago de aplicación a la recogida selectiva de envases ligeros. (Ecoembalajes España, S.A., 2007)

Dotación de referencia de papel/cartón

Litros/habitante	Iglú	Carga trasera	Carga lateral
Urbano	7,50	7,50	6,00
Semiurbano	9,38	9,38	7,50
Rural	10,90	13,63	10,90

Fuente: Recomendaciones para el diseño de un servicio de recogida selectiva monomaterial de papel y cartón en contenedores. (Ecoembalajes España, S.A., mayo de 2008)

DISEÑO DEL SERVICIO

El servicio que prestan los vehículos de recogida durante su jornada de trabajo, es uno de los parámetros fundamentales a considerar debido a la gran repercusión que tiene sobre el coste final de la gestión de residuos y sobre la imagen de la recogida en general.

PARÁMETROS A CONSIDERAR

Para diseñar un servicio de recogida, hay que tener en cuenta parámetros tales como:

- Población a la que se presta servicio.
- Tipo de contenedor.
- Tipo de vehículo.
- Contenedores recogidos por jornada.
- Llenado de contenedores.
- Compactación en el vehículo de recogida.
- Tiempo de recogida.
- Frecuencia de recogida.
- Tamaño de los viales.
- Distancia a planta/vertedero.
- Etc.

Población a la que se presta servicio. Ver lo comentado en el epígrafe "población a considerar" anteriormente publicado.

Tipo de contenedor. El modelo de contenedor elegido condicionará también el tipo de vehículo necesario, aunque lo más adecuado será tener una visión conjunta de ambos elementos, de manera que la opción tomada sea la mejor desde todos los puntos de vista.

Tipo de vehículo. El tipo de vehículo a usar va a venir condicionado por el tipo de contenedor que hayamos elegido para efectuar la recogida. Una vez conocido el modelo de vehículo a comprar, habrá que elegir las características del mismo; si es posible, se optará por el modelo de mayor capacidad dentro de un tipo, ya que el incremento de coste que supone no es significativo dentro del importe de adquisición del vehículo.

En cualquier caso, para decidir el sistema y el vehículo recolector que se va a utilizar deben tenerse en cuenta las características particulares de los municipios en los que se implantará el servicio. El equipamiento en el vehículo de sistemas GPS y de pesaje automático de contenedores puede suponer una inversión añadida, pero estas herramientas pueden suministrar valiosa información para la optimización de las rutas de recogida, la mejora de la contenerización, el control de las tareas y rutas realizadas, así como la eficacia global del servicio. El número de vehículos necesario para el servicio, irá ligado principalmente a la aportación, la frecuencia de la recogida y al número de contenedores a recoger.

Sistema de pesado en carga superior / *Foto:* F. Blázquez

Contenedores recogidos por jornada. El número de contenedores recogidos por jornada depende de la capacidad de la caja del vehículo, así como de la

duración de la jornada. A modo de ejemplo, para la recogida de papel/cartón se pueden considerar los siguientes volúmenes recogidos en la tabla adjunta.

Volumen de las cajas

	Iglú	Carga trasera	Carga lateral
Capacidad del camión (m^3)	20	22	25

Fuente: Recomendaciones para el diseño de un servicio de recogida selectiva monomaterial de papel y cartón en contenedores. (Ecoembalajes España, S.A., mayo de 2008)

El límite en cada caso, dependerá de:

- **El volumen o la capacidad mecánica:** Se calcula el número de contenedores que se podrían recoger como máximo en cada porte que realice el camión:

$$\text{Nº contenedores por porte completo} = \frac{\text{Volumen de caja x compactación}}{\text{Volumen contenedor x \% de llenado}}$$

- **El tiempo útil de jornada:** el tiempo útil de jornada es el tiempo efectivamente dedicado a la recogida excluyendo desplazamientos a/desde cocheras, descansos, descargas, etc.
- **El tiempo necesario para efectuar un porte completo** (es decir llenado del camión) es la suma de tiempo no útil y el tiempo útil o de recogida que tarda el camión en recoger el número de contenedores por porte lleno del parámetro contenedor/hora y su capacidad de carga por volumen y compactación.
- **El número máximo de contenedores a vaciar por jornada** tendrá el limitante del tiempo de recogida. Éste será la suma de:
  - Tiempo del garaje/nave al primer contenedor.
  - Tiempo desde el primer contenedor al último contenedor.
  - Tiempo desde el último contenedor a la descarga.
  - Tiempo desde la descarga hasta el garaje/nave.
  - En caso de que haya más de un porte para la descarga, habría que sumar los tiempos adicionales que esto supone.
  - Tiempo dedicado al bocadillo.
  - Tiempo para subsanar posibles incidencias.
- **Cantidad recogida:** La cantidad recogida se podrá prever antes de poner en marcha el servicio, mediante la siguiente fórmula: Cantidad recogida (kg) = nº contenedores por jornada x porcentaje de llenado (m^3 /cont.) x densidad (kg/m^3)

Llenado de contenedores. Es obvio que el mayor aprovechamiento de los contenedores se da cuando los porcentajes de llenado son elevados siendo el óptimo recoger cuando estén llenos. Por tanto, donde esto se dé, se producirá un menor impacto ambiental y una disminución de los costes. La dificultad de ajustar las ubicaciones de manera que las aportaciones sean equivalentes en el tiempo para los diferentes contenedores y la necesidad de cubrir zonas con diferentes densidades y aportaciones, implica que esta solución óptima sea imposible en la práctica.

Desde este punto hasta situaciones de infraempleo de los contenedores con recogidas próximas al 25% de su capacidad útil, hay un recorrido donde se debe determinar un porcentaje de llenado que siendo alto, permita disponer de margen de maniobra, si no en términos individuales de cada contenedor, sí colectivos de todo el parque instalado. El porcentaje de llenado viene definido por la relación aportación (para una dotación dada) con dotación y frecuencia. El dimensionamiento de la frecuencia de recogida para una capacidad de contenedores instalada precisa definir el compromiso del nivel de llenado o volumen útil del contenedor.

Es importante destacar que este compromiso debe ser definido desde el punto de vista de la proporcionalidad entre el coste y la calidad/imagen del servicio. El grado de llenado de los contenedores es una incógnita que varía para cada unidad y para cada momento, de manera que sólo puede saberse a través de herramientas que nos informen del mismo en tiempo real. A nivel teórico, se puede solventar mediante el conocimiento de la densidad del material depositado y los kilogramos existentes en cada contenedor. A su vez, estos últimos serán la relación entre la aportación que realice cada persona y el número de personas que haya por contenedor, es decir, de la dotación.

Compactación en el vehículo de recogida. La recogida de residuos supone un elevado coste de transporte. Para reducirlo se suele compactar el residuo en el camión mediante mecanismos hidráulicos. En lo que a transporte y recogida se refiere, cuando se compra un vehículo se procura ir al límite superior; es un poco más caro, pero tiene aproximadamente las mismas dimensiones y proporciona más capacidad de carga en caso de necesidad.

El carrozado de estos vehículos, por el mismo criterio de maximizar el transporte, se suele realizar a la mayor capacidad posible con las limitaciones de dimensionamiento del vehículo, con lo que la diferencia en precio proviene del coste de unos centímetros de chapa. El límite de compactación más que a los mecanismos hidráulicos, estaría ligado a la necesidad posterior de tratamiento en instalación, de forma que ésta sea posible.

Tiempo de recogida. El máximo aprovechamiento de los equipos de recogida se produce cuando se consigue que vuelvan a su máxima carga, en el periodo que marca una jornada. En cualquier caso, suponiendo que el tiempo no destinado a recogida, es decir el de desplazamiento a planta para descarga, de bocadillo, etc. es independiente de la jornada total, en general el mayor interés es la prolongación de las jornadas hasta completar portes o viajes completos en número entero que resultará diferente para cada entidad, tipología y sistema de recogida. Este parámetro da juego para un mayor aprovechamiento de los equipos y para un ajuste de los mismos a cada caso concreto, en jornadas algo mayores o menores para conseguir portes completos y siempre que los trabajadores estén de acuerdo.

Frecuencia de recogida. La frecuencia de recogida será uno de los parámetros que más condicione económicamente el proyecto. Se ha de trabajar en el porcentaje de llenado al que queremos recoger más que en fijar unos días de recogida como tal. En este sentido, se ha de tener en cuenta que no se puede elegir la frecuencia de recogida óptima, sino que hay que elegir una frecuencia de recogida viable desde el punto de vista práctico y que sea políticamente aceptable.

En el caso de la fracción resto o de la recogida separada de la materia orgánica, dados los olores y los posibles problemas de salubridad, la frecuencia habrá de ser más elevada que en el caso de las recogidas separadas, independientemente del grado de llenado de los contenedores. Se deben controlar las rutas de recogida con objeto de observar y corregir las posibles anomalías que puedan surgir respecto a las previsiones efectuadas. Las frecuencias de recogida de determinados contenedores pueden ser recortadas o incrementadas si el porcentaje de llenado no es el esperado, en base a la información que aporten dichos controles.

Tamaño de los viales. En calles estrechas no podremos poner grandes contenedores y por ende no podrán acudir tampoco grandes vehículos.

Distancia a planta/vertedero. La distancia del último punto de la recogida a la descarga, puede hacer necesario el cambio en el diseño del sistema de recogida, de manera que en caso de largas distancias se primen los vehículos de elevado volumen y capacidad frente a los pequeños, así como los sistemas que hagan necesario la menor frecuencia posible de recogida. Si las distancias son muy elevadas y las cantidades a desplazar son muy importantes, se podrá considerar la inversión en un equipo de transporte o en la construcción de una estación de transferencia. En cualquier caso se tratará de organizar la ruta de forma que la distancia del último contenedor recogido a la descarga sea lo menor posible con el fin de reducir el consumo de combustible.

OPTIMIZACIÓN DE RUTAS

En los últimos tiempos se están llevando a cabo experiencias para la optimización de la recogida, entendiendo como tal la retirada de los contenedores cuando alcanzan un determinado grado de llenado mediante una ruta que consigue completar un vehículo de recogida en el tiempo que dura una jornada de trabajo. Este tipo de experiencias van ligadas a las recogidas separadas principalmente, dado que la fracción orgánica no puede ser retirada de manera muy espaciada por los problemas de olores y salubridad que pudiera suponer. En este sentido, comentar que las experiencias llevadas a cabo hasta el momento se centran en conseguir obtener el nivel de llenado de cada contenedor y trabajar en un programa que consiga reunir a los contenedores que tengan un nivel de llenado suficiente para hacer necesaria su recogida, consiguiendo que la misma se lleve a cabo con los menores medios posibles y en el tiempo más breve (considerando siempre que el conductor ha de cumplir su jornada de manera íntegra).

NIVEL DE RENDIMIENTO DE LOS VEHÍCULOS DE RECOGIDA Y MANTENIMIENTO

El nivel de control de rendimiento de los vehículos recolectores y de mantenimiento se realiza bajo dos aspectos:

1. Operacional: el rendimiento operacional de cada vehículo se realizará controlando los aspectos que se citan a continuación:
- Control diario del peso recogido: este control permitirá determinar el tanto por ciento aproximado de llenado de cada vehículo, y analizar la capacidad de compactación, así como otros aspectos de la recogida, pudiendo dar éstos lugar a modificaciones en la ubicación de los contenedores en las rutas o de ellas mismas.
- Control diario del número de contenedores recogidos con sus respectivos porcentajes de llenado y de los municipios en los que estaban éstos.
- Otras: posibles problemas en la carga y descarga de los contenedores por entorpecer el tráfico, dificultad de acceso al punto de recogida, aparcamiento de vehículos en doble fila, otros.

Estos aspectos pueden quedar recogidos a través de estadillos realizados manualmente, o bien a través de aplicaciones informáticas que cada vez con mayor frecuencia, se están instalando en los vehículos. En estos últimos, los conductores/operarios introducen los partes directamente en una PDA que descarga su contenido al final de la jornada en una terminal que centraliza y da valor añadido a todos los datos recogidos, mediante la creación de informes predefinidos de manera automática.

2. Mecánico: se controlarán los problemas mecánicos de los vehículos de recogida con el fin de controlar y optimizar el servicio, considerando:
- El mantenimiento de los vehículos.
- El rendimiento mecánico de los camiones.
- La previsión de las revisiones a efectuar periódicamente.

"Transponder" identificador del contenedor / *Foto:* F. Blázquez

Botonera de porcentaje de llenado / *Foto:* F. Blázquez

Pantalla táctil vehículo para la introducción de información / *Foto:* F. Blázquez

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se indica a continuación una breve reseña sobre la sensibilidad de los costes unitarios (euros/kg) a diferentes parámetros.

A la aportación: los costes unitarios de recogida se muestran especialmente sensibles a la variación de la aportación. Se aprecia una clara disminución de los costes unitarios en todos los sistemas de recogida según aumenta la aportación.

Al tiempo empleado por contenedor: el tiempo empleado en la recogida de cada contenedor, es otro de los parámetros de importancia en lo que se refiere al coste. Existe un incremento constante de los costes según se incrementa el tiempo de recogida.

Al tiempo de viaje: a mayor tiempo de viaje mayor coste unitario, ya que los medios no se emplean en recoger kilos sino en transportarlos.

Al índice de compactación: la compactación afecta sensiblemente a los costes, dada su relación con las cantidades transportadas, por ello, a mayor índice de compactación menores costes.

En este sentido, este parámetro es especialmente sensible para los envases ligeros dada su baja densidad.

A la variación de dotación: la dotación es uno de los parámetros de los que más depende el coste de la recogida separada. El coste disminuye sensiblemente al aumentar los habitantes por contenedor, siempre que colaboren con más intensidad en la recogida.

A la frecuencia de recogida: el coste unitario está también muy ligado a la variación en la frecuencia de recogida. Hay que hacer notar que el coste unitario aumenta al incrementar la frecuencia de recogida, siempre que esta variación no se traduzca en una mayor cantidad recogida.

RELACIÓN ENTRE GENERACIÓN, CONTENERIZACIÓN Y FRECUENCIA DE RECOGIDA

La relación entre generación, contenerización y frecuencias de recogida, se puede esquematizar de la siguiente forma:

- Si la generación es elevada y la contenerización es baja, las frecuencias deberán ser altas.
- Si la generación es elevada y la contenerización es alta, las frecuencias deberán ser medias-bajas.
- Si la generación es baja y la contenerización es baja, las frecuencias deberán ser medias-altas.
- Si la generación es baja y la contenerización es alta, las frecuencias deberán ser bajas.

Para el caso de la recogida de residuos orgánicos en España, y por razones climatológicas, la frecuencia será independiente de la relación generación-contenerización, dado que la necesidad de su recogida vendrá dada por un tema de olores y salud pública.

EJEMPLO DE DIMENSIONAMIENTO

A continuación se especifican algunos cálculos de dimensionamiento basados en un ejemplo práctico:

Para la recogida separada de envases ligeros en una ciudad de 400.000 hab. se implantan contenedores de carga lateral de 2.400 l con una dotación de 7,2 l/hab. Se prevé una aportación de 12,5 kg/hab. y año.

- **¿Con qué frecuencia mínima semanal habrá que realizar la recogida si se quiere recoger los contenedores al 70 %?**
- **¿Qué coeficiente de seguridad final obtenemos para dicha frecuencia?.**

Nota: se considerará como densidad del material de envases ligeros 25 kg/m^3.

- Al año se producirán: 400.000 hab. x 12,5 kg / (hab/año) = 5.000.000 kg/año.
- Esos kilos ocuparán al año: (5.000.000 kg/año / 25 kg/m^3) = 200.000 m^3.
- El volumen total disponible asciende a:
  400.000 hab. x 7,2 l/hab. = 2.880.000 l = 2.880 m^3.
- Como habrá que retirarlo al 70 % de su volumen: 2.880 m^3 x 0,7 = 2.016 m^3.
- 200.000 / 2.016 = 99,2 veces/año. Dado que el año tiene 52 semanas, y con objeto de obtener una frecuencia mínima semanal, habría que realizar la recogida dos veces a la semana: 104 días.
- Con ello, el coeficiente de seguridad real, sería de:
  Si recogiéramos al 100 %: 200.000 / 2.880 = 69,4 veces/año.
- Luego el coeficiente sería: 104/69,4 = 1,5.

Análisis de costes y aplicación práctica

Pilar Vázquez Palacios e Ignacio Aguilar Pastor.
Asociación Nacional de Empresas Públicas del Medio Ambiente.

- Introducción 327
- El diseño del sistema de costes..... 329
  - El mapa de actividades y las tipologías de residuos..... 329
  - El control de producción o el control del servicio..... 330
  - Los indicadores y el cuadro de mando..... 330
- Los costes del servicio..... 333
  - La composición de los costes..... 333
  - El modelo de imputación de costes..... 334
- Ejemplo de dimensionamiento y valoración de un servicio. El euro por servicio y el euro por tonelada..... 339
  - Análisis de la información. Producción de residuos..... 339
- Anexo para el cálculo de la amortización..... 351

INTRODUCCIÓN

En un entorno competitivo y cambiante, es necesario tener la máxima información no sólo de los servicios finales que se prestan o de los costes en su conjunto, desde la perspectiva presupuestaria, sino que es preciso conocer de forma pormenorizada los distintos procesos y la eficiencia y las cargas de los mismos, de forma que se puedan tomar decisiones con rapidez, realizar modificaciones, anticiparse o evaluar escenarios futuros. Los factores externos, las nuevas tecnologías y las demandas de calidad, las medioambientales y de competitividad juegan un papel fundamental en los costes internos que deben ser gestionados de cara a lograr los objetivos de la organización y a posicionarse de manera competitiva.

Por otro lado, las dificultades para evaluar globalmente la gestión de residuos son numerosas: las diferencias entre las ciudades, las características y morfologías urbanas, la densidad de población, la dispersión, la amplitud de servicios, los modelos aplicados y las frecuencias, son factores que intervienen en el diseño del servicio y, por tanto, en los costes. La gestión de los residuos ha evolucionado además, hacia la separación de más fracciones, mayor tecnología y mayor complejidad y, por tanto, la planificación y establecimiento de objetivos estratégicos y operativos son fundamentales para lograr la viabilidad y la permanencia.

Es de vital importancia pues, disponer de un mapa de actividades y un sistema de indicadores alineado con los objetivos y dirigido a la toma de decisiones. El desarrollo del control de gestión y de la contabilidad de costes debe permitir conocer si los costes y los procesos son eficientes, evaluar las posibles desviaciones y mejorar la toma de decisiones. Para la puesta en marcha de nuevas tecnologías y nuevos procesos y métodos se hace necesario tener información suficiente.

Los ratios generales en relación a las unidades físicas totales (Tm.) y a la población (habitantes) tienen limitaciones, ya que no registran la complejidad de las actividades que dentro de la prestación del servicio se desarrollan. Es preciso, por ello, diseñar un sistema que incluya un mayor detalle de los costes y de los principales factores y "colectores de gasto" que intervienen en los procesos.

EL DISEÑO DEL SISTEMA DE COSTES

EL MAPA DE ACTIVIDADES Y LAS TIPOLOGÍAS DE RESIDUOS

Para analizar los costes de la gestión, es fundamental establecer un buen sistema de imputación, sencillo, y que esté diseñado de acuerdo con los objetivos que se plantean, alineado tanto con los objetivos estratégicos como con los operativos de la organización y que sirvan de soporte a la toma de decisiones. Por ello, en primer término hay que elaborar el mapa de actividades de la gestión que incluya todos los procesos que conducen a la prestación del servicio. El análisis de los costes por actividades y su mapa ha de incluir los modos de operar y la utilización de distintos métodos o tecnologías, siendo necesaria la referencia al tipo de residuo que se gestiona. Debe existir una normalización interna y, en este sentido, la codificación de las actividades del mapa se utilizará tanto en control de trabajo del servicio como en las herramientas de obtención de costes.

Ejemplo de mapa de actividades

Código	Actividad	Código	Actividad
201	Recogida RS trasera	208	Recogida selectiva
202	Recogida RS lateral	2081	Papel/cartón
203	Lavado contenedores trasera	2082	Envases
204	Lavado contenedores lateral	2083	Vidrio
205	Manto. Contenedores	209	Punto Limpio A
206	Lavado exterior contenedores	210	Recogida voluminosos

Fuente: elaboración propia

EL CONTROL DE PRODUCCIÓN O EL CONTROL DEL SERVICIO

Está estrechamente relacionado con el mapa de actividades que se ha elaborado, en el que se han identificado los principales procesos. Es fundamental que los procedimientos diseñados para recoger los datos, utilicen herramientas y tecnologías sencillas que conduzcan a una información completa y coherente. A tener en cuenta:

- Información relevante. Datos esenciales que respondan a los principales procesos y áreas críticas.
- Información precisa y fiable. Datos claros y comparables.
- Información ágil para modificar e intervenir en las decisiones. Datos sistematizados y focalizados.

¿Qué parámetros debemos considerar?

- ¿Qué equipamientos, recorridos y frecuencias?

¿Cuáles son las tecnologías?

- ¿Recogidas laterales, traseras, neumáticas?

¿Con qué métodos y modelos operamos o queremos trabajar?

- Sistemas de contenedores en acera, áreas de aportación, etc.
- Cuartos de basura.
- Puntos limpios.

¿Con qué modelos de gestión?

- ¿Con qué número de fracciones?
- ¿Qué tipo de separación en origen y destino?
- ¿Con qué tratamiento y modo de eliminación?

LOS INDICADORES Y EL CUADRO DE MANDO

El control de la gestión ha de incluir necesariamente una batería de indicadores del servicio que nutrirán el cuadro de mando final. Un indicador relaciona siempre dos variables de la gestión, no es, simplemente, el registro de un valor absoluto. Se deben de tener en cuenta distintos tipos de indicadores:

- Indicadores de eficacia o satisfacción ciudadana y, en general, los indicadores dirigidos a los grupos de interés. En este sentido el *Global Reporting Initiative*[2] ofrece una herramienta dirigida a establecerlos en función de esos grupos. Por otro lado, los principios de Responsabilidad Social Corporativa (RSC) los ponen en conexión con los principales riesgos de la actividad.
- Indicadores económicos que recogen informaciones tales como el coste de las actividades y el coste unitario en relación con las unidades físicas (toneladas o actuaciones) o con la población.
- Indicadores ambientales. Aunque pueden formar parte de las baterías anteriores, no deben olvidarse los que tienen relación con la Agenda 21.
- Indicadores de eficiencia o de operativa interna. Relacionados con la productividad/hora y con el coste/hora.
- Indicadores de entorno. Recogen variables o factores externos que influyen en la realización del servicio. La Federación Española de Municipios tiene elaborado un estudio en colaboración con Universidades y Ayuntamientos que recoge un completo cuadro de indicadores de la gestión de residuos[3].

2 *Global Reporting Initiative* es una institución independiente que creó el primer estándar mundial para la elaboración de memorias de sostenibilidad. Es un centro oficial de colaboración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

3 Federación Española de Municipios y Provincias: *Guía para la implantación de un sistema de costes en la Admón. Local, 2004.*

Ejemplo de tipos de indicadores

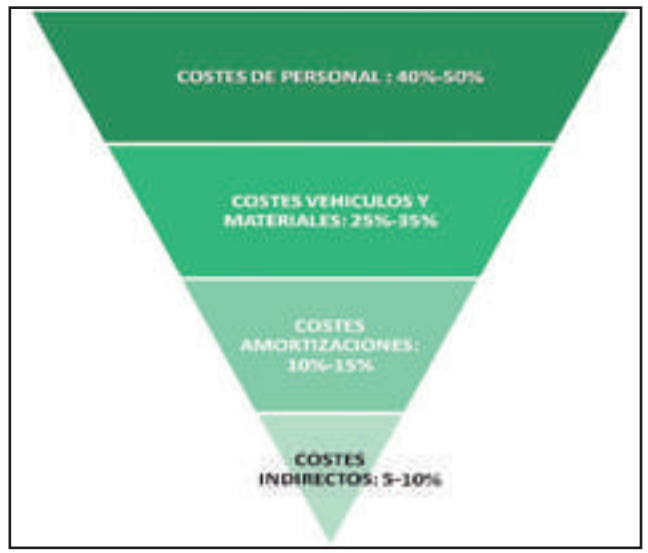
Indicadores	Eficiencia/ operativa	Eficiencia/ económica	Eficacia/ Grupos de interés	Ambientales/ Agenda 21
Periodicidad de recogida: Días recogida/semana.	X		X	
Eficiencia de la recogida : Tm. recogidas/horas efectivas.	X			
Grado de aprovechamiento del contenedor: Tm.por recogida/volumen contenedores.	X			
Limpieza de contenedores: Nº de lavados/ contenedores/año.			X	
Coste de la recogida de envases: Coste recogida envases/Tm. recogidas.	X	X	X	X
Índice de recogida selectiva: Tm. Recogida selectiva/Tm. residuos totales.			X	X
Índice de Puntos limpios: Nº habitantes/Nº Puntos limpios.			X	X
Coste de la eliminación: Coste de la eliminación/Tm. residuos totales.	X	X	X	X
Disposición de contenedores: Volumen de contenedores/ habitantes.	X		X	

Fuente: elaboración propia

LOS COSTES DEL SERVICIO

LA COMPOSICIÓN DE LOS COSTES

La contabilidad financiera o la presupuestaria nos da una clasificación de los gastos por naturaleza (Plan General de Contabilidad), que pueden ser condensados en varios grandes grupos: gastos de personal, aprovisionamientos, suministros y servicios exteriores, amortizaciones, y gastos financieros. Obtenemos así una información por la procedencia de distintos tipos de gasto que pueden intervenir y tener distintas funciones en la cadena de valor. En recogida de residuos una distribución típica es la que representa el gráfico adjunto.



Los costes analíticos hacen referencia, sin embargo, a los procesos y ofrecen información relativa a las operaciones o actividades. A través de ellos, se puede conocer el peso específico que cada una de ellas tiene en el conjunto del servicio que se presta y permite evaluar la aportación de valor o de carga que supone en la totalidad, y tomar decisiones o medidas de control.

La contabilidad de gestión o de costes, por su parte, proporcionará informaciones sobre procesos o actividades (lavado de contenedores, recogida de residuos), incluyendo el tipo de tecnología si se diseña de ese modo (lateral, neumática, trasera), sobre áreas (Punto Limpio, Taller), por identificación con la tarea u operación (directos o indirectos de mano de obra, o de aprovisionamientos, o generales) y, finalmente, por tipología de residuo (orgánico, en masa, vidrio, etc.).

Ejemplo de Estructura de Costes según actividades y modo de recogida.

	APROVISION.	G. PERS.DIR.	G.PERS.IND.	AMORTIZ.	G.GTOS.EXP.	TOTAL	INDICADOR	INDICADOR DE COSTE	NOMAL	COSTE/ HORA	INDICADOR HORA
LR201 RECOGIDA TRASERA							T.m.	€/T.m.			T.m./hora
LR202 RECOGIDA LATERAL							T.m.	€/T.m.			T.m./hora
LR203 LAVADO CONTEN. TRASERA							lavados	€/lavado			lavados/hora
LR204 LAVADO CONTEN. LATERAL							lavados	€/lavado			lavados/hora
LR205 MANTO.CONTENEDORES							actuac.	€/actuac.			actuac./hora
LR206 RECOGIDA MUEBLES							recogidas	€/recogida			recogidas/hora
LR207 P.L. A							T.m.	€/T.m.			T.m./hora
LR208 RECOGIDA SELECTIVA											
LR209 OTROS RECOGIDA											
LR210 P.L. B							T.m.	€/T.m.			
LR211 P.L. C							T.m.	€/T.m.			
LR212 LAVADO EXT. CONT.							lavados	€/lavado			lavados/hora
LR213 P.L. D							T.m.	€/T.m.			T.m./hora
TOTAL R.S.U.											

Fuente: elaboración propia

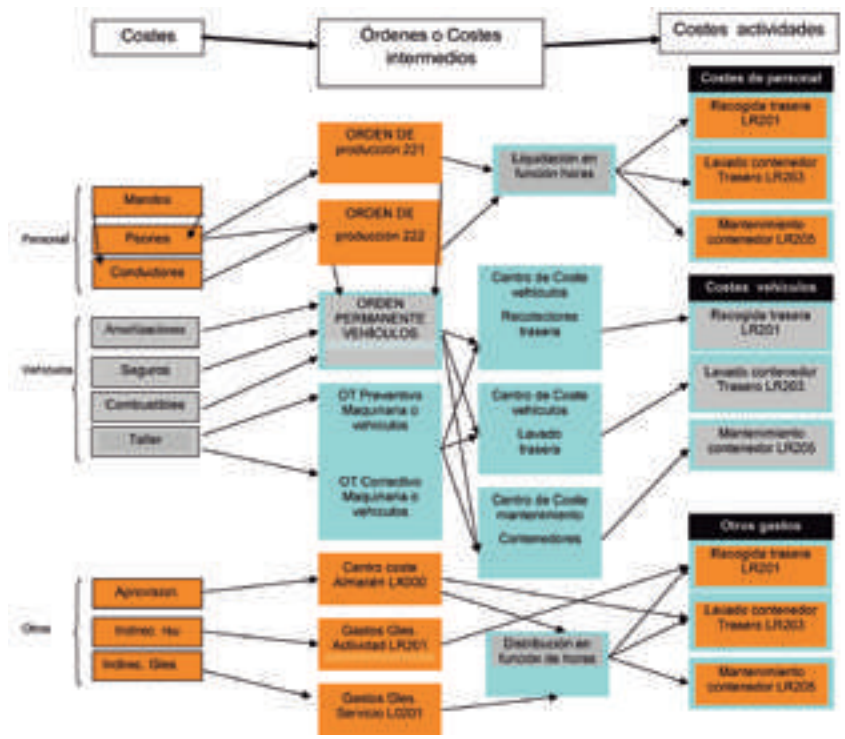
EL MODELO DE IMPUTACIÓN DE COSTES

El modelo de imputación de costes ha de tener en cuenta tanto la asignación de costes directos como los indirectos. Una vez elaborado el mapa de actividades y tomada la decisión sobre el tipo de información que se necesita, es conveniente establecer los grandes colectores de coste intermedios o finalistas que resultan apropiados y, en este orden de cosas, hay que identificar las diferentes magnitudes de personal o materiales que intervienen en los procesos. Los costes directos que se identifican fácilmente con la actividad son fáciles de asignar. Para los costes indirectos hay que encontrar los inductores de coste adecuados. Algunas consideraciones a tener en cuenta son:

1. La imputación de los gastos de personal puede hacerse estableciendo previamente tres grandes centros de costes de personal, en la contabilidad financiera, a la hora de contabilizar las nóminas: uno para los peones o categorías similares que puedan tener funciones parecidas en las actividades; otro para los conductores, que en ocasiones son la única mano de obra

asignable a la actividad (por ejemplo en la recogida lateral), y un tercero para los mandos intermedios. El coste de estos últimos debe distribuirse entre las otras categorías en función de las horas de trabajo para ser imputado, a su vez, entre las distintas actividades.

No parece conveniente crear tantos centros como categorías profesionales existentes, excepto cuando alguna actividad final está constituida exclusivamente por la aportación de personal de una de ellas. Es razonable, sin embargo, diseñar un centro de coste para personal que tenga nocturnidad frente al que no la tiene (peones día, peones noche). No se debe crear un desglose por categorías que complique enormemente la gestión contable. La separación sólo tiene sentido si las categorías profesionales están definidas por la diferencia en relación a la tarea que realizan. Los gastos de personal se "notifican" a la orden de producción correspondiente a la actividad que desarrollan con un precio medio por hora y, desde la orden de producción, en función de las horas de trabajo se asignan a la actividad. Hay que tener en cuenta que ese precio medio del centro de coste recoge promedios de antigüedad, absentismo, etc. que sólo tendría sentido separar si por alguna razón (poco probable) la actividad necesitase de alguna característica especial o si el absentismo se produjera única y exclusivamente en razón del trabajo que se realiza.



2. Una parte importante de los costes la constituyen los gastos asociados a la utilización de vehículos y maquinaria. La contabilidad de costes debe permitir obtener informaciones individualizadas por vehículo y por tipología de vehículos. En el primero de los casos, posibilitará la comparabilidad entre marcas y modelos y el conocimiento de la evolución de un equipo. El centro colector de costes del conjunto de vehículos de un tipo servirá para obtener el coste promedio a imputar a las distintas actividades en función de las horas de trabajo. En ocasiones, el centro de coste intermedio se asigna con la totalidad de sus costes a una única actividad con la que está identificado (se trata de costes directos). En otras ocasiones, los costes de ese centro se repartirán en función de un inductor (normalmente las horas de trabajo) ya que los vehículos de ese centro o colector trabajan para distintas actividades. La imputación mediante un coste promedio permite incluir los costes de inactividad y no penaliza ninguna de ellas por factores como pueden ser las distintas antigüedades de los vehículos o las desigualdades en reparaciones entre diversas marcas.
3. El modelo queda enormemente simplificado si se mantiene una "orden permanente" abierta durante todo el ejercicio económico, contra la cual se notifican todos los gastos (amortizaciones, seguros, reparaciones) y las horas de trabajo de taller aplicadas al vehículo, en lugar de abrir y cerrar ordenes de trabajo para cada operación, cuestión que complica el trabajo administrativo. En las órdenes de cada vehículo, deben notificarse, asimismo, las horas de trabajo que realiza para la actividad (procedentes de la orden de producción) y los kilometrajes realizados o las horas de máquina en su caso. La existencia de los conocidos sistemas de ayuda a la explotación automatizados, que además de localizar las flotas, recogen en bases de datos los recorridos realizados, los contenedores vaciados o lavados, etc., permiten perfeccionar el sistema y evitar datos erróneos y complejidad administrativa.
4. Los colectores de costes intermedios, con las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo o correctivo, pueden permitir obtener otros datos o informaciones para mejorar las decisiones, y conocer en qué partes del vehículo (eléctrico, hidráulico, chasis, caja, etc.) se están aplicando los recursos y los costes.
5. La imputación del resto de los gastos de explotación, así como otros gastos, los financieros etc., se hará en función de su categoría como gastos directos de la actividad, como gastos del servicio o como gastos de la organización o de la empresa. Los asignados directamente por ser perfectamente identificables con la actividad, no ofrecen problemas ya que pueden ser imputados desde la contabilidad financiera.
6. Los gastos de aprovisionamientos que tienen entrada en almacén, se imputarán a la salida del mismo. Pasan por el centro de costes intermedios que es el almacén (en la figura LX000), pudiendo asignarse directamente a la actividad o ser objeto de una distribución en función de las horas de trabajo.
7. Para la asignación del resto de los gastos indirectos, sean del servicio o de la organización, deben buscarse los inductores de costes. El conocido sistema de costes por actividades (Activity Based Costing o sistema ABC), es una herramienta que permite la asignación de acuerdo con la cantidad de trabajo o recursos aportados a las distintas actividades. La utilización de porcentajes de gastos generales a adicionar al resto de los costes es más apropiada para la realización de estimaciones o previsiones de costes, basándose en el conocimiento proporcionado por los costes históricos.

EJEMPLO DE DIMENSIONAMIENTO Y VALORACIÓN DE UN SERVICIO. EL EURO POR SERVICIO Y EL EURO POR TONELADA

Como aplicación práctica del dimensionamiento y valoración de un servicio se analiza, en una comarca con una densidad de población baja compuesta por varios municipios, la recogida de los residuos mezclados (fracción resto) y la transferencia de éstos desde uno de los municipios donde se recepcionan los residuos en una estación de transferencia hasta la planta de tratamiento. Se pretende que el lector pueda analizar los costes de un servicio en función de la morfología de los municipios, los condicionantes del contrato, la calidad de servicio exigido por los municipios, etc.

En el ejemplo se estudian, de forma desglosada, los diferentes costes tanto de recogida como de transferencia que tiene la comarca. Para conocer el coste de los distintos servicios se analizan los costes de personal, los de equipos móviles, los de equipamiento y los de las instalaciones. Para calcular los costes se tiene en cuenta el número de contenedores que tiene cada municipio, la producción de residuos, la morfología de los municipios, la frecuencia de recogida, así como los vehículos a utilizar. Además, se tendrá en cuenta la amortización de las instalaciones, maquinaria y equipos móviles, la financiación y seguros de éstos así como los costes de combustible, de mantenimiento, de electricidad, etc., para llegar finalmente a un coste en **euro por servicio** y **euro por tonelada.**

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS

La comarca de este ejemplo la forman 15 municipios con una población de 23.202 habitantes. La recogida de estos municipios se organiza mediante el servicio de tres circuitos de recogida de carga trasera que recogen los residuos

de la fracción resto en horario de 6 a 13 horas todos los días de la semana salvo los domingos y festivos. Estos circuitos tienen origen y final en el municipio de la comarca donde se ubica la estación de transferencia que recepciona anualmente, además de los residuos recogidos en la comarca, 17.000 t. de otro municipio del que sólo se gestiona la transferencia. La transferencia se lleva a cabo todos los días de la semana salvo domingos y festivos en horario de 8 a 15 horas y el residuo se transfiere al centro de tratamiento que dista 77 kilómetros.

Diariamente en los municipios se generan 1,288 kg./habitante de residuo de fracción resto proveniente de los residuos en domicilios, pequeño comercio, limpieza viaria y jardines y residuos municipales asimilables a domésticos generados en las empresas. En todos los municipios se encuentra implantado un sistema de recogida separada para las fracciones de vidrio, papel y envases ligeros, aunque para simplificar el ejemplo sólo se analizará el servicio de recogida y transferencia de la fracción resto. En la primera tabla adjunta se muestra la población de cada municipio así como su distancia al municipio "A" que es donde se ubica la estación de transferencia. También se indica los contenedores dispuestos en cada uno de ellos (todos ellos de la misma capacidad), la frecuencia de recogida y el ratio de contenerización.

La configuración de los itinerarios de los circuitos se realiza teniendo en cuenta la ubicación de los municipios, los kilogramos generados cada día, los contenedores recogidos y el tiempo que se necesita para la realización del servicio. Los valores medios se muestran en la segunda tabla adjunta.

Habitantes, frecuencia y ratios de contenerización de la comarca

Municipio	Habitantes	Distancia al municipio "A" (km)	Contenedores Fracción Resto (800 lt.)	Frecuencia de recogida (días/semana)	Ratio de contenerización (litros/habitante)
A	6.848	0	399	6/7	47
B	1.130	11	45	6/7	32
C	5.772	9	266	6/7	37
D	578	28	33	6/7	46
E	598	22	37	6/7	49
F	802	26	35	6/7	35
G	1.615	23	52	6/7	26
H	626	9	32	6/7	41
I	1.241	23	56	6/7	36
J	471	32	26	6/7	44
K	2.621	18	160	6/7	49
L	163	20	12	3/7	59
M	510	31	31	3/7	49
N	110	29	19	3/7	138
O	117	23	8	3/7	55
TOTAL	**23.202**		**1.211**		

Configuración de los circuitos

Circuito	Municipios recogidos	Contenedores recogidos	Distancia recorrida (km.)	Generación media diaria de residuo resto (kg.)
1	A y B.	444	74	10.276
2	C, D, E y F.	371	126	9.982
3	G, H, I, J, K, L, M.	369	155	9.334
3 bis*	G, H, I, J, K, N, O.	353	167	8.760

(*) El circuito 3 bis es el circuito 3 pero cambia los municipios L y M por N y O que se recoge en días alternos

Para dimensionar correctamente los circuitos de recogida éstos deben ser capaces de poder recoger un 40% más del residuo generado diariamente dado que al año habrá 52 días de recogida después de domingos y 15 días después de festivos en los que no hay recogida. Además se tendrá en cuenta el incremento de residuos en la época estival, vacacional o ferial. De esta forma los Circuitos 1, 2, 3 y 3 bis tendrán una producción máxima de 14.386 kg., 13.975 kg., 13.068 kg. y 12.264 kg. respectivamente.

Dado que una relación de compactación de 0,4 a 0,6 t/m^3 es un dato válido para este tipo de residuo, para el Circuito 1, debido a la cercanía a la estación de transferencia que permita una descarga intermedia en la jornada, se tendrá un camión de dos ejes con una caja que cubique 16,5 m^3. Para los Circuitos 2 y 3 se tendrá un camión de 3 ejes con caja recolectora de 23 m^3. Se necesita un vehículo de reserva de tres ejes y 23 m^3 que cubra las averías y mantenimientos del resto de vehículos. Respecto a la transferencia, teniendo en cuenta que tenemos que transferir anualmente 10.908 t. generadas en la comarca[4] y 17.000 t. generadas en un municipio no perteneciente a la comarca de 36.000 habitantes en 298 días de trabajo, al no transferir en domingos y festivos, transferiremos al día una media de 93.651 kg.

La estación de transferencia es de carga directa sin procesamiento y el residuo se almacena mediante piso móvil que permite el transporte de 24.000 kg. Por lo que la transferencia, quedará cubierta con el transporte diario de 4 pisos móviles al centro de tratamiento. Se dispone de dos cabezas tractoras y de cuatro pisos móviles de 90 m^3 de capacidad y siempre habrá dos pisos móviles bajo tolva ya que la entrada de residuos del municipio no perteneciente a la comarca se realiza de 7 a 12 horas de la mañana.

4 Calculado a partir de (23.202 habitantes * 1,288 kg/hab.día *365 días /1.000 kg/t)

Coste de personal. Para el cálculo de personal se define la plantilla equivalente, que es el número de operarios necesarios para cubrir los puestos de trabajo, teniendo en cuenta las vacaciones, permisos, absentismos, etc., para lo cual debemos definir el coeficiente de cobertura que es el coeficiente que nos transforma los puestos de trabajo en plantilla. Para saber el coeficiente de cobertura de un puesto de trabajo debemos conocer el número de días de trabajo efectivo, días en los que un operario tiene obligación de asistir y cubrir su puesto de trabajo conforme al convenio colectivo. En la tabla siguiente se calculan los días de trabajo efectivo por trabajador.

Días efectivos anuales de trabajo

Cálculo de los días de trabajo	Días
Domingos	52
Festivos	15
Vacaciones (4 quincenas menos los 8 domingos de las quincenas)	52
Días de licencia autorizados por convenio	5
Absentismo (5% estimado)	12
Días efectivos anuales de trabajo	229

Como se presta un trabajo de lunes a sábado los días al año sin domingos y sin festivos serán: 365 días – 52 domingos – 15 festivos = 298 días al año. Por lo tanto, 298 / 229 = 1,30 trabajadores son necesarios para cubrir el puesto de trabajo Esto es lo que se denomina coeficiente de cobertura, así que se necesitará un 30% más de plantilla para cubrir los puestos de trabajo.

En el ejemplo los puestos de trabajo serán: un responsable, los conductores tanto de los tres circuitos de recogida que salen de lunes a sábado como los de transferencia de los residuos, que deberán transferir los residuos generados en esa comarca más los que le llegan procedente de otro municipio de fuera, y los dos peones que forman cada uno de los circuitos de recogida. Por lo tanto, será necesario 1 responsable, 5 conductores y 6 peones a los que habrá que aplicar el coeficiente de cobertura para conocer la plantilla equivalente por lo que quedará finalmente; 1 responsable, 7 conductores y 8 peones. Es decir, para la recogida necesitaríamos 4 conductores y 8 peones y para la transferencia 3 conductores, compartiendo ambas actividades el encargado al 50%. Las horas estipuladas según convenio son 1.687 horas anuales que corresponde a 7 horas diarias los 241 días efectivos de trabajo (se excluye el absentismo). El coste de personal se refleja en la tabla adjunta.

Coste de personal

Categoría	Coste anual unitario (€/año)	Coste hora (€/h)	Coste total anual (€/año)
Encargado (1)	42.175	25,0	42.175
Conductor Recogida (4)	37.958	22,5	151.832
Conductor Transferencia (3)	37.958	22,5	113.874
Peón (8)	32.053	19,0	256.424

En el coste de personal está incluido el salario, la seguridad social, la antigüedad (se ha considerado una antigüedad media de 4 trienios que repercute un 10% sobre el sueldo), el absentismo, el coste de vestuario, EPI´s y el coste del seguro y del servicio de prevención valorado en 350 € por operario. La incidencia que tiene el personal en el servicio de recogida y transferencia se indica en la tabla siguiente.

Incidencia del personal en el coste del servicio

Categoría	Coste del servicio (€/año)	(€/t.)	(€/habitante)
Recogida (23.202 hab. y 10.908 t.)	429.344	39,36	18,50
Transferencia (59.202 hab. y 27.908 t.)	134.962	4,84	2,28

Coste de los equipos móviles, equipamiento e instalaciones

a. Equipos móviles

Para realizar el servicio de recogida de los tres circuitos se utilizan 4 vehículos recolectores, tres de ellos de tres ejes y una caja de 23 m³ y uno de dos ejes con una caja de 16´5 m³ de capacidad, uno de los vehículos de tres ejes quedará en las cocheras como vehículo de sustitución para cualquier incidencia, averías, mantenimientos, etc. Dado que las reparaciones de estos vehículos requieren personal y equipamiento especializado en esta instalación los vehículos recolectores son de renting, de esta forma no se hace necesario ningún mecánico ni

equipo específico para las reparaciones dado que en la zona tampoco hay talleres especializados. Además, el encargado de la estación de transferencia dispondrá de un furgón, también de renting, que le permitirá colocar contenedores, visitar los municipios, comprar material, etc. En la siguiente tabla se muestra la repercusión de los vehículos que afectan a la recogida.

Coste de los vehículos de recogida

Vehículos	Coste mensual (€/mes)	Nº de unidades	Horas/año (298 días al año y 7 horas/día)	Coste total anual (€/año)
Recolector de 2 ejes y caja de 16´5 m³	3.763	1	2.086	45.156
Recolector de 3 ejes y caja de 23 m³	4.122	3*	4.172	148.392
Furgón	697	1	*40.000 km/a	8.364
TOTAL				**201.912**

(*) Son 3 vehículos porque uno es de sustitución, no computa en horas pero sí en coste

De esta forma ya se podrá calcular la repercusión que tienen los equipos móviles en la recogida.

Coste de la recogida por tonelada: 201.912 € / 10.908 t. = **18,51 €/t.**

Coste de la recogida por habitante: 201.912 € / 23.202 hab. = **8,70 €/hab.**

Además, habrá que tener en cuenta el coste del combustible, dado que los demás gastos como seguro, lubricantes, filtros, neumáticos, etc., salvo alguna reparación que no cubra el seguro, vendrán cubiertos por la cuota mensual del renting. Los costes de combustible se muestran en la tabla adjunta.

Coste del combustible de la recogida

Vehículos	Horas/año (298 días al año y 7 horas/día)	Consumo (lt./h.) ó (lt./100 km.)	Coste total anual (1,2 €/lt.) (€/año)
Recolector 2 ejes y caja de 16´5 m³	2.086	9	22.529
Recolector de 3 ejes y caja de 23 m³	4.172	11	55.070
Furgón	*40.000 km.	6	2.880
TOTAL			**80.479**

De esta forma ya se podrá calcular la repercusión que tiene el combustible de los equipos móviles en la recogida.

Coste de la recogida por tonelada: 80.479 € / 10.908 t. = **7,38 €/t.**

Coste de la recogida por habitante: 80.479 € / 23.202 hab. = **3,47 €/hab.**

Para realizar la transferencia se utilizan dos cabezas tractoras y cuatro pisos móviles, en este caso estos vehículos se han adquirido por lo que deberán ser amortizados con un interés de amortización del 3% en 8 años. A los pisos móviles se les cambiará el suelo del piso móvil debido a la abrasión y corrosión que ha producido el residuo a la mitad del período de amortización. En la de más abajo se muestra la repercusión que tiene sobre el coste de la transferencia las cabezas tractoras y los pisos móviles.

Coste de equipos móviles de transferencia

Concepto del coste	Unidad	Cabezas Tractoras	Pisos Móviles	Total (€/ año)
Unidades	€/ud.	2 a 97.000	4 a 85.000	
Amortización (a 8 años e interés al 3%)*	€/año	27.306	47.856	75.162
Distancia recorrida al día: 77 km. x 2 (ida y vuelta) x 4 viajes día	km/día	616		
Horas al año: 616 km./día x 298 día/año a 60 km/h	h/año	3.059		
Consumo de gasoil: 17 lt./h. en 3.059 hora a 1,2 €/lt.	€/año	62.404		62.404
Mantenimiento y reparaciones cabezas tractoras (3%)	€/año	2.910 x 2		5.820
Mantenimiento y reparaciones pisos móviles (5%)	€/año		4.250 x 4	17.000
Neumáticos de cabezas tractoras y pisos móv. 5 €/h.	€/año	15.295		15.295
Lubricantes 1 €/h.	€/año	3.059		3.059
Seguros 1,5 €/h.	€/año	4.589		4.589
TOTAL				**183.329**
Coste de equipos móviles de transferencia por tonelada transferida (27.908 t.) (€/t.)				**6,57**
Coste de equipos móviles de transferencia por habitante (59.202 hab.) (€/hab.)				**3,10**

*Ver anexo para el cálculo de la amortización

b. Equipamiento

Se necesitará conocer la repercusión que tienen los 1.211 contenedores de 800 litros ubicados en las calles de los municipios, para lo cual se supondrá una tasa de reposición anual del 10% por deterioro, quema, rotura, etc. y una amortización en 8 años y un interés de amortización del 3% (financiación). Además, en este apartado se incluirá el coste del lavado realizado por una empresa exter-

na. Para saber el coste del lavado se ha considerado los 24 lavados al año que se realizan, 200 contenedores al día lavados y un camión lavadora de contenedores con un conductor y un peón que trabajan al año 145 días lavando 7 h/día, lo que implica 1.015 h./año a un coste horario del equipo con vehículo de 86 €/h. Esto supone un coste por lavado de 3 €/contenedor (86 euros/h * 7 h/día /200 lavados/día = 3 €/ lavado contenedor).

Repercusión de los contenedores

Concepto del coste	Total (€/año)
Unidades: 1.211 contenedores a 120 €/contenedor.	
Amortización contenedores (a 8 años e interés al 3%)*.	20.454
Coste de mantenimiento anual por reposición (10% del valor de compra).	14.532
Coste del lavado: 3 €/contenedor y lavado.	87.192
TOTAL	**122.178**
Coste de la contenerización (10.908 t.) (€/t.).	**11,20**
Coste de la contenerización (23.202 hab.) (€/hab.).	**5,27**

(*) Ver anexo para el cálculo de la amortización

c. Instalaciones

Para el correcto desarrollo del servicio se necesita unas instalaciones que contienen una planta de transferencia con dos tolvas para descargar los residuos por gravedad de los recolectores a los pisos móviles, báscula para pesaje, cocheras para seis camiones, lavadero de vehículos, talleres, oficinas y almacén y cocheras de turismos para trabajadores y jardines. Esta instalación tiene un valor de 350.000 euros y se amortiza en 20 años y habrá que calcular los costes principales de la instalación conforme se hallan en la tabla adjunta.

Coste de las instalaciones

Concepto del coste	Total (€/año)
Amortización de la Instalación de la Planta de Transferencia (a 20 años e interés al 3%) (€/año)*.	23.293
Mantenimiento y reparaciones (1% del valor).	3.500
Iluminación.	3.600
Agua.	1.800
TOTAL	**32.193**
Coste de instalaciones en recogida por tonelada (50% del total). (10.908 t.) (€/t.).	**1,48**
Coste de instalaciones en transferencia por tonelada (50% del total) (27.908 t.) (€/t.).	**0,58**
Coste de instalaciones en recogida por habitante (50% del total) (23.202 hab.) (€/hab.).	**0,69**
Coste de instalaciones en transferencia por habitante (50% del total) (59.202 hab.) (€/hab.).	**0,27**

(*) Ver anexo para el cálculo de la amortización

Resumen de los costes

a. Costes de recogida

Resumen de los costes de recogida

Concepto del coste	Total (€/año)	Coste por tonelada (€/t.)	Coste por habitante (€/hab.)
Personal	429.344	39,36	18,50
Equipos móviles	201.912	18,51	8,70
Combustibles	80.479	7,38	3,47
Contenedores	122.178	11,20	5,27
Instalaciones	16.097	1,48	0,69
TOTAL	850.010	77,93	36,63
Gastos generales (13%)	110.501	10,13	4,76
Beneficio Industrial (6%)	51.001	4,68	2,20
TOTAL Coste de Recogida	**1.011.512**	**92,74**	**43,59**

b. Costes de transferencia

Resumen de los costes de transferencia

Concepto del coste	Total (€/año)	Coste por tonelada (€/t.)	Coste por habitante (€/hab.)
Personal	134.962	4,84	2,28
Equipos móviles	183.329	6,57	3,10
Instalaciones	16.097	0,58	0,27
TOTAL	334.388	11´99	5,65
Gastos generales (13%)	43.470	1,56	0,73
Beneficio Industrial (6%)	20.063	0,72	0,34
TOTAL Coste de Transferencia	**397.921**	**14,27**	**6,72**

ANEXO PARA EL CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN

A continuación se explica el cálculo de la amortización a través de una hoja de cálculo. Suponiendo que:

C: es el importe prestado.
i: es el tipo de interés anual de la financiación (%).
n: el número de pagos (en mensualidades).

El cálculo mediante la hoja de cálculo se realiza a través de la fórmula **PAGO** en la que se han de introducir básicamente los parámetros indicados anteriormente separados por "**;**".

= PAGO (i / 12 ; n ; - C)

El resultado de esta fórmula es la cantidad mensual a pagar; por lo tanto la amortización anual será el resultado de multiplicar el valor obtenido anteriormente por 12.

Por ejemplo, para calcular la amortización anual de las cabezas tractoras se llevaría a cabo de la siguiente forma:

Concepto de amortización	Importe del préstamo C (€)	Número de pagos n (años)	Tipo de interés i (%)
Cabezas Tractoras	194.000	8	3

= PAGO (0,03/12 ; 96 ; - 194000)

El resultado sería 2.275,5 € mensuales por lo que la amortización anual sería de:

=2.275,5x12 = 27.306 €

Por lo tanto, el resumen de todas las amortizaciones comentadas en el ejemplo de dimensionamiento anterior quedarían de la siguiente forma:

Concepto de amortización	Importe del préstamo C (€)	Número de pagos n (años)	Tipo de interés i (%)	Pago Mensual	Pago anual
Cabezas Tractoras	194.000	8	3%	2.275,5	27.306
Pisos Móviles	340.000	8	3%	3.988,1	47.856
Contenedores	145.320	8	3%	1.704,5	20.454
Instalación Planta de Transferencia	350.000	20	3%	1.941,1	23.293

Sistemas de información y nuevas tecnologías aplicadas al control y gestión de los residuos urbanos

Silvia Ayerbe Satué y Noelia Martín Chaves.
ECOEMBES.

- Introducción 357
- Tecnologías aplicadas..... 365
  - Identificación por radiofrecuencia (RFID)..... 365
  - Enlace o red GPRS 367
  - Tecnología GPS (Global Positioning System) 367
  - Medición por ultrasonidos..... 368
- Usos y aplicaciones..... 371
- Viabilidad técnica, operativa y económica 379
  - Viabilidad técnica y operativa..... 379
  - Viabilidad económica..... 382

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de información y comunicación (TIC) permiten la monitorización de procesos y servicios, mediante la captura y trasmisión de los datos necesarios para el control y mejora de la gestión de los mismos. Dentro del ámbito de los servicios públicos, las TIC se pueden utilizar en servicios tan diversos como el control de semáforos, de riegos de parques y jardines, del tráfico, del alcantarillado, de las brigadas de mantenimiento, de las emisiones, del ruido...

También se pueden utilizar en la gestión y el control del servicio municipal de recogida de residuos. Son herramientas útiles tanto para la administración como para el operador y tanto en lo relativo a la calidad del servicio (entendida como la imagen percibida por los usuarios) como en lo relativo a la prestación de la actividad (eficiencia del servicio). Por otra parte, facilitan una comunicación directa y rápida con los ciudadanos y resto de usuarios, ya que podría permitir que éstos accedan, en tiempo real, a información sobre el servicio (colocación de los contenedores, días de recogida...) e incluso que participen en la identificación de incidencias en el mismo (contenedores desbordados, rotos, sucios, malas prácticas en el uso, etc.).

En los últimos años se ha extendido de forma importante su utilización en el sector de los residuos urbanos, siendo ya práctica habitual la incorporación de estas herramientas dentro de los requisitos exigidos por las administraciones públicas en sus pliegos de condiciones para la contratación del servicio de recogida y gestión de residuos urbanos. El uso de las TIC se está integrando en un amplio planteamiento de control de la gestión de las infraestructuras y los servicios de la ciudad, base del concepto de “Smart City”, que conlleva

la creación de una auténtica red de comunicaciones en la ciudad. Esta integración de la red de comunicación entre los diferentes servicios de la ciudad permite conseguir una viabilidad operativa (aprovechamiento del potencial de las herramientas y especialización en la utilización del software) y económica (inversión inicial más costes de licencias y mantenimiento) que de otra forma podría ser más difícil de obtener si se utilizara exclusivamente para el control de la gestión de los residuos.

En el presente capítulo se expondrán los principios técnicos básicos de estas herramientas, se identificarán los principales usos de las mismas y se aportarán elementos para valorar la viabilidad operativa y económica de su implantación. Con carácter general son tres los grupos de elementos técnicos que se necesitan para la implantación de herramientas basadas en las TIC:

- Un conjunto de dispositivos capaces de capturar información de diversa naturaleza, dependiendo de cada servicio o ámbito en el que se implanten (sensores, cámaras, lectores, etc.) o que permiten la interactuación entre diferentes elementos (apertura/cierre de válvulas, interruptores, etc.).
- Unas redes de comunicación que permiten el intercambio de información entre los dispositivos y el centro de control. Estas redes son en su mayor parte inalámbricas (Wifi, Bluetooth, GPRS, etc.), aunque también pueden utilizar por ejemplo redes de fibra óptica.
- Un centro de recepción donde se almacena la información bruta capturada por los distintos dispositivos y en el que se procede a su control y gestión a través de un software. Dicho software ha de permitir monitorizar la información, gestionarla y operar en el sistema, generando alertas, activando remotamente operaciones o elaborando y adaptando la previsión de trabajo de brigadas, entre otros muchos usos. Este centro de recepción no está centralizado en un único equipo o ubicación física, ya que normalmente es compartido entre varios usuarios localizados en diferentes ubicaciones.

En la recogida de residuos tenemos dos elementos que nos pueden proporcionar información sobre el servicio: los contenedores y los vehículos.

Sobre los contenedores nos va a interesar conocer, por ejemplo: dónde están, cómo están (estado y posibles incidencias), cuándo se recogen, cuándo se lavan o se realizan operaciones de mantenimiento y cuánto residuo contienen (en peso o en porcentaje de llenado). Los dispositivos de captación de información que se pueden instalar en los contenedores son:

- Sistema de identificación: se trata de un elemento sensor (transponder o TAG) que se instala en cada contenedor y que al ser leído lo identifica de

forma unívoca. Cuando se realiza cualquier operación sobre el contenedor (vaciado, limpieza, mantenimiento, retirada para reparación, etc.) la información sobre dicha operación queda asociada al contenedor de forma automática. Además se le puede asociar una serie de información a través de la base de datos (volumen, tipo de residuo, año de compra, proveedor, etc.), incluyendo las coordenadas georeferenciadas de ubicación, de forma que el contenedor queda perfectamente localizado y puede ser dibujado en un plano. Este sistema de identificación y localización permite una gestión eficaz del inventario de contenedores de una Entidad: localización, estado, limpieza, altas y bajas y cualquier otra información que se cargue en la base de datos, a partir de la cual se pueden optimizar los trabajos de recogida, mantenimiento, etc. Los sistemas de identificación están perfectamente probados y se utilizan en bastantes entidades para la gestión de residuos. En la siguiente figura se ven ejemplos de TAG usados en los contenedores de residuos.

Imagen de TAG / *Fuente:* Ecoembes

- Sistema de detección del llenado: consiste en un sensor que utiliza tecnología de ultrasonidos para medir el porcentaje de llenado de los contenedores. Una vez tomada la medición del llenado, la información es transmitida a una central a través de una red GPRS. Estos sistemas están todavía en fase de prueba y tienen un coste elevado. Si se prueba su correcto funcionamiento y se pudieran comercializar con un coste aceptable, tendrían gran potencial en la optimización de las rutas de recogida, especialmente en zonas dispersas y rurales, organizándolas de forma que se recojan los contenedores cuando estén por encima de un cierto porcentaje y por otra parte evitando que lleguen a desbordarse.

Sobre los vehículos nos interesa conocer, por ejemplo: qué rutas realizan (en distancia y en tiempo); qué contenedores recogen y cuánto residuo recogen; cómo están (estado, averías, tareas de mantenimiento y posibles incidencias), etc. Los dispositivos de captación de información que se pueden instalar en los vehículos son:

- Lector de los dispositivos de identificación de los contenedores (lector de TAG). En función del tipo de vehículo el lector puede ser fijo, instalado en el dispositivo de elevación de los contenedores (en vehículos de carga trasera y de carga lateral); o puede ser un lector móvil manual que los operarios acercan a los TAG cuando proceden a su enganche (en vehículos de carga superior). Algunos de los lectores manuales pueden ser utilizados para introducir incidencias. Éstos pueden ser utilizados también por otros equipos como los que realizan operaciones de limpieza y mantenimiento de los contenedores, por equipos inspectores del servicio e incluso por operarios de otros servicios "en calle" (limpieza viaria, por ejemplo), que pueden informar de las incidencias que encuentren y que quedarán asociadas al contenedor. En la imagen se muestra algunos dispositivos manuales de lectura de los TAG.

Imagen lectores manuales / *Fuente:* Ecoembes

- Electrónica de cabina: los vehículos están provistos de un sistema GPS de posicionamiento que informa de su situación a tiempo real. Además disponen de un equipo de almacenamiento de la información que se va generando (posiciones GPS, identificación de contenedores, pesado de contenedores en su caso, etc.) para el envío de los datos al servidor (generalmente vía GPRS). Dicha electrónica de cabina, suele permitir el registro de incidencias o información (por ejemplo en el caso de la carga lateral, en la cual el conductor no desciende del vehículo), la carga directa de datos (ej. pesaje de entrada a planta) y el envío de los datos al servidor. En la siguiente figura se muestran ejemplos de esta electrónica de cabina.

Imagen electrónica embarcada en vehículos / *Fuente:* Ecoembes

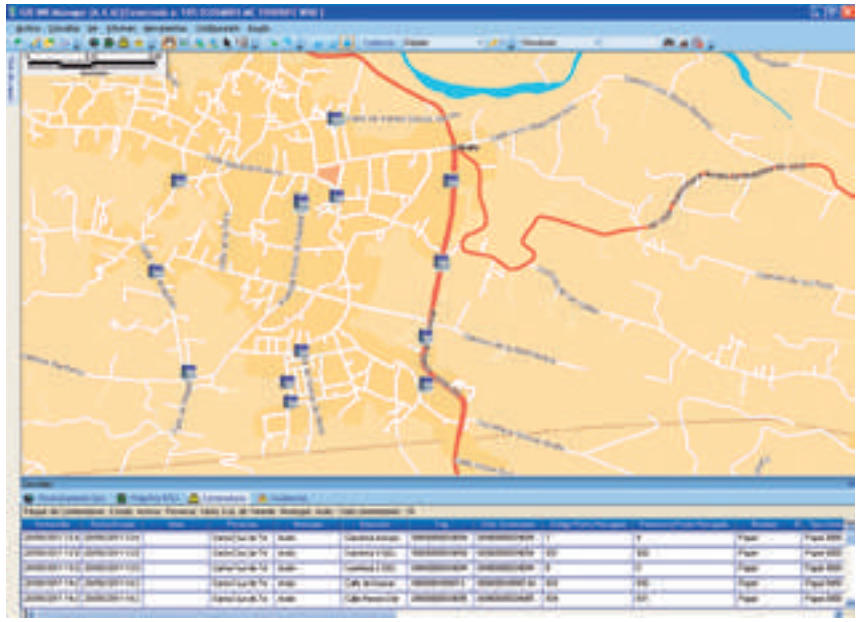
- Sistema de pesado de los contenedores: el sistema de pesado se instala en el dispositivo de elevación de contenedores que llevan los vehículos de recogida. Se obtiene la medida antes y después del vaciado, de forma que por diferencia se obtiene la cantidad de residuos que contenía el contenedor. Esta información puede tener diferentes usos: obtener la cantidad de residuos generada por cada usuario (en el caso de contenedores de uso individual), por cada grupo de usuarios (contenedor en la calle) o por cada municipio (en el caso de agrupaciones de municipios en rutas conjuntas de recogida, con este sistema pueden conocer los residuos que genera cada municipio).

Toda la información que se obtiene a partir de estos sistemas de captación es por tanto transmitida al centro de gestión, como se ha comentado generalmente a través de la red GPRS. Adicionalmente a esta información que proporcionan los propios servicios municipales (tanto de recogida, limpieza, mantenimiento, etc.), también se está incorporando la captación de información por los propios usuarios del servicio. Mediante el desarrollo de una sencilla aplicación para móviles, por ejemplo, los ciudadanos podrían, además de recibir información (ubicación de contenedores, datos sobre cantidades recogidas separadamente, etc.) captar información (fotos con incidencias en los contenedores, mensajes, etc.) y enviarla al centro de control. En la siguiente imagen se muestra la pantalla de una demo desarrollada con esta finalidad, dentro del proyecto ERLEA que está desarrollando la Mancomunidad de Txingudi.

Imagen de un desarrollo para iPhone / *Fuente:* Proyecto Erlea. Mancomunidad Txingudi

Para el tratamiento y gestión de toda la información obtenida (millones de posiciones de camión, lecturas de TAGs, incidencias, etc.) es necesario disponer

de un software específico que, a partir de la base de datos, permita elaborar consultas y generar informes predefinidos. La correcta y eficaz explotación de la información obtenida a través de los dispositivos instalados es uno de los puntos más crítico de la implantación de las TIC. De nada sirve disponer de las herramientas más avanzadas que proporciona el mercado, si luego la información no se utiliza para alcanzar los objetivos buscados. Por ello es clave definir desde el principio qué información se va a generar en el centro de control y qué utilización se va a hacer de la misma.



Ejemplo de software. Consulta de inventario de contenedores: visualización en el mapa y datos asociados a cada uno de los contenedores en la rejilla inferior; con posibilidad de exportar en varios formatos (Excel, Google Earth, formatos GIS, formatos CAD)

Si el objetivo es utilizar la información obtenida (lecturas o carga de porcentajes de llenado, lecturas de pesaje, etc.) para la planificación automática de rutas de recogida, el software debe incluir también un algoritmo de cálculo y diseño de rutas. La aplicación de estas herramientas a la gestión de residuos tiene como consecuencia un mayor conocimiento por parte de la Administración y por lo tanto un mayor control sobre las condiciones del servicio prestado, a la vez que una mejora en la organización de los recursos, lo que conlleva ahorros económicos y mejoras ambientales.

En la tabla que acompaña estas líneas se incluyen referencias de ahorros para diferentes servicios, incluida la gestión de residuos:

Ahorros en la provisión de servicios en el marco de una Smart City

Área de aplicación	Ahorro
Riego de parques y jardines.	15% del agua utilizada.
Recogida de residuos.	**25% en requerimiento de transporte (según el tipo de residuos).**
Gestión del tráfico.	17% de emisiones de CO_2 a la atmósfera.
Smart Metering.	10% en el consumo de energía eléctrica y 7% en el consumo de agua.

Fuente: "Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las cosas", Fundación Telefónica 2011

TECNOLOGÍAS APLICADAS

A continuación se expone la base técnica de las herramientas utilizadas en las aplicaciones:

- Identificación por radiofrecuencia (RFID).
- Enlace o red GPRS.
- Tecnología GPS.
- Medición por ultrasonidos.

IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID)

La identificación mediante radiofrecuencia es un método que utiliza ondas de radio para la identificación de forma unívoca de todo tipo de objetos sin la necesidad de una línea de visión directa o un contacto físico entre el lector y el objeto. Por tanto, a diferencia de un código de barras o bandas magnéticas en la RFID el objeto no necesita ser posicionado respecto al lector de manera precisa, ni ser deslizados por ranuras de lectura, ni trabajar en perfectas condiciones de limpieza. Las áreas de aplicación de la tecnología RFID son muy numerosas: seguridad-accesos, inventariado de mercancías, sistemas de pago, trazabilidad de mercancías, seguimiento de seres vivos, aplicaciones militares… Un sistema de identificación mediante radiofrecuencia se compone de tres partes: una antena, un lector con el hardware y el software adecuados para interpretar los datos y un transponder programado con la información necesaria.

Los TAG y lectores RFID pueden operar a varias frecuencias. Cada rango de frecuencias tiene ventajas e inconvenientes que lo hacen más o menos idóneo para una determinada aplicación. En general, cuanto más baja es la frecuencia,

más baja es la velocidad de lectura de los datos contenidos en el TAG y mejor es la lectura cerca o a través de superficies metálicas o líquidos. En el caso de los dispositivos de identificación de contenedores de residuos generalmente se utiliza la baja frecuencia (LF), que trabaja habitualmente a 125 y 134,2 kH. Proporciona un alcance de lectura inferior a 50 cm., pero son los menos sensibles a interferencias. El transponder (o TAG) tiene un pequeño microcontrolador en el cual está grabado mediante laser un identificador único para cada dispositivo, y un circuito emisor-receptor. Hay dos tipos de TAG:

- **TAG pasivos:** reciben la energía necesaria del propio campo generado por la antena y, por lo tanto, no necesitan baterías de alimentación. Su radio de acción está limitado por la necesidad de usar el propio campo electromagnético de la antena.
- **TAG activos:** tienen su propia fuente de energía, en forma de baterías. Por ello tiene un radio de alcance mayor que los pasivos y por el contrario, su vida útil se reduce a la duración de la batería. También tienen un mayor coste que los pasivos.

En el caso de la identificación de contenedores de residuos **se utilizan TAG pasivos,** en los cuales el lector proporciona energía al TAG, generando un campo electromagnético mediante un circuito resonante en serie. El TAG recibe esta energía y mediante un circuito resonante en paralelo, la transforma en energía eléctrica que le permite "despertar" y emitir la respuesta codificando la información que tiene grabada. Existen a su vez dos tipos de TAG pasivos aplicados a la recogida de residuos: Half Duplex (HDX) y Full Duplex (FDX). Se trata de diferentes protocolos de comunicación que hay que tener presente, por ejemplo en el diseño del pliego de condiciones para los servicios a contratar, pues si bien no parece existir diferencias significativas en su eficiencia, son incompatibles entre sí.

El tamaño y forma de la antena que emite el campo electromagnético son muy importantes. En el caso de los TAG aplicados a residuos el encapsulado de los mismos se ha adaptado a las condiciones a las que el dispositivo deberá operar: suciedad, altas temperaturas y humedad en los momentos de lavado del contenedor, vibraciones en el vaciado... Así mismo, el lugar exacto donde ubicar el TAG y el elemento lector, viene condicionado por la forma de elevación del contenedor en el momento de recogida. En los sistemas de carga trasera y carga lateral, la ubicación exacta del dispositivo en el contenedor está normalizada; dado que el contenedor es recogido siempre en una misma posición, permite la instalación del lector en los brazos de elevación del camión. No ocurre lo mismo en el caso de carga superior, donde la lectura de los TAG la han de realizar los operarios de recogida mediante lectores manuales y donde la ubicación de los dispositivos aún no sigue una norma específica, aunque sí podrían citarse

algunas recomendaciones: lugar accesible para el operario pero lo menos visible posible al ciudadano para evitar vandalismo.

ENLACE O RED GPRS

Se trata de una tecnología de transmisión de datos (General Packet Radio Service o Servicio de Radio Paquetes General) que a partir de las redes actuales de GSM, permite a los usuarios de dispositivos de comunicaciones móviles utilizar los servicios de comunicaciones banda ancha. Es un sustituto de los servicios CSD (Circuit Switched Data) y SMS (Short Messages Service) sobre redes GSM, que proporciona una velocidad hasta diez veces superior a las conexiones CSD y que no tiene las limitaciones de los mensajes SMS (160 caracteres). Además, el GPRS por sus características de funcionamiento permite que las conexiones se realicen sin tiempos de espera y que la información sea enviada y recibida sin problemas, siempre en condiciones de cobertura óptima. Actualmente la red GPRS está ampliamente extendida en todo el territorio nacional, incluso en la mayoría de las zonas rurales, y está siendo actualizada con tecnologías de mayor velocidad como 3G (UMTS o Universal Mobile Telecommunications System) y 4G. Para utilizar un sistema GPRS son necesarios los siguientes elementos:

- Un dispositivo móvil que soporte GPRS y la configuración del hardware apropiado.
- Una subscripción a un proveedor de servicios GPRS.
- Un destino para enviar y recibir los datos a través de la red GPRS. El destino puede ser una dirección de internet, permitiendo de este modo que los usuarios de móviles GPRS tengan acceso a cualquier recurso de la Web.

TECNOLOGÍA GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)

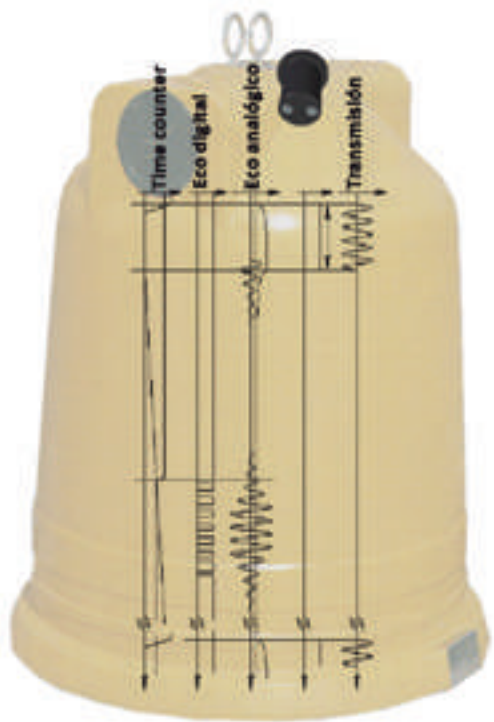
La tecnología GPS permite determinar posiciones y trayectorias de vehículos, personas, mercancías, maquinaria de obras públicas, etc. El sistema de posicionamiento global proporciona dos valores en cualquier lugar de la tierra: la posición exacta (longitud, latitud y altura) y la hora actual UTC (Universal Time Coordinated). En consecuencia la velocidad y la dirección de una ruta pueden ser determinadas mediante ambos valores. El sistema GPS determina la posición exacta de un punto del planeta, midiendo el tiempo de tránsito de la señal entre el punto de observación (posición a medir) y varios satélites de los que se conoce la posición exacta. El sistema GPS comprende tres segmentos: espacial (todos los satélites operativos); de control (todas las estaciones de la tierra, involucradas en la monitorización), y de usuario (todos los usuarios del sistema GPS tanto civiles como militares). La precisión que proporciona este sistema es de unos 20 m en el plano horizontal. Por ello se utiliza un proceso conocido como Diferencial GPS (DGPS), que se basa en la comparación continuada de los datos de posición de

dos receptores, uno de ellos fijo y con la posición conocida, que logra una mayor precisión (hasta 2 m en el plano horizontal), logrando de esta forma una precisión suficiente para la aplicación en la recogida de residuos.

MEDICIÓN POR ULTRASONIDOS

La tecnología de ultrasonidos se utiliza para determinar la distancia a un objeto. Un microprocesador inicia el proceso transmitiendo una trama de ultrasonidos y midiendo el tiempo que transcurre hasta la recepción del eco. Este tiempo es función de la distancia a la que se encuentra el obstáculo.

La aplicación de esta tecnología a la recogida de residuos, y en particular a los volumétricos en contenedores, consiste en medir la distancia desde la parte superior del contenedor hasta el obstáculo (en este caso la masa de residuos) y mediante una parametrización de las dimensiones del contenedor poder determinar el grado de llenado. Sin embargo, como se ha comentado en el apartado anterior, estos sistemas están todavía en fase de prueba.



Funcionamiento de un detector de llenado en contenedor / *Fuente:* Ecoembes

Además de la parte principal en el detector de medición por ultrasonidos, en los dispositivos cabe diferenciar también: sistema de alimentación y el transmisor

de la información, generalmente una tarjeta de telefonía móvil para el envío de los datos vía GPRS. Un elemento crítico en este tipo de dispositivos es el sistema de alimentación. Dado que la mayoría de los contenedores no tienen posibilidad de conexión a la red eléctrica, ha sido necesario idear otro tipo de soluciones. Existe alguna experiencia basada en alimentación mediante una placa solar y adicionalmente una batería para suplir por ejemplo días de nublado. Sin embargo, los resultados de dichas experiencias no han resultado satisfactorios: al elevado vandalismo (que en muchos casos ha supuesto la sustracción de la placa) se ha unido la pérdida de efectividad del sistema de alimentación en sí. Las experiencias que a día de hoy se están llevando a cabo están basadas en alimentación mediante batería. Ello conlleva a que el dispositivo tiene una vida limitada cuya duración dependerá del diseño de activación que de él se haga: del número de lecturas del porcentaje de llenado y número de envíos de la información. Por tanto, la fase de diseño de implementación de la tecnología (dónde van a ser colocados los dispositivos, con qué fin y cada cuánto se requiere la información) es crucial en la búsqueda de la eficiencia.

Para optimizar precisamente este aspecto de la alimentación, se han diseñado dispositivos de detección de llenado con los compartimentos (dispositivo, pila y tarjeta de teléfono) totalmente independientes, que por tanto posibilitan la reparación parcial de cada uno de ellos, y, en el caso de la batería alargar la vida del dispositivo cambiando únicamente una parte del terminal.

USOS Y APLICACIONES

Las necesidades de información dependen de quién la vaya a utilizar y para qué. En el caso de la gestión de residuos hay dos agentes principales que van a necesitar información y que por lo tanto son potenciales usuarios de estas herramientas: la Administración responsable de la recogida de residuos y la empresa pública o privada que presta el servicio (el operador). También debemos incorporar a los ciudadanos como un tercer agente que puede utilizar la información que proporcionan estas herramientas e incluso participar en la captación de la misma. A continuación se detallan los usos más generales de interés para los tres agentes citados:

Usos para la Administración:

- Control del cumplimiento del contrato por parte del operador. Condiciones de servicio: frecuencia de recogida, cumplimiento de horarios, ubicación de los contenedores, limpieza y mantenimiento de los contenedores.
- Acceso a la información del servicio con mayor rapidez y seguridad. Mayor transparencia y trazabilidad de la información (ej. certificación de datos para elaboración de facturas).
- Información para estadísticas, elaboración de presupuestos, preparación de pliegos técnicos, obtención de informes y consultas predefinidas.
- Respuesta a consultas de usuarios: inventario de contenedores (actualizado y disponible on-line tanto en aplicación web como en aplicación específica para terminales móviles), cantidad de residuos recogidos por zonas y/o por usuarios (tasas).

Usos para el operador:

- Mejora de la eficiencia: reducción de costes (rutas optimizadas), mejor gestión de jornadas/equipos.
- Control del personal: cumplimiento por parte de los trabajadores (horarios, rutas, tareas).
- Apoyo a la organización de la actividad: rutas planificadas, cumplimiento de tareas, organización de turnos.
- Usos para los ciudadanos y otros usuarios.
- Información sobre el servicio: ubicación de contenedores, frecuencias de recogida, informes y estadísticas sobre resultados (recogida separada, generación de residuos, destino de los residuos).
- Generación de incidencias sobre el servicio: contenedores sucios, rotos, desbordados, residuos en el entorno del contenedor.

Una vez vistos los usos generales de los principales agentes implicados en la gestión de residuos, se muestran ejemplos de combinaciones de tecnología, desde la más sencilla (sólo GPS en vehículos) a otras que incorporan varias de las herramientas disponibles.

Ejemplos de combinaciones concretas de tecnologías avanzadas en recogida de residuos

Tecnología	Dispositivos implantados	Aplicaciones y usos
1. Posicionamiento GPS del camión.	GPS en camión con electrónica embarcada con posibilidad de introducción de incidencias.	• Gestión de **incidencias del vehículo** y forma de conducción. • Gestión de personal y vehículos: justificación de los medios adscritos al servicio. • Conocimiento de **tiempos de rutas** y recorrido. • Si se vuelcan los datos de ubicación de contenedores al mapa a través del software sería posible asignar recogidas de los contenedores cuando el vehículo esté parado aunque con menor exactitud que mediante identificación RFID: **posibilidad de gestión de datos de ubicación de contenedores** (no gestión del inventario de contenedores): conocimiento de cada cuánto se recoge cada ubicación de cada residuo.
Toda la información generada debe ser volcada a un software que facilite su gestión a tiempo real, con posibilidad de desarrollar aplicaciones para terminales móviles. El usuario final podría ser pasivo: realiza consultas de información (un ciudadano consulta la fecha en que fue recogida por última vez la ubicación que le corresponde) o activo de forma que alimente el sistema (un ciudadano introduce incidencias a través de una aplicación móvil el estado de llenado de una determinada ubicación).		

Tecnología	Dispositivos implantados	Aplicaciones y usos
2. Posicionamiento GPS del camión. + Identificación por radiofrecuencia (RFID).	GPS en camión con electrónica embarcada para introducir incidencias. + TAG en los contenedores. + Lector RFID **(Camiones de carga lateral y carga trasera: lector en el sistema de elevación. Camiones de carga superior: terminal manual).** + Terminales manuales con GPS.	Adicional al ejemplo 1: • Con el tipo de RFID utilizado en residuos (ver apartado anterior), el tag únicamente contiene un código al que hay que asociar información a través del software: tipo de contenedor (volumen, residuo, fecha de compra, etc…). Por tanto es necesario gestionar dicha información con el fin de contar con un **inventario de contenedores** actualizado. • Gracias a la electrónica embarcada y los terminales manuales es posible que los operarios **introduzcan incidencias** (ej. contenedor roto). • Por medio de terminales manuales con GPS/GPRS integrado es posible introducir incidencias en momentos distintos al de recogida (inspecciones, operaciones de mantenimiento o incluso otros servicios).
Al igual que en el ejemplo 1, es necesario disponer de un software de gestión de la información bruta. Las consultas en este caso se realizarían con un nivel de detalle adicional: nivel de contenedor		

Tecnología	Dispositivos implantados	Aplicaciones y usos
2'. Posicionamiento GPS del camión. + Identificación por radiofrecuencia (RFID).	GPS en camión con electrónica embarcada para introducir incidencias **(introducción del % llenado).** + TAG en los contenedores. + Lector RFID **(Camiones de carga lateral y carga trasera: lector en el sistema de elevación. Camiones de carga superior: terminal manual).** + Terminales manuales con GPS.	• Al igual que en el ejemplo 2, con los TAG se podría trabajar para tener un **inventario de contenedores** actualizado y, gracias a la electrónica embarcada y los terminales manuales, introducir **incidencias del servicio** (ej. contenedor roto). • Una posibilidad de incidencias, es introducir cuando el contenedor es recogido, un código para **señalar el grado de llenado.** Sin implementar tecnología adicional, se tendría un histórico del llenado de cada contenedor, para así poder tomar decisiones de reubicación del mismo, rediseño de ruta o justificación del servicio prestado. ¡Ojo! El dato siempre es posterior al servicio. • Por medio de terminales manuales con GPS/GPRS integrado es posible introducir incidencias, incluyendo el grado de llenado, en momentos distintos al de recogida (inspecciones, operaciones de mantenimiento).
Necesidad de software de gestión de la información		

Tecnología	Dispositivos implantados	Aplicaciones y usos
3. Posicionamiento GPS del camión. + Identificación por radiofrecuencia (RFID). + Pesaje individual de contenedores.	GPS en camión con electrónica embarcada para introducir incidencias. + TAG en los contenedores. + Lector RFID (Camiones de carga lateral y carga trasera: lector en el sistema de elevación. Camiones de carga superior: terminal manual). + **Báscula para pesaje individual de contenedores.** + Terminales manuales con GPS.	• Al igual que en el ejemplo 2, con los TAG se podría trabajar para tener un inventario de contenedores actualizado y, gracias a la electrónica embarcada y los terminales manuales, introducir incidencias del servicio (ej. contenedor roto). • Cuando el contenedor va a ser recogido el sistema de pesaje realiza una pesada del contenedor lleno y otra cuando el contenedor ya ha sido descargado determinando así el peso del residuo depositado en el camión, y asignándolo al TAG leído. De esta forma es posible establecer generación por unidades distintas a las del porte, por ejemplo la de cada municipio dentro de una mancomunidad para el reparto de la tasa. • Con terminales manuales con GPS/GPRS integrado es posible introducir incidencias en momentos distintos al de recogida (inspecciones, operaciones de mantenimiento).
Necesidad de software de gestión de la información		

Tecnología	Dispositivos implantados	Aplicaciones y usos
4. Posicionamiento GPS del camión. + Identificación por radiofrecuencia (RFID). + Detección de llenado.	GPS en camión con electrónica embarcada para introducir incidencias. + TAG en los contenedores. + Lector RFID (Camiones de carga lateral y carga trasera: lector en el sistema de elevación. Camiones de carga superior: terminal manual). + **Detectores de llenado en contenedores puntuales.**	• Al igual que en el ejemplo 2, con los TAG se podría trabajar para tener un inventario de contenedores actualizado y, gracias a la electrónica embarcada y los terminales manuales, introducir incidencias del servicio (ej. contenedor roto). • Obtención del porcentaje de llenado de los contenedores puntuales con volumétricos cada X días para ayuda a la toma de decisiones: evitar desbordamientos y recogidas de contenedores prácticamente vacíos.
Necesidad de software de gestión de la información		

Fuente: elaboración propia

VIABILIDAD TÉCNICA, OPERATIVA Y ECONÓMICA

VIABILIDAD TÉCNICA Y OPERATIVA

El uso de las TIC en el control de servicios públicos requiere un cambio "cultural" para lograr una correcta implantación, adecuación y explotación de su potencial. Para afrontar este cambio los gestores cuentan con el apoyo de los expertos, pero el éxito o fracaso depende en gran medida de que los dirigentes de las organizaciones adopten una nueva perspectiva en la visión de sus negocios y faciliten dicho cambio mediante la transmisión de la necesidad de su correcta implantación a todos los niveles de la organización. Incluso los dispositivos de menor complejidad tecnológica y mayor automatización dependen, en algún momento, de la actividad humana, lo que convierte a la participación de las personas en un elemento necesario en su viabilidad operativa. A continuación se aportan algunas características de la operatividad y funcionamiento de los distintos dispositivos, destacando especialmente aquellos aspectos que son más críticos y que pueden condicionar su viabilidad.

Sistemas RFID. En general, se trata de sistemas muy probados y de alta fiabilidad. Aun así, debido a las difíciles condiciones en las que se trabaja y a que, en ocasiones, se precisa la intervención humana para la lectura (lectura manual para los casos de recogida de residuos mediante carga superior, o equipos de limpieza, mantenimiento, etc.), se producen una serie de incidencias que suponen cierta pérdida de información. Entre las mismas cabe citar:

- La propia naturaleza móvil del dispositivo de identificación, implica que se golpee o se caiga con cierta frecuencia provocando averías en el mismo.

- Los dispositivos de lectura al ser móviles están alimentados con baterías que deben de ser cargadas también manualmente varias horas antes de iniciar el servicio. Además en vehículos que se utilizan a doble turno, se corre el riesgo de que la batería no tenga suficiente carga para realizar la lectura tantas horas consecutivas.
- Grado de implicación del personal de recogida bajo pero necesario como se ha comentado al principio de este apartado.

Adicionalmente, en ocasiones los TAGs instalados en los contenedores sufren vandalismo y algunos se estropean por el paso del tiempo, por lo que es necesario realizar un mantenimiento periódico de los mismos.

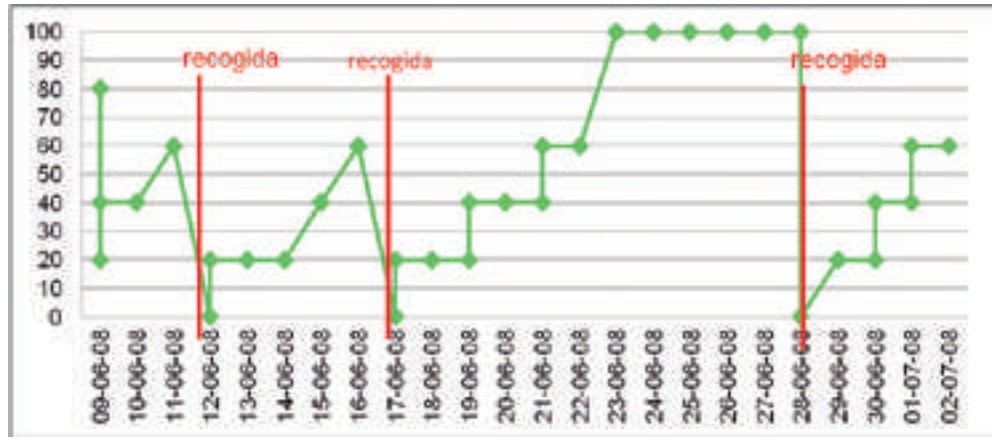
Sistemas de pesado individual de contenedores. Como puntos críticos de este sistema pueden citarse:

- Una posible ralentización de las operaciones de vaciado de los contenedores, en particular en el sistema de recogida superior, al tener que estabilizar los contenedores en dos ocasiones para realizar el pesado en lleno y en vacío.
- Errores en las pesadas debido precisamente a la necesidad de estabilizar el contenedor. Este aspecto es especialmente crítico en los flujos de residuos con menor densidad (envases ligeros, papel/cartón), donde los errores puedes ser elevados (al margen de la variabilidad de la relación entre peso y volumen, que es realmente el factor relevante).
- Averías de la báscula que implican revisiones adicionales al vehículo recolector y por lo tanto tiempos inoperativos.
- Al igual que en el caso de la identificación mediante radiofrecuencia para la recogida mediante carga superior, el proceso de pesaje individual de contenedores para este tipo de carga es muy manual, por lo que se presentan los mismos problemas asociados: dependencia del grado de implicación del personal, problemas de averías del mando por golpes y con la carga de batería.

Posicionamiento GPS y Sistemas de comunicaciones. Los sistemas posicionamiento GPS tienen una precisión suficiente para la aplicación en el campo que nos ocupa. El sistema de comunicaciones GPRS únicamente puede presentar ciertos problemas en zonas de alta ruralidad; no obstante, la red de comunicaciones está en continua expansión, por lo que al igual que la red en zonas urbanas está siendo dominada por protocolos más potentes (3G y 4G), es inminente la extensión de comunicaciones GPRS en todo el territorio nacional.

Sistemas de detección del llenado. En cuanto a los sistemas de detección del llenado de contenedores se están desarrollando varias experiencias en la

actualidad, con el fin de determinar si funcionan correctamente. En el siguiente esquema se presentan los datos de lectura de un contenedor obtenidos a lo largo de varias semanas. En líneas verticales rojas se muestra los días de vaciado de los contenedores. Como se puede ver parece que las lecturas sí que tienen una lógica adecuada respecto al parámetro medido, si bien falta por analizar con detalle el grado de error de las lecturas. Estos sistemas están en fase de experimentación en la actualidad, de forma que todavía no es posible determinar de forma concluyente su viabilidad técnica y su utilidad.



Lecturas de llenado de un volumétrico instalado en un contenedor / *Fuente:* Ecoembes

Algunos de los usos que podrían tener los sistemas de medición del llenado de contenedores, una vez que quede garantizado su correcto funcionamiento, serían:

- Recogida en zonas de elevada ruralidad, en las que existe cierto potencial de ahorro de kilómetros, por ejemplo en aquellos contenedores cuya recogida supone un desvío de la ruta.
- Control de desbordamientos en zonas urbanas densas. En el caso opuesto al anterior, en zonas altamente pobladas, pueden existir contenedores determinados que pueden ser integrados en la ruta más próxima.
- Vaciado de contenedores cuando se alcance un porcentaje mínimo de llenado. En los contenedores de carga lateral, por ejemplo, el conductor realiza la maniobra de vaciado de los contenedores sin bajar del vehículo y, por lo tanto, no puede ver cuál es el llenado de los contenedores y, por defecto, recoge todos los contenedores de una ruta. Si tuviera el dato de llenado cuando se aproxima a un contenedor, podría parar y recoger sólo aquellos que están por encima de un cierto grado de llenado. Esto sería también aplicable a los contenedores soterrados, por ejemplo.

VIABILIDAD ECONÓMICA

Un elemento o herramienta será viable desde un punto de vista económico si el coste de inversión y de explotación que tiene se compensa con un ahorro de costes en la actividad a la que se ha incorporado o bien si aporta elementos de control y de gestión de la actividad que justifiquen el mayor coste soportado. El ahorro de costes es un aspecto objetivo pero la mejora en la gestión y control es un aspecto subjetivo que dependerá de quien lo valora (administración, operador, usuario, etc.). A continuación se muestran referencias de costes unitarios aproximados de las tecnologías presentadas a lo largo del capítulo:

Referencias unitarias aproximadas del coste de las tecnologías

	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO
1. Identificación RFID y Posicionamiento		
RFID	4 €/Ud	% de sustitución
Sistema de identificación RFID	4.000-6.800 €/camión (en función del sistema de carga)	900 €/año•camión (revisiones)
GPS-GPRS y electrónica embarcada	500 €/camión	300 €/año•camión (comunicaciones)
Instalación	390 €	-
Terminal con posicionamiento	1.300 €/Ud	300 €/año/terminal (comunicaciones)
Licencia escritorio (edición)	5.000 €/Ud	1.000 €/año
Licencia/s web	Variable	220 €/año (muy variable en función de número de usuarios)
2. Pesaje individual de contenedores (adicional al caso 1)		
Sistema de pesaje	8.000 €/camión	-
3. Detección de llenado (adicional al caso 1)		
Volumétricos	80 €/Ud	475 €/año•Ud (mantenimiento y comunicaciones)

Fuente: Ecoembes

Análisis realizados sitúan el coste de este tipo de tecnologías en la horquilla del 1% al 17% del coste de recogida total en función de la tecnología implementada, desde la más sencilla con sólo GPS e identificación de contenedores a la más compleja con dispositivos de pesado o llenado de contenedores. Sin embargo, tal y como ha sido descrito al principio del capítulo, la tendencia es buscar sinergias con otros servicios prestados en la ciudad, en busca de la eficiencia de los recursos, para desarrollar realmente el concepto de Ciudad Inteligente o Smart City por medio de las tecnologías de la información. Por ello, las administraciones públicas han de plantearse una evolución en los modelos de gestión de las ciudades para hacer que tanto su infraestructura crítica, como sus componentes y servicios públicos ofrecidos sean más interactivos, eficientes y también que los ciudadanos puedan ser más conscientes de ellos. Para ello, es necesario crear una plataforma de trabajo común y escalable entre los agentes que hemos citado: empresas como los operadores de los servicios, administración y usuarios (los ciudadanos). Permitiendo crear sinergias entre los intereses de cada una de las partes y así nuevos modelos de negocio.

BIBLIOGRAFÍA

FASES DE LA GESTIÓN OPERATIVA DE LOS RESIDUOS URBANOS

Publicaciones

- **Fernando Blázquez, 2012/2013.** Documentación del **Máster en Gestión sostenible de los residuos.** Cátedra Ecoembes Medio Ambiente y UPM.
- **Mª del Mar Sáenz Belascoaín, 2012/2013. Apuntes del Máster en Gestión sostenible de los residuos.** Cátedra Ecoembes Medio Ambiente y UPM.

Citas Web

- **Cogersa, Gobierno del Principado de Asturias.** http://www.cogersa.es/metaspace/portal/14498/19259-estaciones-de-transferencia
- **Contenur.** Contenedores Urbanos para residuos. http://www.contenur.com/contenedores-para-residuos.php
- **Equiurbe.** http://www.equiurbe.com/
- **Moldeo y Diseño, S. L. Productos/Mobiliario urbano.** http://www.moldeo.com/mobiliario.htm
- **Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Calidad y Evaluación Ambiental. 2013.** http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/sistema-tratamiento/)
- **Sanimobel, S.A. Productos.** http://www.mmm-sanimobel.com/producto.html
- **Universidad Nacional de Educación a Distancia. Biblioteca. Residuos Sólidos Urbanos. 2003.** http://www.uned.es/biblioteca/rsu/pagina3.htm

DIMENSIONAMIENTO DE LA RECOGIDA: CONTENERIZACIÓN / SERVICIO

Publicaciones

- **Ecoembalajes España, S.A., 2007:** "Estudio para la determinación de la fórmula de pago de aplicación a la recogida selectiva de envases ligeros".
- **Ecoembalajes España, S.A., 2008:** "Recomendaciones para el diseño de un servicio de recogida selectiva monomaterial de papel y cartón en contenedores".
- **Fernando Blázquez Andrés, 2000:** "Estudio sobre la recogida de envases ligeros en la Comunidad Valenciana".
- **Plan Nacional Integrado de Residuos (2008-2015).**

Citas Web

- www.cargofloor.nl
- www.contenur.es
- www.envac.es
- www.equinord.es
- www.equiurbe.com
- www.faun.biz
- www.genesisecotech.com
- www.keithwalkingfloor.com
- www.lipasam.es
- www.marm.es
- www.mercedes-benz.es
- www.mityc.es
- www.nordengineering.com
- www.renault-trucks.es
- www.rosroca.com
- www.sostenibilidad-es.org
- www.plasticomnium-medioambiente.com

4

TIPOS DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS URBANOS

- Plantas de clasificación y selección de residuos 391
- Reciclado 415
- Plantas de tratamiento. Compostaje y biometanización 439
- Valorización energética 473
- Eliminación. Vertederos 513

COLABORA:

POLITÉCNICA

FEMP FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MUNICIPIOS Y PROVINCIAS

ECOEMBES

CÁTEDRA ECOEMBES MEDIO AMBIENTE

Plantas de clasificación y selección de residuos

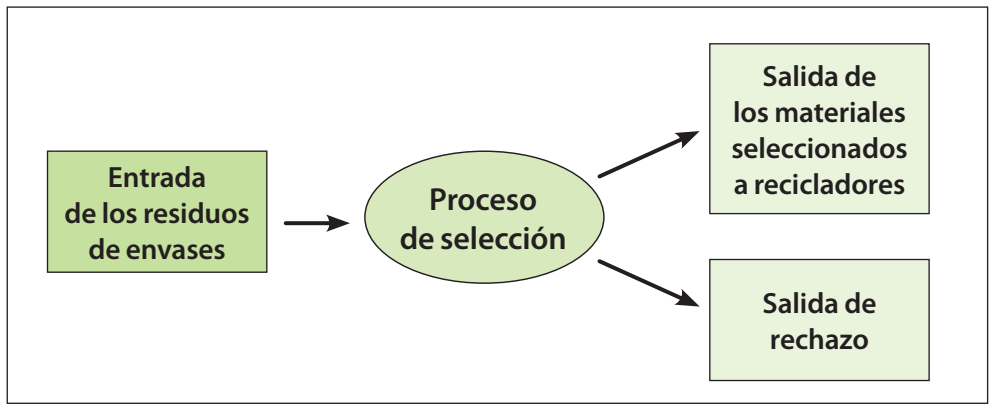
Javier López Domingo.
ECOEMBES.

- Las plantas de clasificación de residuos de envases 393
  - Operaciones de tratamiento y tecnología disponible 394
  - Capacidad de tratamiento en función de la tecnología 401
  - Criterios de diseño 401
  - Procedimientos de control 404
  - Límites a la aplicación de la tecnología en las plantas de clasificación de envases 405
- Ejemplo de dimensionamiento de una planta de clasificación de envases 409

LAS PLANTAS DE CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE ENVASES

Una vez que los residuos de envases ligeros han sido recogidos, se transportan a las correspondientes plantas de selección para llevar a cabo la recuperación de los distintos tipos de materiales para su posterior reciclado. Un proceso de selección de envases ligeros consiste en un conjunto de operaciones de concentración y separación de los materiales que componen los residuos, realizadas automática y/o manualmente, con el fin de proceder a su valorización posterior. En estas líneas se describe cómo se lleva a cabo el proceso de selección de los envases ligeros en una planta, qué equipos se utilizan y cuáles son los controles que se llevan a cabo en los distintos puntos del proceso de selección. El proceso se esquematiza en la siguiente figura.

Proceso básico de funcionamiento de una planta de selección de envases



Una planta de selección de envases debe separar 7 fracciones diferentes de envases: PET, PEAD, Film, Plástico mezcla, Cartón para bebidas y alimentos (Brik), Acero y Aluminio. Opcionalmente, y aunque no es el objeto de la recogida separada de envases ligeros, también pueden llegar a separar papel y cartón. A la salida de la planta de selección, cada uno de los materiales seleccionados debe cumplir unas características de calidad y condiciones de entrega, establecidos por las Especificaciones Técnicas de Materiales Recuperados (ETMR). Estas especificaciones suponen la referencia de calidad para las plantas de selección, y la referencia de calidad de la materia prima para los recuperadores/recicladores.

OPERACIONES DE TRATAMIENTO Y TECNOLOGÍA DISPONIBLE

El conjunto de operaciones de concentración y separación que forman un proceso de selección de envases ligeros, consiste en la aplicación de determinadas operaciones de tratamiento basadas en las propiedades físicas de los materiales que los componen (densidad, tamaño, forma y composición), así como en sus propiedades ópticas y electromagnéticas. La secuencia en la cual se plasma un proceso de selección de envases ligeros, está basada en la aplicación ordenada de las etapas incluidas en la tabla adjunta, que a su vez llevan asociadas distintas operaciones de tratamiento:

Etapas y operaciones de tratamiento

Etapas	Operaciones
Recepción	Recepción y almacenamiento de los residuos
Pretratamiento	Alimentación
	Triaje o selección primaria
	Apertura de bolsas
	Clasificación por tamaños, formas y densidades
Selección de materiales	Operaciones de selección
Control de calidad, adecuación y gestión del rechazo	Adecuación de los materiales seleccionados
	Expedición de los materiales seleccionados
	Gestión de los materiales no seleccionados (rechazos)

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se recoge una descripción de las operaciones asociadas a las etapas de proceso de una planta de selección de envases ligeros, y de la tecnología empleada en cada una de ellas.

Descripción de operaciones y tecnología asociada

Operación	Descripción del proceso	Equipos/ Instalaciones Asociados	Tipos / Características
1. Recepción de envases	Los residuos de envases son transportados por los vehículos de recogida hasta la planta de selección de envases, o bien, como paso previo, a las estaciones de transferencia para su posterior traslado a la planta de selección. Antes de proceder a la descarga de los residuos de envases, el camión es pesado en la báscula de entrada y posteriormente en la salida, con el objeto de llevar el registro del peso de los residuos que entran en la instalación para su tratamiento.	Báscula de pesaje y control de entrada y salida de camiones.	Automáticas e informatizadas (Pesaje manual / Pesaje con tarjeta de vehículo). Requerimientos mínimos de dimensión (18m x 3m) y capacidad (60 t). Disposición (empotradas en el vial o de tipo puente).
		Sistema de descarga.	En playa: superficie pavimentada, y habitualmente cerrada y cubierta, donde maniobran los vehículos para la descarga y se almacena el material en dimensión horizontal previamente al tratamiento. En foso: depósito de hormigón donde descargan los camiones de recogida o transferencia y se acumula el material en dimensión vertical para posteriormente alimentar con pulpo hidráulico y puente-grúa. No es habitual, salvo para plantas de gran capacidad o uso compartido con fracción resto.

Fuente: elaboración propia

Operación	Descripción del proceso	Equipos/ Instalaciones Asociados	Tipos / Características
2. Alimentación	Si los residuos han sido descargados en playa, son alimentados mediante una pala cargadora a la tolva del alimentador. Si han sido descargados en un foso, éstos son alimentados a la tolva del alimentador mediante un pulpo.	Pala cargadora, tolva de alimentación, alimentador.	Metálico de tablillas.
			Con cinta de banda.
			Con piso móvil.
			Con dosificador, provisto de velocidad variable y de limitador de caudal.
		Pulpo y puente-grúa.	
3. Triaje Primario	Separación manual de elementos voluminosos.	N/A	Se lleva a cabo en la cabina de triaje primario.
4. Apertura de bolsas	Apertura de las bolsas para facilitar el posterior proceso de selección de materiales.	Abrebolsas.	Rasgado. No es aconsejable al ser menos eficaz. Impacto. Desgarrador. Tipo triturador. Es el más eficiente.

Fuente: elaboración propia

Operación	Descripción del proceso	Equipos/ Instalaciones Asociados	Tipos / Características
5. Clasificación volumétrica y/o densimétrica	Mediante este proceso se separan los materiales por su tamaño, peso o forma.	Trómel.	Criba rotatoria que permite eliminar impropios y/o clasificar el material en dos o más fracciones según sus dimensiones y luz de malla, facilitando la selección posterior.
		Separador Balístico.	Separador densimétrico de una o dos rampas o etapas que se instala en plantas de selección automáticas y permite separar el flujo de material habitualmente en tres flujos: planos/ligeros, pesados/rodantes y finos.
6.1. Separación neumática	Mediante este proceso se separa automática o semiautomáticamente el Film por aspiración, evitando que entorpezca los procesos de selección posteriores.	Aspiración semiautomática.	Un operario de triaje aproxima manualmente el Film hacia una campana de aspiración.
		Aspiración de Film automática.	El Film es aspirado a través de una campana colocada en saltos de cinta.

Decantador.

Ciclón.

Válvula alveolar.

Fuente: elaboración propia

Operación	Descripción del proceso	Equipos/ Instalaciones Asociados	Tipos / Características
6.2. Separación Magnética	La selección de acero se realiza automáticamente sobre la fracción de rodantes y las fracciones finas de tromel y separador balístico. La selección de los envases férricos de forma previa a la separación óptica mejora el rendimiento de los equipos ópticos.	Separador magnético.	**Electroimán:** genera un campo magnético de atracción mediante un bobinado eléctrico, se caracteriza por tener un radio de acción superior al imán permanente, por lo que la altura de trabajo del equipo suele ser mayor. **Imán permanente:** dotado con un material imantado, se caracteriza por menor radio de acción que el electroimán, por lo que la altura de trabajo suele ser menor. Según su disposición en el proceso los hay de dos tipos: - **Over-band** (elevado sobre cinta transportadora). - **De Tambor** (alojado en el tambor de cabeza de una cinta transportadora).

Fuente: elaboración propia

Operación	Descripción del proceso	Equipos/ Instalaciones Asociados	Tipos / Características
6.3. Separación óptica	Consiste en realizar en el flujo de rodantes la separación automática de las distintas fracciones de materiales seleccionables (PEAD, PET, Brik y Plástico Mezcla), mediante separadores ópticos de rayos infrarrojos o colorimetría.	Separadores ópticos (pueden ser de una o de doble válvula).	Los más habituales detectan la naturaleza de los materiales debido a la reflexión de los rayos infrarrojos generados por una fuente emisora. Algunos también están dotados de una cámara para detectar el color. Una vez detectado el material a seleccionar emiten una respuesta que es captada por un receptor, el cual a su vez ordena emitir a la electroválvula una corriente de aire comprimido que lo impulsa.
6.4. Separación por inducción	La selección del aluminio se realiza automáticamente.	Separador de inducción por corrientes de Foucault.	Mediante un tambor electromagnético excéntrico que genera unas potentes corrientes de inducción (corrientes de Foucault), que repelen los metales no seleccionados previamente, y en particular los de aluminio.
6.5. Separación manual	Los envases no seleccionados de los flujos de rodantes y los procedentes del flujo de planares convergen a un triaje manual.	Línea de triaje secundario (cinta transportadora con tolvas canalizadoras de los materiales seleccionados hacia los silos de almacenamiento).	En el caso de plantas manuales, es en este proceso donde se separan la mayoría de los materiales, a costa de un número muy superior de operarios de triaje.

Fuente: elaboración propia

Operación	Descripción del proceso	Equipos/ Instalaciones Asociados	Tipos / Características
7.1. Control de calidad	Como complemento a las separaciones automáticas, se requiere que operarios triadores corrijan los errores de las mismas.	Cintas de triaje con los materiales seleccionados automáticamente.	Un operario de control de calidad es capaz de realizar el control de varios materiales.
7.2. Almacén temporal	Los distintos materiales seleccionados son almacenados por separado para su posterior prensado.	Silos de almacenamiento intermedio.	Silos de arrastre . Silos automáticos. Jaulones y Contenedores.
7.3. Prensado	Los materiales son descargados de los silos de almacenamiento intermedio para su prensado en balas, a fin de facilitar su almacenamiento y transporte.	Prensas compactadoras.	**Prensa de metales** (Acero y Aluminio). **Prensa para el resto de materiales** (PET, PEAD, Film, Plástico Mezcla, Brik y en su caso papel y cartón).
8.1. Almacén de producto terminado	Las balas son transportadas mediante una carretilla hasta la zona de almacenamiento.	Carretilla.	Capacitada para apilar balas en tres o cuatro alturas y para la carga de vehículos de transporte.
8.2. Salida de materiales	Las balas de las distintas fracciones de materiales son cargadas para su transporte a los correspondientes recicladores.	Vehículo de transporte.	Las características de la caja del vehículo de transporte deben permitir una carga mínima que optimice el porte.

Fuente: elaboración propia

Operación	Descripción del proceso	Equipos/ Instalaciones Asociados	Tipos / Características
9. Gestión de rechazo	El rechazo del proceso es almacenado para su posterior traslado a vertedero o instalación de valorización energética.	Dispositivo de almacenamiento de rechazo.	Contenedor abierto. Compactador estático o autocompactador. Prensa de rechazos.

Fuente: elaboración propia

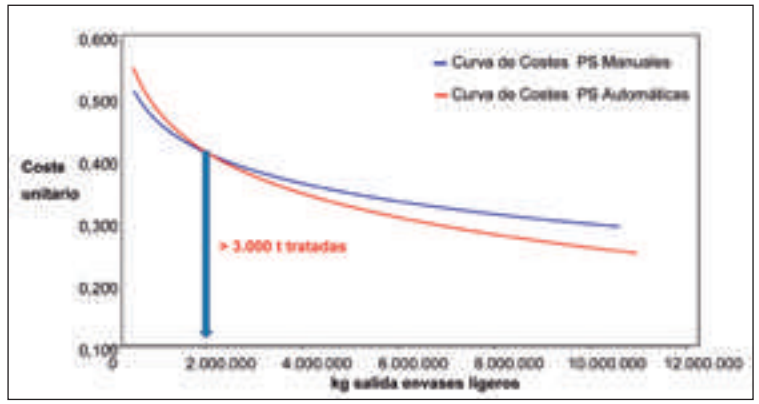
CAPACIDAD DE TRATAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

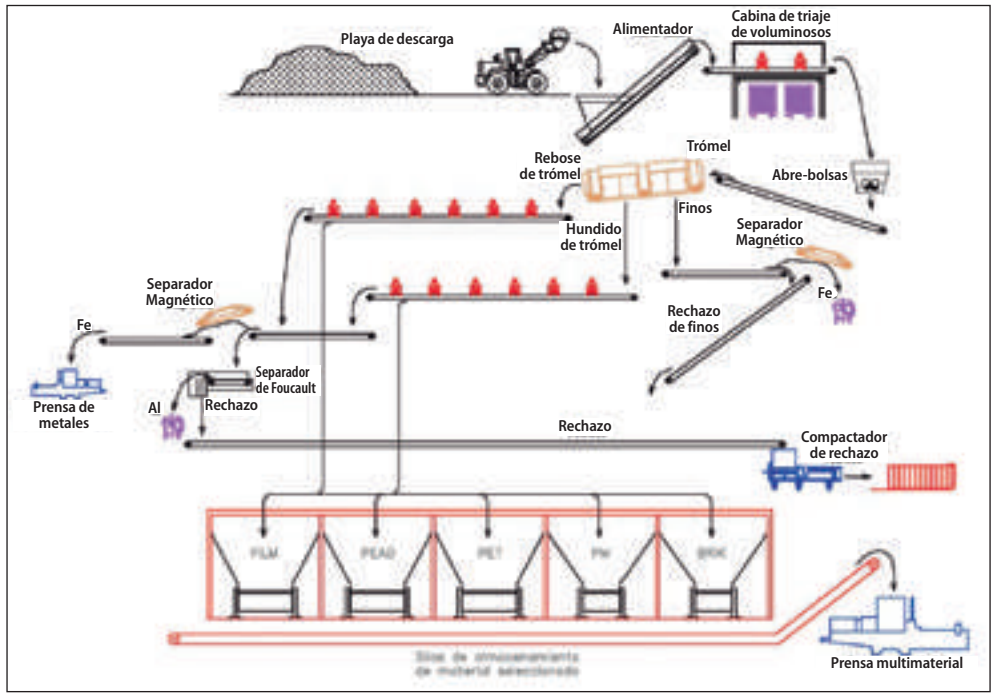
El parámetro que identifica a una planta de selección de envases ligeros es su capacidad de tratamiento expresada en t/h. En este sentido, el sector coincide en que las plantas automáticas se pueden clasificar en capacidades estándar de tratamiento de 3, 4, 5, 6, 7 y 8 t/h. Esta clasificación recoge los distintos tipos de plantas automáticas que están funcionando actualmente. También existen plantas de tratamiento manual, no obstante, por los mayores costes de explotación asociados a la mano de obra necesaria para su funcionamiento, el sector solo considera como modelo estándar la planta manual de 2 t/h de capacidad de tratamiento. Para mayores capacidades de tratamiento la selección manual no es viable y requiere recurrir a plantas automáticas.

CRITERIOS DE DISEÑO

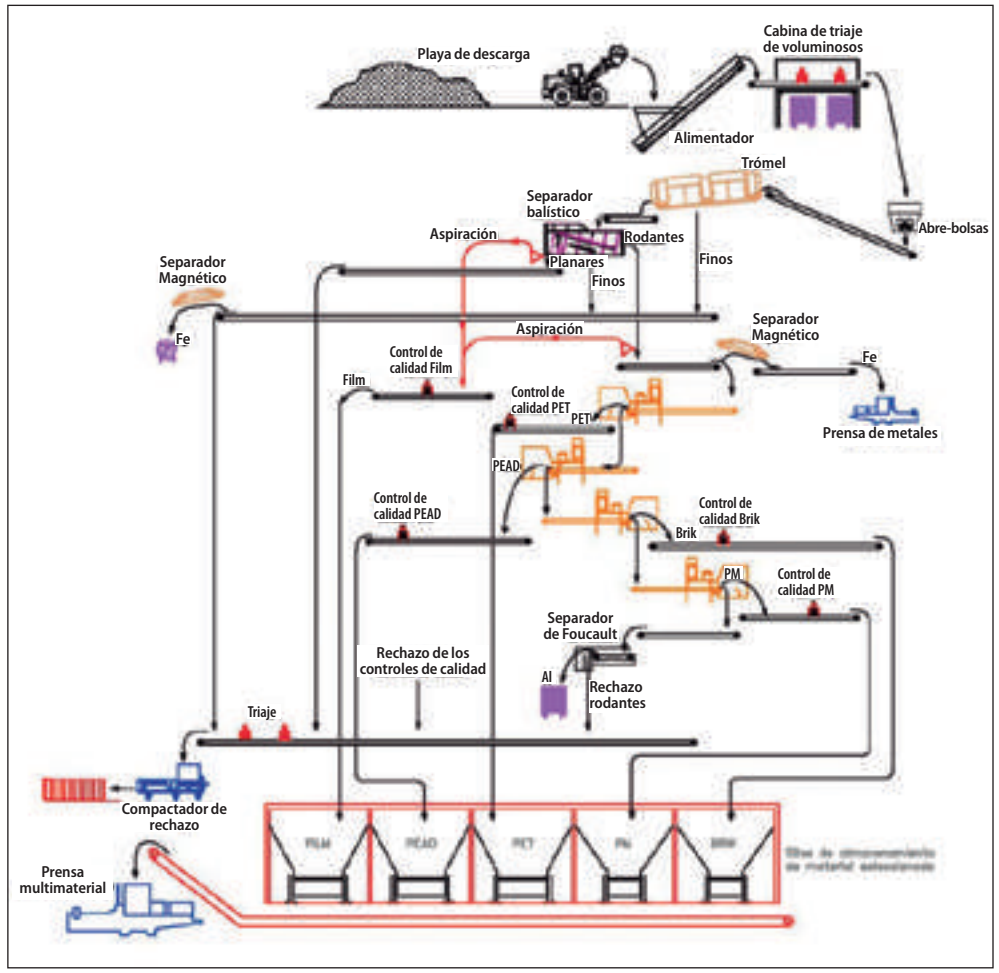
Para proceder al diseño y dimensionamiento de una planta de selección de envases ligeros hay que tener en consideración la calidad y cantidad del material recibido a lo largo del tiempo, así como la capacidad de operar de dicha planta. Por lo tanto, en función de las cantidades a procesar y de los materiales recibidos, muy influenciado por su sistema de contenerización, se diseñarán y dimensionarán las instalaciones de selección de envases ligeros, y se determinará el grado de automatización de las mismas. En este contexto y considerando la experiencia de ECOEMBES, en lo referente a la viabilidad técnica y económica, se plantean dos escenarios de capacidad, dimensionamiento y diseño que, según se puede observar en la gráfica adjunta, son los siguientes: plantas automáticas para capacidades superiores a 3.000 t/año y plantas de automatización media, también llamadas manuales, para capacidades inferiores a 3.000 t/año (ver esquemas siguientes).

Curvas de costes manual y automática





Esquema de proceso de selección manual



Esquema de proceso de selección automática

A continuación, se exponen unas indicaciones básicas para la operativa en ambos tipos de plantas.

La retirada de voluminosos debe realizarse antes del abrebolsas para evitar atascos en este equipo. Con el objeto de aumentar la efectividad en el proceso de selección, se aconseja retirar en primer lugar aquellos materiales más voluminosos, como el Film y, en su caso cartonajes, y posteriormente los envases plásticos más abundantes (PET y PEAD).

Tras estas clasificaciones, se seleccionarán el resto de fracciones de envases (Plástico mezcla, Brik, Acero y Aluminio). En todo caso, los envases de Acero pueden ser separados en varias corrientes de la planta.

Existen configuraciones de planta en las que el Brik también se puede

seleccionar al final del proceso con el separador de corrientes Foucault. Posteriormente será necesario separar con cribas los metales del Brik.

En todos los procesos automáticos, es vital el acondicionamiento previo del material antes de llegar a los ópticos para asegurar su adecuado funcionamiento (aspiración y separación magnética). El material debe llegar a los separadores ópticos lo más disperso posible y en régimen laminar.

Siempre deben existir puestos de control de calidad posteriores a los separadores ópticos. Si el flujo de material lo permite, se recomienda que los puestos de control de calidad se contemplen dobles (cinta partida con un operario realizando el control de calidad de dos fracciones simultáneamente).

PROCEDIMIENTOS DE CONTROL

En las plantas de selección de envases se pueden llevar a cabo distintos tipos de controles. En concreto, ECOEMBES lleva a cabo los siguientes:

Control de la calidad del material de entrada: se trata de las caracterizaciones de entradas de envases ligeros, para controlar la calidad de los residuos recogidos y conocer los residuos con los que se alimenta la planta.

Control de la calidad del material de salida: se trata de llevar a cabo un análisis de la calidad de las distintas balas de materiales recuperados en las plantas de selección, y verificar que cumplen las especificaciones técnicas de referencia de los materiales recuperados, más conocidas por su acrónimo: ETMR.

El control de calidad de las balas se basa en un sistema de muestreo por atributos AQL. Para ello, se emplea el método de las tablas de muestreo de MIL-STD-105D del "Manual de Control de Calidad" de J. M. Juran y Frank M. Gryna. De modo resumido, la operativa del control de calidad de las balas es la siguiente:

- Control del número de balas de cada material: recuento de balas en stock.
- Determinación del tamaño de la muestra.
- Elección de la primera bala al azar.
- Medida de las dimensiones de la bala (este dato permitirá obtener la densidad).
- Apertura de las balas y control: la separación de los materiales se efectúa manualmente sobre una mesa de triaje instalada para tal fin. El peso total de la bala se obtiene por la suma de pesos de los materiales separados. Para realizar la pesada de los materiales se dispone de una báscula de precisión adecuadamente calibrada y/o verificada.
- Se verifica que los materiales estén correctamente separados.
- Se anotan los resultados en una ficha preparada para tal fin (Ficha de Control de Calidad).
- Este proceso se repite sucesivamente hasta que se alcance el número de balas de rechazo obtenido por el método de MIL-STD-105D para cada material o se acepte el lote o stock.

Control de la composición del rechazo: se trata de las caracterizaciones de rechazo de envases ligeros.

Control de stock: consiste en llevar a cabo el recuento de las balas en stock. Este tipo de control, al margen de realizarse como etapa previa al control de calidad de las balas para poder determinar el tamaño de la muestra, se puede realizar de modo exclusivo cuando se produce algún tipo de incidencia en el control de la producción.

Control de producción: desde ECOEMBES se lleva a cabo un control de la producción mediante el análisis mensual de los datos de entradas, salidas y stock. Los balances que se realizan con estos datos y las composiciones de entrada obtenidas en las caracterizaciones, permiten obtener parámetros de gran utilidad para determinar si el funcionamiento de la planta es adecuado:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Selección envases ligeros (kg)}}{\text{Entradas totales (kg)}}$$

$$\text{Efectividad (\%)} = \frac{\text{Selección envases ligeros (kg)}}{\text{Entradas de envases ligeros (kg)}}$$

La efectividad se puede calcular globalmente y para cada material. En plantas manuales la efectividad global que se debe alcanzar es del 80%. En el caso de plantas automáticas, la efectividad que deben alcanzar es del 85%. El rendimiento de una planta tiene en consideración tanto la efectividad que obtiene, como la calidad del material de entrada, ya que la entrada en planta también incluye material no solicitado o impropio. Así pues, una planta con una efectividad del 87%, que recibe material con un contenido de envases del 81%, tendrá un rendimiento del 70,5%.

LÍMITES A LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LAS PLANTAS DE CLASIFICACIÓN DE ENVASES

En la última década los procesos de selección de envases han mejorado considerablemente. En poco tiempo, se ha pasado de instalaciones manuales de pequeña capacidad donde la efectividad de recuperación dependía del número de operarios dedicados, a plantas con un grado de automatización elevado que permiten unos mejores rendimientos de selección y reducen la dependencia de la mano de obra. No obstante, todavía existen limitaciones tecnológicas en los procesos de selección que no permiten una selección total de los residuos de envases de forma automática. Las principales limitaciones tecnológicas en la clasificación de envases se pueden agrupar en tres grandes grupos:

Naturaleza del envase. En las plantas automáticas la selección de materiales no metálicos se realiza con separadores ópticos que, mediante un sensor óptico de rayos infrarrojos de campo cercanos (NIR) o colorimetría, detectan un determinado material para después seleccionarlo a través de electroválvulas que lo repelen por aire comprimido. Debido a la naturaleza del material cabe destacar las siguientes limitaciones en la separación óptica:

- Por la etiqueta del envase: cuando el material que compone la etiqueta es distinto del material que forma el cuerpo del envase, dicha etiqueta no debe cubrir más de 2/3 de la superficie proyectada sobre un plano. Si la etiqueta es de mayor tamaño, el programa de análisis del separador óptico interpretará que todo el objeto está formado por el material de la etiqueta.
- Por el color del material: es imposible la detección de materiales que absorben la totalidad de la longitud de onda de la luz reflejada, como son los cuerpos negros.
- Por superficies metalizadas: cuando el material que compone el objeto presenta una superficie reflectante, es decir no hay una mínima absorción de radiación, la luz reflejada no aporta información sobre el material que compone el objeto y por lo tanto no es identificado.
- Por materiales multicapas: los envases multicapa están formados por distintas capas de diferentes materiales. La luz emitida penetra unas 2 micras en el cuerpo del objeto, por lo que la luz reflejada recoge información sobre las capas que atraviesa dando lugar a error en la lectura del material adecuado.

Granulometría del material. Una de las etapas principales en los procesos de selección de envases, es el cribado de materiales de pequeño tamaño para realizar una limpieza y así mejorar el triaje automático y manual posterior. Este cribado se realiza mediante trómeles, separadores balísticos y, en su caso, cribas vibratorias. El problema de este cribado reside en la luz de malla que se decide instalar. Así, una luz de malla elevada consigue limpiar el material que le llegará a los equipos posteriores de selección, principalmente separadores ópticos y separadores por corrientes de Foucault, pero también supone una pérdida necesaria de materiales de pequeño tamaño tales como materiales unidosis, pequeñas latas, yogures, etc., cuya dificultad y coste de recuperación en la fracción de finos es elevada. De otro modo, si la luz de malla se reduce lo suficiente para que no haya esta pérdida de material, el grado de suciedad que llegaría a los separadores ópticos podría comprometer su correcto funcionamiento, pues podría tupir las válvulas de soplado. Asimismo, en este caso los costes de mantenimiento de las mallas de cribado se elevan.

Deficiencias propias de la maquinaria de selección. Como tercer punto se destacan las ineficiencias inherentes a cada una de las máquinas que conforman la planta de selección de envases. Toda maquinaria de dosificación, pretratramiento y selección de envases tiene una efectividad menor del 100% por diferentes motivos que se señalan a continuación.

a. Dosificación de material

Una de las etapas más importantes en las plantas de selección de envases es la correcta dosificación del material de entrada. Una mala dosificación implica una alimentación irregular, en borbotones, que compromete todo el proceso de selección posterior. Con el fin de conseguir una correcta dosificación, los alimentadores de cabecera de plantas se construyen con una pendiente empíricamente comprobada de 40º que permite una caída controlada del material a tratar. No obstante, no sólo es necesario un buen diseño en la implantación del alimentador, también es necesaria la pericia del palista. La correcta carga del alimentador requiere descargar el residuo no de golpe, sino extendiéndolo a lo largo del mismo. Antes de que se quede vacío, se debe descargar la siguiente cucharada lentamente (no se tarda más de 30“ en descargar). No es recomendable una alimentación apresurada del alimentador, echando una cucharada sobre otra sin haberse extendido en el alimentador la anterior.

b. Abridores de bolsas

Aunque se ha mejorado considerablemente el diseño de los abridores de bolsas, siendo cada vez más robustos y de gran fiabilidad, ha de tenerse en cuenta que se deben de eliminar materiales voluminosos que produzcan un atasco en este equipo, ya que la máquina, ante un aumento de intensidad de la corriente eléctrica y tras varios intentos de rotación inversa, deja de funcionar.

Por ello, es siempre recomendable que se instalen cabinas de triaje primario en la cabecera de la planta para retirar manualmente aquellos materiales que puedan provocar atascos en todas las etapas posteriores y principalmente en el abrebolsas. Por otro lado, ha de tenerse en cuenta que bolsas de pequeño tamaño y poco peso pueden escurrirse entre la cuchilla y contracuchilla del equipo sin que queden finalmente abiertas, por lo que, salvo que sea abierta en un equipo posterior (como sea el balístico) el material que contenga será clasificado incorrectamente o enviado a rechazo.

c. Separadores balísticos

El separador balístico, además de su labor de cribado comentada anteriormente, tiene una función fundamental en el reparto de flujos. Con este equipo se obtienen tres corrientes claramente diferenciadas: corriente de rodantes,

corriente de planares y corriente de finos. No obstante se ha comprobado empíricamente que este reparto no es 100% efectivo y se presentan algunos materiales en la corriente equivocada. Los errores más típicos de un separador balístico son:

- La presencia de Brik y bandejas de plástico en el flujo de planares, lo que obliga a disponer de un triaje en esta corriente para evitar la pérdida de rendimiento por la no selección de estos materiales, ya que una separación automática para un flujo tan minoritario no compensa.
- La presencia de film en la corriente de rodantes, que obliga a la instalación de un aspirador de este material antes de la separación óptica.

d. Separadores ópticos

Tras la fase de pretratamiento, los separadores ópticos constituyen la selección propiamente en las plantas automáticas actuales. Son utilizados para los materiales plásticos y para el Brik. En lo correspondiente a los separadores ópticos, aparte de las carencias comentadas en relación a la naturaleza del material, hay que señalar otras limitaciones que pueden comprometer la efectividad de selección de la máquina:

- Presencia de botellas con más de un 10% de líquido en su interior: la presión ejercida por las electroválvulas no es suficiente para su repulsión.
- Presencia de film en cantidad apreciable (más de un 5%) en la corriente de entrada a los separadores ópticos: provoca errores en la lectura, confundiéndolo con polietileno ya que las longitudes de onda son similares, pudiendo enmascarar otros materiales.
- Determinadas formas del envase: materiales con forma esférica o muy rodantes no se estabilizan en la cinta de aceleración de los separadores ópticos, provocando un error en el cálculo de tiempo de la activación de las electroválvulas.

e. Separadores de Foucault

Un separador de corrientes de Foucault selecciona el aluminio mediante la creación de un campo magnético alternativo; es decir, un campo magnético donde el polo norte y el sur cambian alternativamente, y que al fin inducen un campo magnético opuesto en el envase, que a su vez es repelido por el primero. Dado que el equipo genera esta repulsión sobre cualquier material dieléctrico, también la puede generar sobre los envases de Brik -que tienen una capa de aluminio- y seleccionarlo cuando no se pretende que lo haga este equipo.

EJEMPLO DE DIMENSIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE CLASIFICACIÓN DE ENVASES

Como se ha comentado previamente, conocida la calidad de los residuos de entrada en planta, la cantidad de residuos que se han de procesar durante una hora de trabajo –toneladas/hora– es el parámetro fundamental para dimensionar una planta de envases. A partir de ahí, en función de las capacidades y rendimientos de cada uno de los equipos, se determina la maquinaria y demás requerimientos necesarios para el diseño del proceso de selección. Para establecer las toneladas/hora de la planta, es necesario tener en cuenta determinados parámetros.

Previsión de entradas

En primer lugar se debe conocer (en realidad estimar) la previsión de entradas a lo largo de toda la vida útil de la planta. Los equipos e instalaciones que conforman una planta de selección permiten que su vida útil sea de 25.000 horas efectivas de proceso. Así, una planta que trabaje a dos turnos de trabajo, lo que debería ser habitual, alcanzaría las 25.000 horas efectivas al cabo de 10 años de funcionamiento. Lógicamente, en el caso de que trabaje a menos de dos turnos, los años de vida útil se incrementan.

Operativa de trabajo

Otra variable importante a considerar en el cálculo de dimensionamiento de una planta de selección de envases, son las horas útiles diarias de procesamiento del material. Por ello, es necesario conocer:

- **Los días de funcionamiento de la planta al año**

Este valor puede ser de 247 días trabajando la planta de lunes a viernes o bien 299 trabajando la planta de lunes a sábado, restando en ambos casos 14 festivos.

- **Las horas útiles de trabajo por turno**

Entendidas como las horas totales del turno menos las paradas para tareas de limpieza y descansos previstos del personal. Este valor varía en función del convenio colectivo que aplique en la planta de selección.

- **La disponibilidad de línea del proceso**

Referida a la relación del tiempo efectivo de triaje respecto el tiempo total de trabajo en el turno. Hace referencia a interrupciones de la línea de triaje. El valor de referencia de la disponibilidad de la línea en plantas de selección es 95%. Disponibilidades inferiores son debidas a ineficiencias del proceso que deben ser corregidas.

Estacionalidad

Otro parámetro a tener en cuenta en el dimensionamiento de plantas de selección de envases, es el crecimiento estacional de entradas en la planta. Así por ejemplo, en plantas de selección de envases situadas en zonas turísticas, las entradas de residuos de envases en los meses estivales son mayores respecto de los demás. El diseño de la planta ha de realizarse teniendo en cuenta el mes con mayor entrada a la planta.

Una vez recabados estos parámetros se puede calcular la capacidad de diseño de la planta teniendo en cuenta que la capacidad de diseño de una planta de selección debe ser tal que permita procesar en dos turnos de trabajo diario los picos estacionales de entradas en el mes de mayor aportación durante su vida útil, generalmente el último año de vida útil. El valor resultante se ha de sobredimensionar en un 10%, con el fin de garantizar holguras en la capacidad de diseño.

Según la ecuación:

$$\text{Capacidad de diseño} = 1{,}1 \times \frac{\text{Toneladas en mes de mayor entrada en el año 10}}{\left(\dfrac{\dfrac{\text{días}}{\text{año}} \times 2\,\dfrac{\text{turnos}}{\text{días}} \times \dfrac{\text{horas útiles}}{\text{turnos}}}{12} \right) \times 0{,}95}$$

Ejemplo Práctico

Determinar la capacidad de diseño de una planta de selección de envases situada en la costa levantina con la siguiente previsión de entradas en los próximos 10 años:

Previsión de entradas		
Año	**t/año**	**Estimación de crecimiento**
2016	8.000	5%
2017	8.400	
2018	8.820	
2019	9.261	
2020	9.724	
2021	10.210	
2022	10.720	
2023	11.256	
2024	11.819	
2025	12.410	

El mes de mayor previsión de entradas histórico es agosto con un 20% por encima de la media de entrada por cada mes. La planta además tiene la siguiente operativa de trabajo:

Días de funcionamiento/año	247
Horas/turno	8
Tiempo de descanso/turno	0,5
Tiempo de limpieza/turno	0,5
Disponibilidad de línea	95%

Por tanto, aplicando la ecuación anterior tenemos:

$$\text{Capacidad de diseño} = 1{,}1 \times \frac{\left(\dfrac{12.410\ \text{t/año}}{12}\right) \text{x}1{,}20}{\left(\dfrac{\dfrac{247\ \text{días}}{\text{año}} \text{x}\ 2\ \dfrac{\text{turnos}}{\text{días}} \text{x}\ \dfrac{7\ \text{horas útiles}}{\text{turnos}}}{12}\right) \text{x}\ 0{,}95} =$$

$$= 4{,}98\ \frac{\text{t}}{\text{h}} \approx \mathbf{5\ t/h}$$

Reciclado

María Teresa Santos Arribas.
Universidad Politécnica de Madrid.

Materiales recuperados en las plantas de selección y ETMR 417
Especificaciones Técnicas para Materiales Recuperados (ETMR) de residuos de envases 419

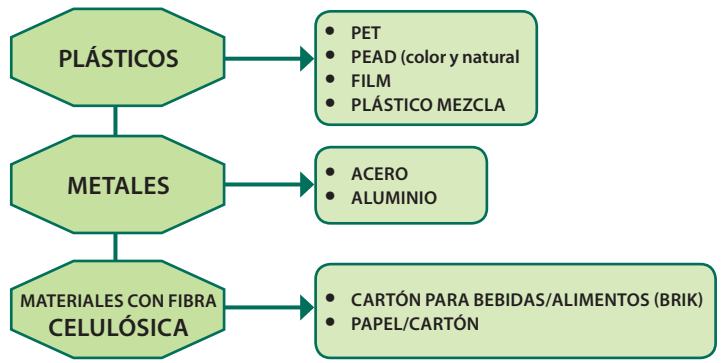
Procesos de recuperación y reciclado por materiales 427
PET (Polietileno tereftalato) 427
PEAD (Polietileno de alta densidad) 429
Film (Bolsas y Films de embalajes)... 432
Plástico Mezcla 433
Acero y Aluminio 434
Cartón para bebidas/alimentos 435
Papel/cartón 436
Resumen de procesos de recuperación y reciclado 437

Bibliografía 541

MATERIALES RECUPERADOS EN LAS PLANTAS DE SELECCIÓN Y ETMR

Se denominan "procesos de recuperación" de materiales contenidos en los residuos a aquellos procesos de separación física y concentración de componentes valorizables con el fin de reciclarlos o tratarlos para la obtención de nuevos productos y/o energía. En las plantas de selección se recuperan los siguientes materiales:

- PET: polietileno tereftalato.
- PEAD: polietileno de alta densidad de color o natural.
- FILM: mezcla de diferentes polímeros de plástico de densidad variable, en general, se trata de polietileno.
- PLÁSTICO MEZCLA: mezcla de diferentes polímeros plásticos caracterizados por no tener fracción propia (polipropileno, poliestireno, PVC, poliexpan, etc).



Los materiales recuperados en las plantas de selección tienen que cumplir un estándar en cuanto a su calidad y forma de presentación. Este estándar es el denominado "Especificación Técnica de los Materiales Recuperados" (ETMR).

Las especificaciones técnicas de cada material se caracterizan por:

- Determinar la calidad que el material debe tener, de manera que se pueda obtener en las plantas de manera razonable y que garanticen su posterior reciclado en las instalaciones de los recuperadores/recicladores.
- Cada material tiene su ETMR.
- Son de obligado cumplimiento para las plantas.
- Su cumplimiento es exigido por los recuperadores/recicladores.

La estructura de las ETMR es la siguiente:

- MATERIAL SOLICITADO: el que se demanda y su contenido mínimo.
- IMPROPIOS: indica qué no está permitido, estableciendo límites parciales y máximos.
- CONDICIONES DE ENTREGA: las dimensiones y densidad de las balas, la densidad mínima y la carga mínima de un vehículo para que pueda ser retirado por los recuperadores/recicladores.

Las ETMR han sufrido variaciones con el tiempo debido a:

- Evolución de la tecnología de selección y reciclaje.
- Evolución de los hábitos de consumo.
- Estrategia para el cumplimiento de objetivos por parte de ECOEMBES.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MATERIALES RECUPERADOS (ETMR) DE RESIDUOS DE ENVASES

A continuación se detalla las ETMR de cada material:

Plástico PET	
Material solicitado	Envases de PET (se admiten todos los colores) procedentes de recogida selectiva ≥ 95,5% (incluidos etiquetas y tapones que formen parte del envase). Este porcentaje incluye la humedad.
Impropios	Impropios < 4,5% (referido al material húmedo) con límite máximo para las siguientes fracciones de: • PVC (botellas completas y fragmentos)< 0,25%. • Otros materiales plásticos y otras impurezas (no incluye ni PVC ni metales) < 4%. • Metales < 0,25%.
Condiciones de entrega	Los envases deben haber sido pinchados . En balas de longitud: 1≤ L ≤ 1,5 m y densidad ≥ 190 kg/m^3 Fleje de las balas: acero. La integridad de las balas debe mantenerse a lo largo de la carga, transporte, descarga y almacenamiento. Envío: camión completo (mínimo 10 toneladas).

Nota: Valores de porcentajes en peso

Plástico PEAD color	
Material solicitado	Botellas y bidones de PEAD procedentes de recogida selectiva ≥ 90% (incluidos etiquetas y tapones que formen parte del envase). Este porcentaje incluye la humedad.
Impropios	Impropios < 10% (referido al material húmedo) con límite máximo para las siguientes fracciones de: • Envases de otras poliolefinas y otros materiales plásticos < 7%. • Cauchos, siliconas, espumas poliestireno y poliuretano < 0,05%. • Metales < 0,5%. • Papel/cartón, brik y otras impurezas < 2%.
Condiciones de entrega	En balas de longitud: 1≤ L ≤ 1,5 m y densidad ≥ 210 kg/m^3 Fleje de las balas: acero. La integridad de las balas debe mantenerse a lo largo de la carga, transporte, descarga y almacenamiento. Envío: camión completo (mínimo 10 tn).

Nota: Valores de porcentajes en peso
"Cauchos, siliconas, espumas poliestireno y poliuretano" se refiere a envases de cauchos, siliconas, espumas de poliestireno y poliuretano o envases cuyo contenido previo haya sido alguna de estas sustancias

Plástico PEAD natural	
Material solicitado	Botellas y bidones de PEAD NATURAL procedentes de recogida selectiva ≥ 90% (incluidos etiquetas y tapones que formen parte del envase). Este porcentaje incluye la humedad.
Impropios	Impropios < 10% (referido al material húmedo) con límite máximo para las siguientes fracciones de: • Envases de PEAD color (incluido blanco) y con multicapa negra < 1%. • Envases de otras poliolefinas y otros materiales plásticos < 7%. • Cauchos, siliconas, espumas poliestireno y poliuretano < 0,05%. • Metales < 0,5%. • Papel/cartón, brik y otras impurezas < 1,5%.
Condiciones de entrega	En balas de longitud: 1≤ L ≤ 1,5 m y densidad ≥ 210 kg/m^3. Fleje de las balas: acero. La integridad de las balas debe mantenerse a lo largo de la carga, transporte, descarga y almacenamiento. Envío: camión completo (mínimo 10 tn).

Nota: valores de porcentajes en peso
"Cauchos, siliconas, espumas poliestireno y poliuretano" se refiere a envases de cauchos, siliconas, espumas de poliestireno y poliuretano o envases cuyo contenido previo haya sido alguna de estas sustancias

Plástico FILM	
Material solicitado	Envases flexibles de film (bolsas y films de embalaje, incluido el film extensible y el film retráctil) procedentes de recogida selectiva ≥ 82% (incluidas las etiquetas que formen parte del envase tras el prensado).
Impropios	Impropios < 18% (referido al material húmedo) con límite máximo para las siguientes fracciones de: • PET < 1%. • Metales < 1,5%. • Papel/cartón y brik < 2,5%. • Cauchos, siliconas, espumas de poliestireno y poliuretano < 0,05%. • Otras impurezas (excluidas las que impregnan el envase) < 9%. • Humedad < 5%.
Condiciones de entrega	En balas de longitud: 1≤ L ≤ 1,5 m y densidad ≥ 250 kg/m^3. Fleje de las balas: acero. La integridad de las balas debe mantenerse a lo largo de la carga, transporte, descarga y almacenamiento. Envío: camión completo (mínimo 15 tn).

Nota: valores de porcentajes en peso
"Cauchos, siliconas, espumas poliestireno y poliuretano" se refiere a envases de cauchos, siliconas, espumas de poliestireno y poliuretano o envases cuyo contenido previo haya sido alguna de estas sustancias

Plástico Mezcla	
Material solicitado	Envases de plástico no reclamados en otras fracciones, procedentes de recogida selectiva ≥ 80% (incluidos etiquetas y tapones que formen parte del envase). Esta fracción incluye, por tanto: • envases de PEAD no incluidos en su fracción de acuerdo a la ETMR del PEAD. • envases de PET no incluidos en su fracción de acuerdo a la ETMR del PET. • envases de Film no incluidos en su fracción de acuerdo a la ETMR del Film. • resto de envases plásticos sin fracción específica (PVC, polipropileno, poliestireno). Este porcentaje incluye la humedad.
Impropios	Impropios < 20% (referido al material húmedo) con límite máximo para las siguientes fracciones de: • Envases plásticos que deben incluirse en sus fracciones respectivas (de PET, PEAD y Film) < 10%. • Otros materiales plásticos no envases < 10%. • Metales, papel/cartón, brik y otras impurezas < 4%.
Condiciones de entrega	En balas de longitud: 1≤ L ≤ 1,5 m y densidad ≥ 210 kg/m^3. Fleje de las balas: acero. La integridad de las balas debe mantenerse a lo largo de la carga, transporte, descarga y almacenamiento. Envío: camión completo (mínimo 10 tn).

Nota: valores de porcentajes en peso

Cartón para bebidas/alimentos	
Material solicitado	Cartones para bebidas/alimentos líquidos procedentes de recogida selectiva ≥ 95% (incluidos los tapones que formen parte del envase). Este porcentaje incluye la humedad.
Impropios	Impropios < 5% (referido al material húmedo) con límite máximo para las siguientes fracciones de: • Otros envases < 3%. • Otros impropios < 2%.
Humedad	Humedad < 10%.
Condiciones de entrega	En balas de longitud: 1≤ L ≤ 1,5 m y densidad ≥ 400 kg/m³. Fleje de las balas: acero. La integridad de las balas debe mantenerse a lo largo de la carga, transporte, descarga y almacenamiento. Envío: camión completo (mínimo 20 tn).

Nota: Valores de porcentajes en peso

Papel/cartón	
Características del material	Material en balas de diversas calidades de papeles y cartones. Calidad mínima 5.01 de la Norma UNE-EN 643 *"Lista Europea de Calidades Estándar de Papel y Cartón para Reciclar".*
Procedencia	Recogida multimaterial de envases ligeros.
Dimensiones de las balas	Presentación en balas cuyas dimensiones estarán en función de la prensa de cada planta. Envío: camión completo.
Identificación de las balas	Las balas llevarán una identificación con, al menos, los siguientes datos: material, fecha de embalado, planta de origen y peso aproximado.
Humedad máxima	10%.
Materiales impropios: materia orgánica, flejes, arena, metales, plásticos y, en general, todo aquel material que no sea papel/cartón	*Máximo el 3% sobre el peso total (este porcentaje no considera aquellas materias inutilizables que formen parte del envase).*

Nota: valores de porcentajes en peso

Acero	
Material solicitado	Contenido férreo magnético ≥ 90% (incluye humedad y todo aquello que forme parte del propio envase).
Impropios	Impropios < 10% (referido al material húmedo) .
Condiciones de entrega	Compactado en forma de paquetes o balas. Recomendable en paquetes/balas de 50 kg mínimo y 500 kg máximo. Los paquetes/balas deben resistir la manipulación industrial Densidad aparente ≥ 800 kg/m³. Entrega mínima: camión completo.

Nota: Valores de porcentajes en peso

Aluminio	
Material solicitado	Envases rígidos y semirrígidos de aluminio procedentes de recogida selectiva ≥ 90% (incluye humedad y todo aquello que forme parte del propio envase). Contenido de envases semirrígidos y flexibles monomaterial de aluminio ≤ 5%.
Impropios	Total de impropios < 10% con límite máximo para las siguientes fracciones de : • Metales férreos libre = 0%. • Metales no férreos < 3%. • Plásticos, papel-cartón, brik y laminados complejos <4% (en ningún caso estas fracciones podrán superar por separado el 2%) . • Finos y otros < 3%.
Condiciones de entrega	Compactado en forma de paquetes o balas Densidad aparente ≥ 500 kg/m³. Los paquetes/balas deben resistir la manipulación industrial Entrega mínima: • 5 tn en plantas con entradas anuales < 3.000 tn. • 10 tn en plantas con entradas anuales ≥ 3.000 tn.

Nota: valores de porcentajes en peso

Fuente: Ecoembalajes España, S.A.

Controles de calidad. La calidad de los materiales establecida en las ETMR debe ser controlada. Los controles pueden realizarse en plantas de selección o en la instalación de recuperación/reciclado:

- **Controles en plantas de selección**. Además de velar por el cumplimiento de la calidad de los materiales establecida en los convenios, su información se

emplea en la aplicación de la fórmula de pago por selección y la aplicación del procedimiento de incumplimiento de calidad en plantas de selección.

- **Controles en una instalación de recuperación/reciclado**. Se realizan para obtener información sobre la calidad de los materiales en destino y con motivo de quejas, reclamaciones o en seguimiento de lo establecido en el Procedimiento de Disconformidad (es decir, cuando el recuperador, reciclador o persona en quien éste delegue para la retirada, entienda que los materiales que se le entregan no cumplen ETMR, tendrá derecho a no aceptar dicho material en la planta o posteriormente en sus propias instalaciones).

Trazabilidad de materiales. Se entiende por trazabilidad el conocimiento de todos los agentes y procesos integrados en la cadena del reciclaje, para un material y un lote concreto, desde su origen hasta su destino final de reciclado. La *Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases* exige la garantía del destino final de reciclaje de los envases y residuos de envases. Los sistemas integrados deberán informar garantizar la trazabilidad e informar de la misma a las administraciones. Los objetivos de reciclado y valorización establecidos en dicha ley, se revisan en el *Real Decreto 252/2006*. En lo que respecta a la exportación de materiales recuperados en plantas de selección, la *Directiva 2004/12/CE, de 11 de febrero de 2004,* artículo 6.2. *"Los residuos de envases exportados de la Comunidad […] sólo se tendrán en cuenta para cumplir los objetivos […] si hay evidencia sólida de que la operación de valorización o reciclado se llevó a cabo en condiciones más o menos equivalentes a las prescritas por la legislación comunitaria en la materia"*. Se consideran destinos finales, para cada uno de los materiales, los siguientes:

PET	Escama limpia o granza
PEAD	Granza
FILM	Aglomerado o granza
Plástico mezcla	Escama, aglomerado o granza (artículo de consumo)
Acero	Fundición
Aluminio	Fundición
Cartón para bebidas	Fábrica de papel
Papel/cartón	Fábrica de papel

Control de trazabilidad

Al menos anualmente se hace una auditoria a los recuperadores/recicladores con objeto de garantizar el destino final de los materiales. La realizan empresas externas. Los informes de trazabilidad están a disposición de la administración. En todo momento se garantiza, por el auditor, la confidencialidad de la cartera comercial.

PROCESOS DE RECUPERACIÓN Y RECICLADO POR MATERIALES

PET (POLIETILENO TEREFTALATO)

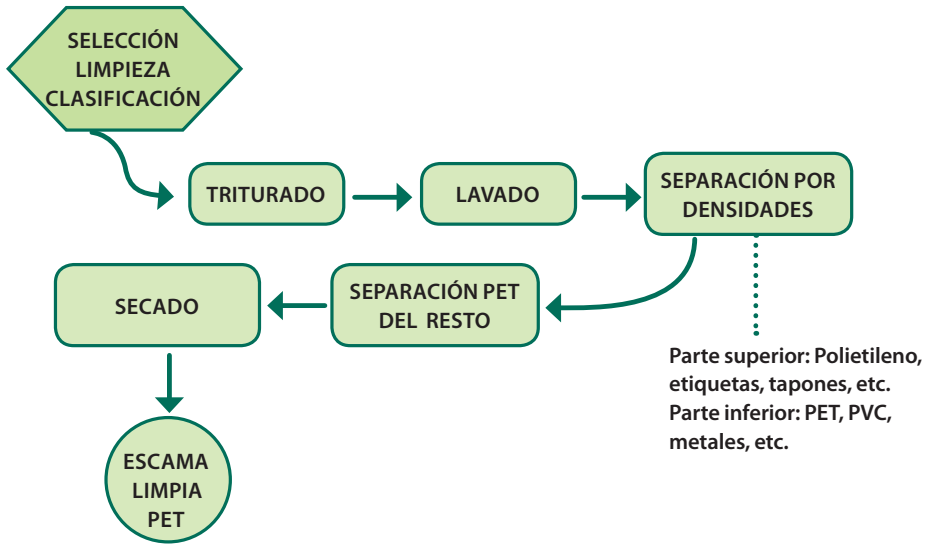
Características y propiedades. El Tereftalato de Polietileno ó Polietileno Tereftalato, es un poliéster perteneciente a la familia de los termoplásticos. Estos materiales son polímeros que pueden ser fácilmente moldeados al calentarlos, siendo susceptible de repetir esta operación durante casi todo el ciclo de vida del mismo. El PET puede adaptarse a cualquier forma y diseño. Inicialmente se empleó para la fabricación de fibras textiles, pero sus excelentes propiedades mecánicas y químicas fueron pronto aplicadas al desarrollo de envases para alimentos y bebidas. Su fabricación viene realizándose desde principios de los `90 y su reciclaje desde finales de dicha década. A continuación se muestra una tabla con las características destacadas de este material.

Características del PET

Características	
Brillo	Equiparable al del vidrio.
Transparencia	Factor clave en envases de agua o refrescos.
Resistencia al impacto	Reduce el índice de roturas y de pérdidas en productos de alto valor añadido (por ejemplo, aceites).
Ligereza	Permite la reducción de costes de transporte y contribuye a la disminución de gases de efecto invernadero.
Baja permeabilidad	Material idóneo para envases de productos sólidos o líquidos, conservando el sabor y aroma de los mismos.
EFECTO BARRERA	Favorece el proceso de conservación en zumos naturales y lácteos.
Reciclable 100%	Permite el uso en otras aplicaciones con reducidos consumos de energía en el proceso de reciclado.

Fuente: Ecoembes, S.A.

Proceso de reciclado. El proceso de reciclado que se realiza es **mecánico**, es decir, el material sólo sufre transformaciones físicas.



Esquema de proceso de reciclado mecánico del PET / *Fuente:* Ecoembes, S.A.

Aplicaciones. Las aplicaciones del PET reciclado varían en función de la calidad del mismo. Así, algunas de ellas se describen en la siguiente tabla.

Aplicaciones habituales del PET

Aplicaciones *	
Textil	• **Fibras textiles** (sacos de dormir, anoraks, etc.) • **Moquetas y alfombras**
Lámina	• **Bandejas** • Blister (para medicamentos)
Automóvil	• Conectores eléctricos • Pivotes limpiaparabrisas • Soportes de altavoces • Tapadera cuerpo acelerador
Envase**	• **Botellas multicapa** • **Recipientes de detergente** • Bidones de recogida de aceite

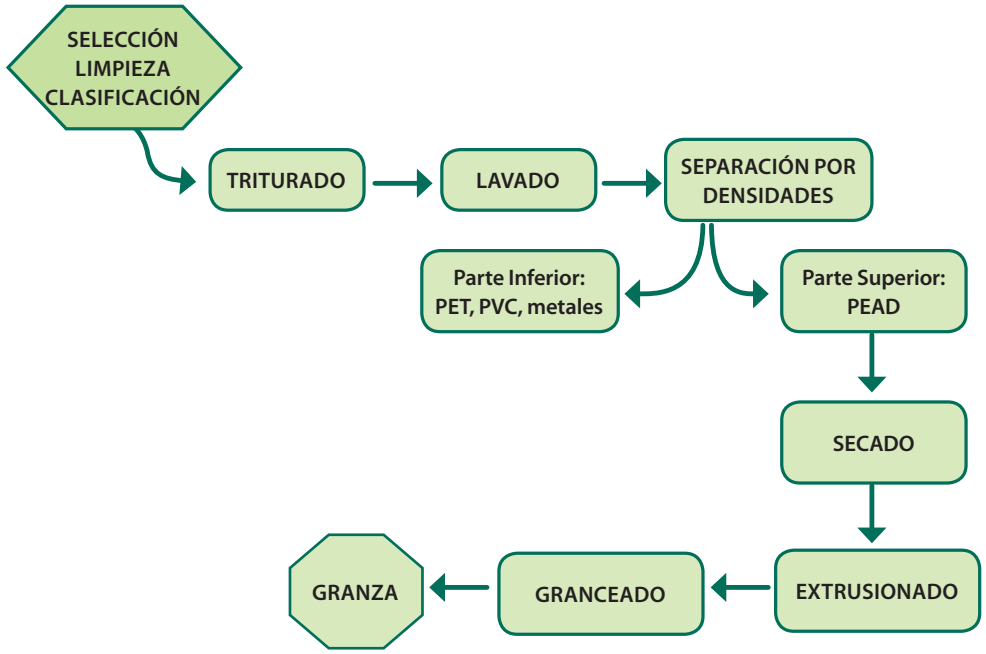
* Aparecen en negrita las aplicaciones más habituales.
** Nunca para productos de uso alimentario, salvo granza con grado alimentario

Fuente: Ecoembes, S.A.

PEAD (POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD)

Características y propiedades. El Polietileno de Alta Densidad es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del etileno. Se caracteriza por poseer una excelente resistencia térmica y química, muy buena resistencia al impacto, es translúcido, casi opaco, flexible aún a bajas temperaturas, tenaz, presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.

Proceso de reciclado. El proceso de reciclado del PEAD se realiza, al igual que el PET, mediante reciclado mecánico. Se puede procesar por **moldeo por inyección** o **moldeo por extrusión.**



Esquema de proceso de reciclado mecánico de PEAD / *Fuente:* Ecoembes, S.A.

En la **extrusión**, el polímero fundido es forzado a pasar a través de un "dado" también llamado boquilla, por medio del empuje generado por la acción giratoria de un husillo (tornillo de Arquímedes) que gira concéntricamente en una cámara a temperaturas controladas llamada cañón, con una separación milimétrica entre ambos elementos. El material polimérico es alimentado por medio de una tolva en un extremo de la máquina y debido a la acción de empuje se funde, fluye y mezcla en el cañón y se obtiene por el otro lado con un perfil geométrico preestablecido.

Bala de PEAD

Granceado

Fotografías del proceso de reciclado de PEAD / *Fuente:* Ecoembes, S.A.

Aplicaciones. Las principales aplicaciones del PEAD reciclado son muy variadas, pudiendo ser utilizadas en agricultura, jardinería, automóviles, piezas industriales, construcción, etc. En la siguiente tabla, se describen algunas de estas aplicaciones.

Aplicaciones habituales del PEAD

Aplicaciones *	
Agricultura	• Suelos para establos • Bandejas semilleros • Jaulas y mallas • **Tubería baja presión (riego)**
Menaje	• Base escobas y fregonas • Cubos para agua • Tapa sanitario e inodoro • Contenedores y papeleras
Automóvil	• Pasos de rueda • Rasquetas para hielo
Piezas industriales	• Rodetes de cable • Salvavidas
Jardinería	• Comederos para pájaros • Maceteros
Material de oficina	• Cesta de correspondencia • Clasificadores • Sobres para transporte
Construcción	• Encofrados • Estacas de jardín • Suelos de garaje • Tacos de fijación • **Tubería para comunicaciones**
Otros	• **Botellas de droguería** • Cajas de fruta, herramientas, botellas, etc. • **Bolsas de basura**

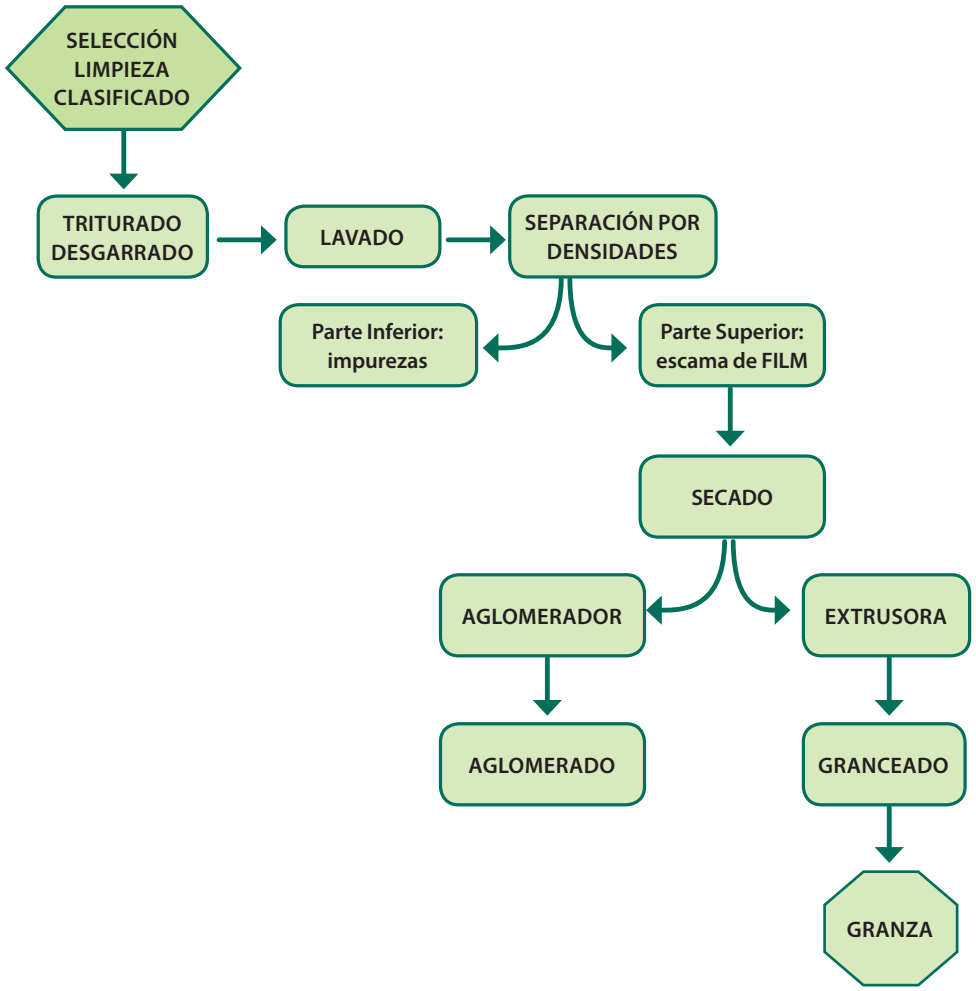
* Aparecen en negrita las aplicaciones más habituales.

Fuente: Ecoembes, S.A.

FILM (BOLSAS Y FILMS DE EMBALAJES)

Características y propiedades. El Film es una mezcla de diferentes polímeros plásticos que proceden fundamentalmente de bolsas de un solo uso y films de embalaje; es decir, puede tratarse de polietilenos de alta, media, baja densidad, PVC, polipropileno, poliestireno, etc. Mayoritariamente se trata de polietileno.

Proceso de reciclado. El proceso de reciclado del Film se realiza mediante reciclado mecánico.



Esquema de proceso de reciclado mecánico del Film / *Fuente:* Ecoembes, S.A.

Aplicaciones. Las aplicaciones del Film reciclado pueden variar, siendo utilizadas en agricultura, ganadería, construcción, etc. En la siguiente tabla se enumeran algunas de ellas.

Aplicaciones habituales de Film

Aplicaciones *	
Agricultura	• Envolventes • Manguera de riego • Impermeabilizante temporal • **Tubería de riego**
Envase **	• Film industrial • Protección de garrafas • **Bolsas de basura**

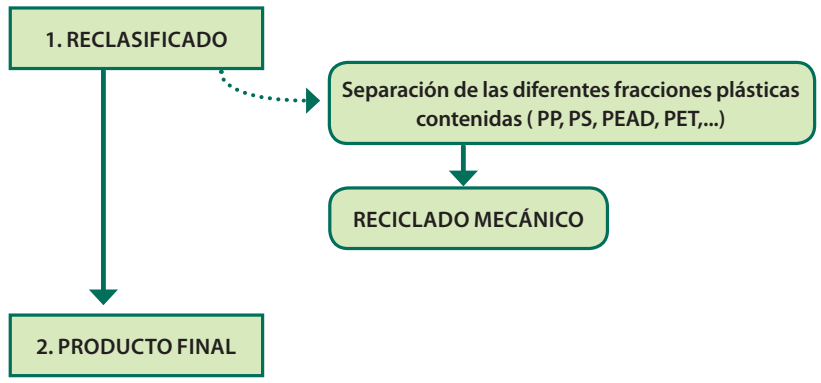
* Aparecen en negrita las aplicaciones más habituales.
** Nunca para productos de uso alimentario, salvo granza con grado alimentario.

Fuente: Ecoembes, S.A.

PLÁSTICO MEZCLA

Características y propiedades. Esta fracción está formada por una mezcla de diferentes polímeros plásticos que tiene en común que no tienen fracción propia (polipropileno, poliestireno, PVC, etc). La heterogeneidad de esta fracción hace dificultoso el proceso de reciclado.

Proceso de reciclado. El proceso de reciclado del Plástico Mezcla se realiza mediante reciclado **mecánico.**



Esquema de proceso de reciclado mecánico del Plástico Mezcla / *Fuente:* Ecoembes, S.A.

Aplicaciones. Las aplicaciones fundamentales del plástico mezcla reciclado son variadas: agricultura, jardinería, mobiliario urbano, construcción, etc.

Aplicaciones habituales del Plástico Mezcla

Aplicaciones	
Agricultura y jardinería **Mobiliario urbano** **Construcción**	• Perfiles, vallas, palets • Mobiliario urbano (bolardos, jardineras urbanas, etc.).

Fuente: Ecoembes, S.A.

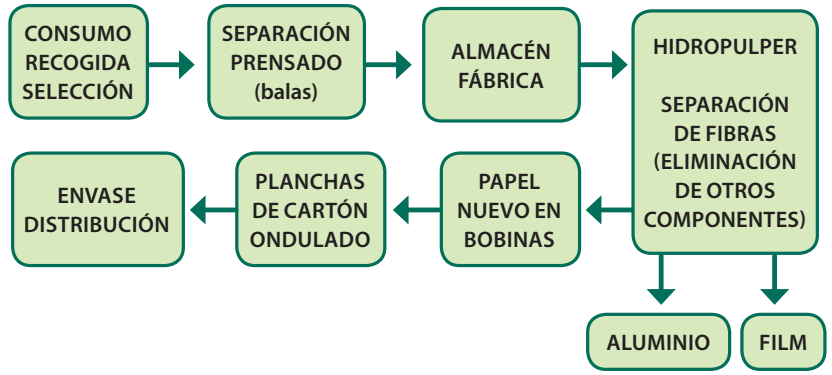
ACERO Y ALUMINIO

Características y proceso de reciclado. El acero y el aluminio son materiales históricos en la recuperación en España. La cantidad total de acero y aluminio que se recupera en las plantas de selección va directamente a las fundiciones a través de los recuperadores. En el acero, realizan tratamiento de fragmentado y/o desestañado. A veces, sólo limpian y/o clasifican el material para posteriormente enviar portes completos a fundición.

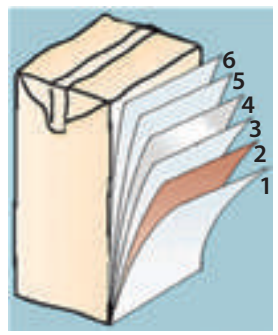
Aplicaciones. Una vez reciclados, tanto el acero como el alumnio, pueden volver a convertirse en un envase o en cualquier objeto de dicho material: carrocerías de vehículos, cascos de barcos, vigas, tuberías, depósitos, estanterías, bañeras, etc. Cabe destacar que cualquier envase de acero o aluminio puede reciclarse un número ilimitado de veces.

CARTÓN PARA BEBIDAS/ALIMENTOS

Proceso de reciclado



Esquema de proceso de reciclado del cartón para bebidas/alimentos / *Fuente:* Ecoembes, S.A.



1. POLIETILENO: proporciona estanqueidad al alimento líquido
2. CARTÓN: para rigidez y resistencia
3. POLIETILENO: capa de adherencia
4. ALUMINIO: barrera contra el oxígeno, los olores y la luz
5. POLIETILENO: capa de adherencia
6. POLIETILENO: proporciona estanqueidad al alimento líquido

Capas que componen un envase de cartón para bebidas / *Fuente:* Ecoembes, S.A.

Aplicaciones. Este material, una vez reciclado, no puede volver a convertirse en un envase que vaya a estar en contacto con alimentos (ya que está prohibido legalmente), pero puede convertirse en otro tipo de envase y en otras aplicaciones. Este material no se puede reciclar un número ilimitado de veces ya que, en cada ciclo de reciclado, se produce un acortamiento de la fibra. De todos modos, este hecho deja de ser un problema en el momento en el que, en cada ciclo, las fibras de este origen se mezclan con otras (incluso con celulosa). Algunas de las aplicaciones más habituales se detallan a continuación.

Aplicaciones habituales del cartón para bebidas/alimentos

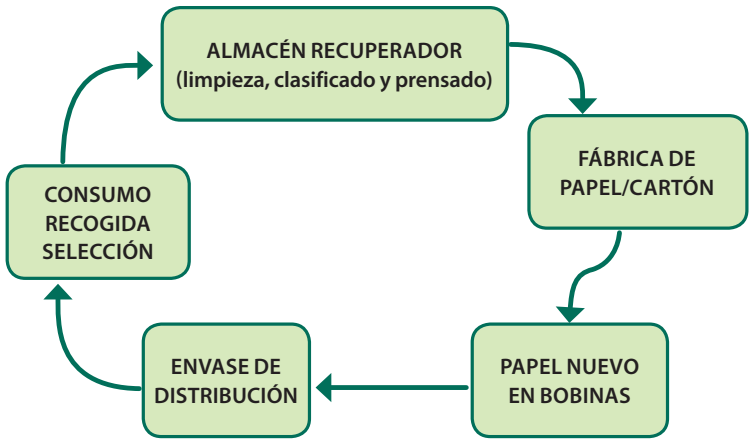
Aplicaciones *	
Papel	• **Bolsas y sacos para piensos** • Cartoncillo para cajas y estuches • **Mandriles** • Material de oficina • **Revestimiento de tableros de yeso**
Tectán (Tablas de aglomerado)	• Suelos • Muebles de oficina • Mobiliario escolar • Paneles para disminución impacto acústico
Maplar (Tablas de aglomerado)	• Mobiliario urbano

* Aparecen en negrita las aplicaciones más habituales.

Fuente: Ecoembes, S.A.

PAPEL/CARTÓN

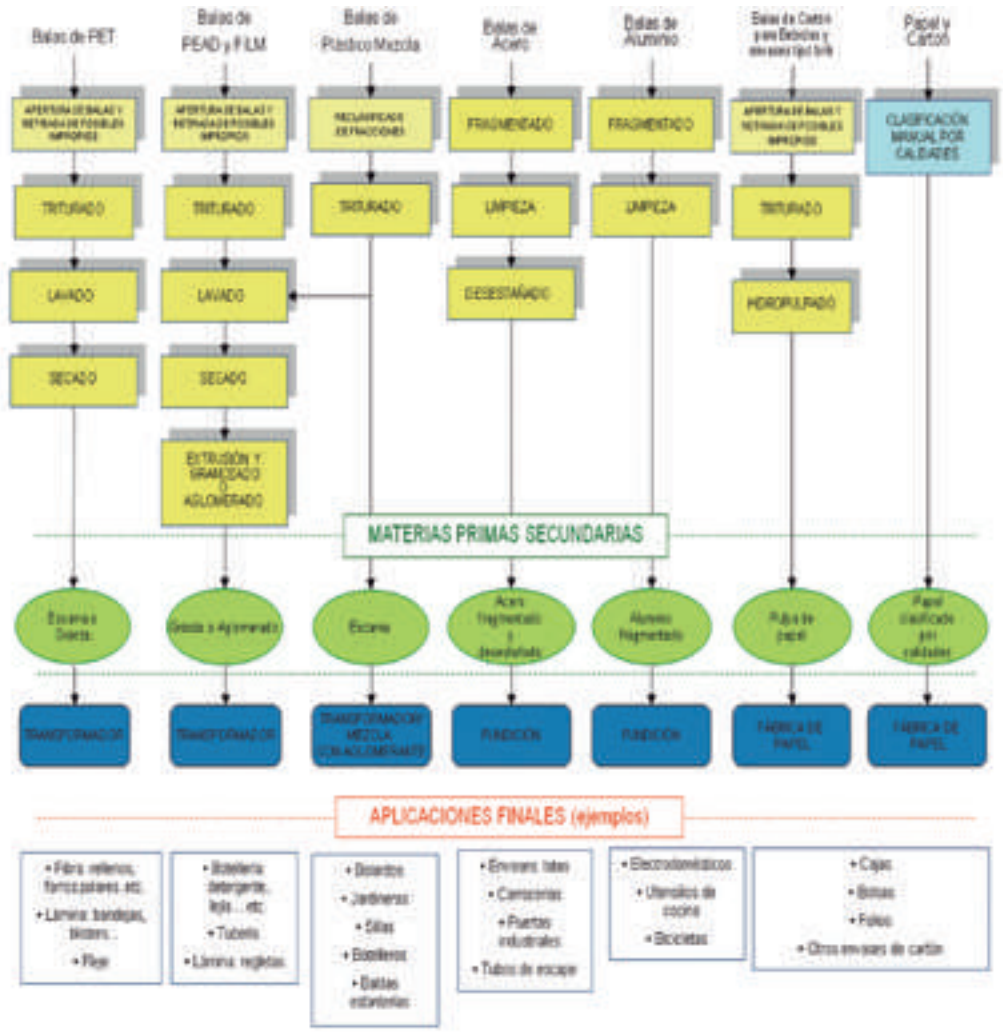
Proceso de reciclado



Esquema de proceso de reciclado del papel/cartón / *Fuente:* Ecoembes, S.A.

Aplicaciones. Este material, una vez reciclado, no puede volver a convertirse en un envase para contener alimentos (ya que está prohibido legalmente), pero puede convertirse en otro tipo de envase y en otras aplicaciones. Igualmente, no se puede reciclar un número ilimitado de veces ya que, en cada ciclo de reciclado, se produce un acortamiento de la fibra. De todos modos, este hecho deja de ser un problema en el momento en el que, en cada ciclo, las fibras de este origen se mezclan con otras (incluso con celulosa). Algunas de las aplicaciones más habituales son: cajas, bolsas y sacos.

RESUMEN DE PROCESOS DE RECUPERACIÓN Y RECICLADO



Esquema de procesos de recuperación y reciclado / *Fuente:* Ecoembes, S.A.

Plantas de tratamiento. Compostaje y biometanización

Miryam Sánchez Porcel.
Ineco.

- Fundamentos legales de la gestión de los biorresiduos 441
  - Normativa 441
  - Definiciones 445
  - Conclusiones 446
- Tecnologías disponibles para el tratamiento de biorresiduos 449
  - Compostaje 450
  - Digestión anaerobia 459
- Usos de productos obtenidos del tratamiento de los biorresiduos 469
  - Uso de productos sólidos o pastosos 469
  - Uso de productos gaseosos 470
- Bibliografía 541

FUNDAMENTOS LEGALES DE LA GESTIÓN DE LOS BIORRESIDUOS

NORMATIVA

La *Directiva Marco de residuos 2008/98/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, establece el marco jurídico de la Unión Europea para la gestión de los residuos incorpora el principio de jerarquía en la producción y gestión de residuos que ha de centrarse en la prevención, la preparación para la reutilización, el reciclaje u otras formas de valorización, incluida la valorización energética y aspira a transformar la Unión Europea en una «sociedad del reciclado» y contribuir a la lucha contra el cambio climático.

La transposición de esta Directiva en nuestro ordenamiento jurídico interno se lleva a cabo a través de la *Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados*. En ella se establecen los objetivos específicos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización. Así antes de 2020, la cantidad de residuos domésticos y comerciales destinados a la preparación para la reutilización y el reciclado para las fracciones de papel, metales, vidrio, plástico, biorresiduos u otras fracciones reciclables deberá alcanzar, en conjunto, como mínimo el 50% en peso.

El Real Decreto 1481/2001, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, establece en su Art. 5 los residuos y tratamientos no admisibles en un vertedero. Además en esta normativa se previó que antes del 16 de julio de 2003, la Administración General del Estado y las Administraciones de las Comunidades Autónomas deberían haber elaborado un programa conjunto de actuaciones para reducir los residuos biodegradables destinados a vertedero. Este programa incluiría medidas que permitiesen alcanzar los siguientes objetivos:

a. A más tardar el 16 de julio de 2006, la cantidad total (en peso) de residuos urbanos biodegradables destinados a vertedero no superará el 75% de la cantidad total de residuos urbanos biodegradables generados en 1995.

b. A más tardar el 16 de julio de 2009, la cantidad total (en peso) de residuos urbanos biodegradables destinados a vertedero no superará el 50% de la cantidad total de residuos urbanos biodegradables generados en 1995.

c. A más tardar el 16 de julio de 2016, la cantidad total (en peso) de residuos urbanos biodegradables destinados a vertedero no superará el 35% de la cantidad total de residuos urbanos biodegradables generados en 1995.

Estos objetivos, se alcanzarán en particular mediante reciclado, compostaje y otras formas de valorización, como producción de biogás mediante digestión anaerobia.

La *Decisión de la Comisión de 18 de noviembre de 2011* establece normas y métodos de cálculo para la verificación del cumplimiento de los objetivos previstos en el *artículo 11, apartado 2, de la Directiva 2008/98/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo (2011/753/UE). Para ello, los Estados miembros verificarán el cumplimiento de los objetivos previstos en el artículo 11, apartado 2, de la Directiva 2008/98/CE calculando el peso de los flujos de residuos generados y de los flujos de residuos preparados para la reutilización, reciclados o sometidos a otra recuperación de materiales en un año civil.

Una operación de preparación previa a la recuperación o la eliminación de residuos no es un reciclado final ni otra operación de recuperación final de materiales. En caso de que los residuos se recojan de forma selectiva o de que los residuos que salen de una instalación de clasificación se destinen al reciclado o a otros procesos de recuperación de materiales sin pérdidas significativas, se podrá considerar que esos residuos corresponden al peso de los residuos que se preparan para la reutilización, se reciclan o se someten a otro tipo de recuperación de materiales.

En caso de que el cálculo de los objetivos se aplique al tratamiento aeróbico o anaeróbico de residuos biodegradables, los residuos que entran en el tratamiento aeróbico o anaeróbico pueden contabilizarse como reciclados si el tratamiento genera compost o digestato que, llegado el caso tras una transformación, se utilice como material, sustancia o producto reciclado en un tratamiento de los suelos que produzca un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos.

A los efectos de la verificación del cumplimiento del objetivo relativo a los residuos urbanos previsto en el artículo 11, apartado 2, letra a), de la *Directiva 2008/98/CE*, los Estados miembros aplicarán el objetivo a una de las opciones siguientes:

Método 1: preparación para la reutilización y el reciclado de residuos domésticos de papel, metales, plástico y vidrio =

$$\frac{\text{Cantidad reciclada de residuos domésticos de papel; metales; plástico y vidrio}}{\text{Cantidad total generada de residuos domésticos de papel; metales; plástico y vidrio}}$$

Método 2: preparación para la reutilización y el reciclado de residuos domésticos de papel, metales, plástico, vidrio y otros tipos particulares de residuos domésticos o de residuos similares de otro origen =

$$\frac{\text{Cantidad reciclada de residuos domésticos de papel; metales; plástico y vidrio y otros flujos de residuos particulares de flujos de residuos domésticos o similares}}{\text{Cantidad total generada de residuos domésticos de papel; metales; plástico y vidrio y otros flujos de residuos particulares de residuos domésticos o similares}}$$

Método 3: preparación para la reutilización y el reciclado de residuos domésticos =

$$\frac{\text{Cantidad reciclada de residuos domésticos}}{\text{Cantidades totales de residuos domésticos; con exclusión de determinadas categorías de residuos}}$$

[Del cálculo se excluirán los residuos correspondientes a los códigos siguientes: 08.1 — Vehículos desechados y 11-13 — Lodos y residuos minerales

Método 4: preparación para la reutilización y el reciclado de residuos urbanos =

$$\frac{\text{Residuos urbanos reciclados}}{\text{Residuos urbanos generados}}$$

Los Estados miembros aplicarán el método de cálculo que corresponda a la opción elegida por el Estado miembro; comunicarán a la Comisión la opción elegida, y podrán cambiar de opción hasta la presentación del informe de aplicación correspondiente al año 2020, siempre que puedan garantizar la coherencia de los datos comunicados.

El Estado español ha elegido la opción 4. La Comisión Europea está considerando modificar la Decisión del 18/11/2011 en el sentido de que exista un solo método de cálculo en vista de que los resultados obtenidos son muy dispares en función de cuál de las 4 opciones se utilice. Esto implica que se pueden cumplir o no los objetivos de la Directiva 2008/98/CE según que fórmula se utilice.

Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes del Ministerio de Presidencia en el que se regula la fabricación de los productos fertilizantes de origen orgánico procedentes de los residuos.

Se definen los requisitos que debe cumplir un producto fertilizante:

a. Que aporte nutrientes a las plantas de manera eficaz o mejore las propiedades del suelo.

b. Que se disponga, para el producto, de métodos adecuados de toma de muestras, de análisis y de ensayo para poder comprobar sus riquezas y cualidades.

c. Que, en condiciones normales de uso, no produzca efectos perjudiciales para la salud y el medio ambiente.

En los artículos 17 y 18.3 se establece que la utilización como ingrediente de algún producto incluido en la Lista Europea de Residuos, (la Decisión 2001/118/CE de la Comisión, de 16 de enero de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE), estará sometida a la correspondiente autorización de la autoridad medioambiental del ámbito territorial donde se genera el residuo y, en su caso, su valorización, tanto para la fabricación de «abonos CE» como de productos fertilizantes contemplados en el Anexo I de este Real Decreto. Además, se especifica que los productos fertilizantes constituidos, total o parcialmente, por residuos orgánicos biodegradables deberán cumplir, además, los requisitos que se definen en el Anexo V.

Las enmiendas orgánicas procedentes de los diferentes tipos de residuos de competencia municipal, se recogen en el Grupo 6, tipos del 2 al 5 del Anexo I:

- Tipo 2. Enmienda orgánica Compost: producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), bajo condiciones controladas, de materiales orgánicos biodegradables del Anexo IV, recogidos **separadamente**.
- Tipo 3. Enmienda orgánica Compost vegetal: producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), exclusivamente de hojas, hierba cortada y restos vegetales o de poda, bajo condiciones controladas.
- Tipo 4. Enmienda orgánica Compost de estiércol: producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), exclusivamente de estiércol, bajo condiciones controladas
- Tipo 5. Enmienda orgánica Vermicompost: producto estabilizado obtenido a partir de materiales orgánicos, por digestión con lombrices, bajo condiciones controladas

En el Anexo III se definen los márgenes de tolerancia en la composición de cada uno de los tipos de fertilizantes.

En el Anexo IV se incluye la lista de residuos orgánicos biodegradables: en materia de residuos domésticos, se incluyen algunos de los códigos europeos del Grupo 19- residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos- y del Grupo 20 - residuos municipales (residuo domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas separadamente.

Por último, en el Anexo V se especifican los criterios de composición y calidad aplicables a los productos fertilizantes elaborados con residuos y otros componentes orgánicos y las limitaciones a su uso.

Es importante señalar, que esta regulación se refiere a los productos fabricados de residuos biodegradables **recogidos de forma separada**.

DEFINICIONES

- **Residuos domésticos:** generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias. Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria. Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados
- **Residuos similares:** los que, por su naturaleza y composición, son equiparables a los residuos domésticos, con exclusión de los residuos de la industria y de los residuos de la agricultura y la silvicultura;
- **Residuos urbanos:** domésticos y similares.
- **Residuos comerciales:** los generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.
- **Residuos industriales:** resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la *Ley 34/2007, de 15 de noviembre.*
- **Biorresiduo:** residuos biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.

No son Biorresiduos los residuos agrícolas o forestales, el estiércol, los lodos de depuración ni otros residuos biodegradables como textiles naturales, papel o madera tratada. También quedan excluidos los subproductos de la industria alimentaria que nunca se convierten en residuos.

- **Residuo Biodegradable:** es un concepto más amplio definido en la Directiva de Vertederos como aquel residuo que es capaz de una fermentación aeróbica o anaeróbica tal como residuos de comida, de jardines, papel y cartón.
- **Tratamiento:** las operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación.
- **Valorización:** cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general. En el Anexo II se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de valorización.
- **Preparación para la reutilización:** la operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa.
- **Reciclado:** toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.
- **Compost:** enmienda orgánica obtenida a partir del tratamiento biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente. No se considerará compost el material orgánico obtenido de las plantas de tratamiento mecánico biológico de residuos mezclados, que se denominará **material bioestabilizador.**

CONCLUSIONES

1. Entre los residuos domésticos y similares se encuentran los residuos biodegradables y dentro de éstos los biorresiduos.

2. Las autoridades ambientales promoverán medidas para impulsar:

a. La recogida separada de biorresiduos para destinarlos al compostaje o a la digestión anaerobia en particular de la fracción vegetal, los biorresiduos de grandes generadores y los biorresiduos generados en los hogares.

b. El compostaje doméstico y comunitario.

c. El tratamiento de biorresiduos recogidos separadamente de forma que se logre un alto grado de protección del medio ambiente llevado a cabo en instalaciones específicas sin que se produzca la mezcla con residuos mezclados a lo largo del proceso. En su caso, la autorización de este tipo de instalaciones deberá incluir las prescripciones técnicas para el correcto tratamiento de los biorresiduos y la calidad de los materiales obtenidos.

d. El uso del compost producido a partir de biorresiduos y ambientalmente seguro en el sector agrícola, la jardinería o la regeneración de áreas degradadas, en sustitución de otras enmiendas orgánicas y fertilizantes minerales.

3. A partir del año 2016, la cantidad total (en peso) de residuos urbanos biodegradables destinados a vertedero no superará el 35% de la cantidad total de residuos urbanos biodegradables generados en 1995. Esto implica que los residuos biodegradables deben ser sometidos a tratamiento de compostaje y/o digestión anaerobia, o cualquier otra solución que evite la eliminación en vertedero.

4. Antes de 2020, la cantidad de residuos domésticos y comerciales destinados a la preparación para la reutilización y el reciclado para las fracciones de papel, metales, vidrio, plástico, biorresiduos u otras fracciones reciclables deberá alcanzar, en conjunto, como mínimo el 50% en peso.

5. Los residuos que entran en el tratamiento aeróbico o anaeróbico pueden contabilizarse como reciclados si el tratamiento genera compost o digesto que, llegado el caso tras una transformación, se utilice como material, sustancia o producto reciclado en un tratamiento de los suelos que produzca un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos.

6. El compost y el digesto se incluirán como material reciclado en cualquiera de los métodos de cálculo para verificar el cumplimiento del objetivo comunitario de reutilización y reciclado.

7. La enmienda orgánica procedente de una recogida no separada de residuos se denominará material bioestabilizado y no pierde la condición de residuo. Esta diferenciación entre compost que no se considera residuo y el material bioestabilizado que sigue siendo un residuo no se ha planteado en la Directiva Marco de Residuos. Ha sido adoptada en la *Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados.*

TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA EL TRATAMIENTO DE BIORRESIDUOS

Los residuos sólidos municipales comprenden los residuos de hogares y de la actividad económica. Aunque la composición de los residuos puede variar entre los diferentes municipios, siempre contienen una gran cantidad de material biodegradable. Los residuos de cocina y los de jardinería constituyen entre el 30 y el 50% de la masa total de los residuos municipales. Este tipo de residuos se denominan biorresiduos y su cantidad puede variar en función de las características de cada municipio, por ejemplo, el carácter rural o urbano del mismo, y/o su nivel socio-económico.

Prácticamente, todos los residuos biológicos son biodegradables en presencia de oxígeno (condiciones aerobias) y la mayoría también lo es sin presencia de oxígeno (condiciones anaerobias). La lignina no es degradada anaeróbicamente. La velocidad de degradación depende de las condiciones ambientales: humedad, temperatura, pH, presencia de inhibidores biológicos y estructura física de los materiales. Las opciones de tratamiento de los residuos biodegradables pueden ser:

- **Tratamiento mecánico-biológico**: los residuos municipales mezclados se someten a una separación y clasificación para aislar la fracción orgánica del resto de residuos no biodegradables. El material biodegradable puede ser procesado vía compostaje o digestión anaerobia. Mediante estos procesos se reduce el volumen y la degradabilidad (estabilización).
- **Compostaje:** es la degradación aeróbica de los residuos biodegradables para producir compost.
- **Digestión anaerobia:** es la degradación anaeróbica de los residuos biodegradables. Se obtiene biogás y digestato. Este último continua su tratamiento mediante compostaje para obtener compost.

COMPOSTAJE

El compostaje aerobio es un proceso de degradación biológica en donde los microorganismos transforman los compuestos orgánicos mediante reacciones metabólicas, en las que se separan los electrones de los compuestos y se oxidan las estructuras de carbono a dióxido de carbono y agua. Nunca se produce una oxidación completa debido a que una parte del material orgánico se transforma y otra no es biodegradable. El proceso de biodegradación aeróbica se puede describir mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Material Orgánico} + O_2 + \text{Nutriente} \xrightarrow[\text{Hongos}]{\text{Bacterias}} \begin{matrix} NH_3 \\ H_2O \\ CO_2 \\ SO_4 \\ \text{Compost} \end{matrix} + \text{Calor} + \begin{matrix} \text{Material} \\ \text{Orgánico} \\ \text{No Degradado} \end{matrix}$$

El proceso de compostaje aerobio ocurre en fases distintas: en la primera de ellas se da una gran actividad de bacterias mesofílicas que utilizan gran parte del carbono como fuente de energía expulsando CO_2 y generando calor debido a que las reacciones metabólicas son de naturaleza exotérmica. La generación de calor incrementa la temperatura lo que da paso a una segunda fase, en la cual la materia orgánica alcanza su bioestabilización a través de reacciones bioquímicas de oxidación llevadas a cabo por organismos de naturaleza termofílicas. En la última fase denominada de maduración, la temperatura disminuye actuando mohos y actinomicetos que contribuyen a la estabilidad del compost. El tamaño de las plantas de compostaje puede variar desde menos de 1.000 Tn/año a más de 100.000 Tn/año. Las características de las diferentes tecnologías de compostaje son muy diversas:

- Compostaje abierto o cerrado.
- Con o sin aireación forzada.
- Las diferentes técnicas pueden ser: Compostaje en hileras o almiares, en rectores y en túneles.

Sistemas de compostaje. En el compostaje aerobio se presentan principalmente tres tipos de sistemas: Hileras, pilas estáticas y reactores cerrados. Las hileras y las pilas estáticas, que en ocasiones se citan como sistemas abiertos, se emplean más que los reactores cerrados. En los sistemas abiertos el material a compostar se apila en una plataforma impermeable, como hormigón o asfalto. A veces se usa una capa de polietileno como precaución extra para asegurar que ningún contaminante alcance el suelo a través de las grietas, en el caso de que existan.

El modo de aireación es lo que diferencia las hileras de las pilas estáticas. En la explotación de una hilera se airea la pila volteando la mezcla de compost, manual o mecánicamente. En las pilas estáticas se utiliza la aireación forzada, colocando un sistema de tubos perforados en la base de la pila a través de los cuales circula el aire. La aireación puede ser de cabeza positiva si el aire es impulsado, o de succión negativa si se aplica vacío. En el sistema cerrado la mezcla se acomoda en un reactor y la homogenización y aireación se hacen por volteo y aireación forzada.

Los sistemas de aireación forzada generalmente se suelen completar con scrubber y biofiltros. Además, suele realizarse una separación de componentes no deseados después de realizarse el compostaje. Dependiendo de la técnica de compostaje y de la madurez del compost, la duración del proceso puede ser desde más de una semana a varios meses. Una parte importante del compostaje tiene lugar por la intervención de microorganismos termofílicos a temperaturas superiores a 70 ºC. Si la temperatura se mantiene durante suficiente tiempo (1 ó 2 horas), se produce la eliminación de organismos patógenos y el compost podrá considerarse higienizado.

Compostaje en pilas/hileras/almiares

El compostaje en pilas es el sistema más simple. Se basa en la construcción de pilas de sección triangular o trapecial y altura y longitud variables. Se airean mediante ventilación forzada o por volteos, si bien estos pueden ser insuficientes para conseguir mantener las condiciones aerobias en los momentos de mayor demanda del proceso. El nombre de este tipo de compostaje corresponde a la manera de apilar el material a compostar, el cual se coloca sobre unas plataformas en grandes montones o hileras. Su tamaño influye en el rendimiento de una pila de compost. Para mantener altas temperaturas en la hilera, la pila de compost debe ser lo suficientemente grande para permitir que el calor generado por los procesos metabólicos exceda a las pérdidas de calor de las superficies expuestas. En la hilera se retendrá mucho calor debido a su gran área transversal y a la pequeña relación superficie - volumen. La temperatura de la hilera puede controlarse volteando la pila, lo que también proporciona aireación. El ancho de la pila se sitúa normalmente entre 3 y 4 m. mientras que la altura puede llegar a 1,2 y 1,5 m. o superior en función del método y del tipo de volteo.

El método de aireación empleado depende del tamaño de las hileras. La mezcla manual se hace empleando una pala o instrumento que permita el volteo del material. La mezcla mecánica se hace con una máquina volteadora. En el primer caso se requiere un trabajo intensivo de un operario, los costos son menores pero la eficiencia de la mezcla está limitada. En el segundo caso los costos son más elevados pero la aireación y mezcla son mejores. La frecuencia del volteo

depende de los objetivos a cumplir. En primer lugar el volteo se hace para airear la pila y/o disipar calor y reducir la temperatura. La diferencia de temperaturas entre las zonas y el tamaño de cada una depende en cierta forma de la frecuencia de volteo. Este ayuda a redistribuir el perfil de temperatura para que las capas superiores que están a inferior temperatura se expongan a las altas temperaturas del nivel interior. Las hileras se voltean en frecuencias que oscilan entre una vez por día hasta tan poco como una vez por mes, e incluso en algunos casos nunca en toda la duración del tratamiento. Las pilas que no se voltean dependen, para mantener la condiciones aerobias de lo que a veces se denomina aireación pasiva, que es el resultado del incremento de temperatura en el interior de la pila y del gradiente de temperatura resultante entre el interior de la pila y la atmósfera del ambiente que origina un flujo convectivo fuera y dentro de la pila. Dicha aireación está limitada por la porosidad de la matriz y la profundidad de la pila.

La capa exterior que está expuesta a la atmósfera podría tener altas concentraciones de oxígeno mientras que las capas interiores podrían tener cierto déficit de oxígeno. Si las dimensiones de las pilas son suficientemente grandes, la difusión del oxígeno a través de las capas exteriores será utilizada antes de que el oxígeno puede alcanzar el interior de la hilera. Generalmente, el compostaje en hileras se lleva a cabo en entornos abiertos por lo que se hace necesario construir una infraestructura que proteja las pilas de la lluvia (evitando así el incremento de volumen de los lixiviados), la erosión del viento, mantenga la temperatura en el interior de la pila y controle la emisión de olores y compuestos orgánicos volátiles. En algunos casos se emplean materiales de cobertura sobre las pilas de tipo sintético o alguna capa de materia orgánica como compost maduro o residuos de césped.

Compostaje en sistemas estáticos

El material se introduce en reactores cerrados cilíndricos o rectangulares (funcionamiento en continuo) o en túneles (funcionamiento en discontinuo). La ventilación de estos sistemas es forzada. Permiten la recirculación del aire calentado extraído del reactor en épocas frías y la minimización de los olores mediante el filtrado o lavado del aire agotado. Tienen el inconveniente de no poder modificar la mezcla de materiales ni mejorar su homogeneidad y porosidad una vez introducida en el reactor. Las fases aerobias del proceso mixto están comprendidas dentro de esta categoría. En esta configuración el material a compostar se coloca sobre un sistema de tubos perforados conectados a un soplador o a una bomba de vacío. Generalmente, se prefiere la aireación inducida por vacío debido a la minimización de las emisiones de compuestos volátiles y gases generadores de olor, aunque en climas fríos no es lo más aconsejable, principalmente, porque el aire frío succionado puede hacer descender la temperatura de las pilas, especialmente en capas exteriores.

En las pilas estáticas el flujo de aire se usa para controlar tanto la temperatura como la cantidad de oxígeno en el interior de la pila. El trazado de los tubos perforados y la tasa de aireación empleados son parámetros de diseño básicos en las pilas estáticas. Los tubos en la base están inmersos en una capa de material muy permeable como grava, arena, virutas de madera o compost. La capacidad para airear una mezcla estática sin alterar la mezcla de compost permite diseñar sistemas con dimensiones superiores a las de las hileras. La literatura reporta alturas hasta de 3 m, reportándose incluso alturas de 6 m.

Compostaje en sistemas dinámicos

Estos sistemas evitan el inconveniente anterior mediante volteos periódicos del sustrato. También disponen de dispositivos para la ventilación forzada y sistemas de filtrado y lavado de gases. El inconveniente es la existencia de partes móviles, que aumentan los costes de inversión, operación y mantenimiento. El compostaje en reactores cerrados aunque precisa de costos elevados de inversión proporciona el mayor control de proceso y tiene varias ventajas sobre los sistemas abiertos. Los reactores cerrados se equipan, generalmente, con mecanismos combinados, diseñados para permitir frecuentes sino continuas mezclas de residuos (tambores rotatorios, tanques o cámaras de mezcla). La mezcla genera la distribución del sustrato en la masa sometida a compostaje, lo que conlleva a un mejor contacto con los microorganismos, incrementándose el potencial de biodegradación. Los reactores cerrados también proporcionan un mejor control de las emisiones al aire. Los compuestos volátiles orgánicos, así como los olores desagradables, están confinados y pueden tratarse separadamente.

Como la pila no está expuesta a la atmósfera, se minimiza la disipación de calor y el control de la temperatura y de la oxigenación pueden lograrse mediante la aireación forzada. Al mismo tiempo el entorno cerrado permite mantener el contenido óptimo de humedad, así como la eliminación de los lixiviados previniendo la contaminación del suelo y las aguas subterráneas en el área de tratamiento. Los sistemas dinámicos más habituales son:

- **Compostaje en canales.** Los canales, descubiertos en su parte superior, tienen la base perforada que permite la succión o inyección de aire y sobre sus paredes circula una máquina volteadora que homogeneiza y traslada al mismo tiempo el material a compostar. El material se introduce periódicamente por el extremo del canal y se descarga con la misma frecuencia por el otro extremo. Su mayor inconveniente es la dificultad de control de los malos olores de los gases.
- **Reactor circular.** Mediante un brazo giratorio, el material a compostar se

deposita en la parte superior del reactor, en la zona perimetral. Este brazo lleva incorporados un serie de agitadores que, al mismo tiempo que homogeneizan el material, lo trasladan hacia el centro del reactor, por donde se descarga. El sistema de ventilación se encuentra en la base perforada del reactor.

- **Reactor cilíndrico horizontal.** Consiste en un cilindro horizontal de unos 3 m de diámetro que gira respecto a su eje longitudinal, homogeneizando la masa. Periódicamente se introduce material nuevo por un extremo del cilindro y simultáneamente se descarga por el otro extremo el material semicompostado después de un tiempo de retención breve (2-3 días). Se complementa con un sistema de ventilación forzada.

Factores que influyen en el proceso de compostaje

Composición de la materia inicial

El tipo de materia inicial seleccionada en el proceso de compostaje incide en la calidad del producto final obtenido, por lo que se hace necesario un análisis previo que permita establecer características específicas del mismo, tales como contenido en materia orgánica biodegradable, disponibilidad de microorganismos, pH, tamaño de partícula, contenido de nitrógeno, contenido de humedad y contenido de sales, relación C/N, etc.

El compostaje individual de biorresiduos municipales e industriales se dificulta debido a que estos llegan a contenidos de humedad del 70% a 80%. La presencia de tal cantidad de agua da como resultado una disminución de la temperatura de compostaje, baja transferencia de oxígeno y tendencia a compactarse. En este caso la adición de un material esponjante como las astillas de madera y el serrín previenen la compactación del material, incrementando la porosidad y transferencia de oxígeno al sustrato. Los sustratos de naturaleza seca, tales como residuos agrícolas y residuos de jardines pueden requerir separación en la fuente, adición de nutrientes, particularmente nitrógeno, reducción de tamaño y adición de agua a la mezcla para evitar limitaciones microbiológicas por escasez de humedad En este caso se debe utilizar un agente esponjante absorbente que mantenga un alto grado de humedad en el material favoreciendo la actividad microbiológica y fuentes adicionales de nitrógeno.

En cuanto al pH del material inicial, este debe regularse en valores próximos a la neutralidad en la medida de lo posible. El uso de algunos residuos de pulpas de frutas, especialmente cítricos disminuye el valor de pH al nivel ácido inhibiendo el proceso, mientras que materiales como algunos estiércoles presentan características básicas liberándose amonio, lo que trae como consecuencia perdida de nitrógeno del producto final.

Tamaño de partículas

El tamaño de las partículas influye en la densidad, la fricción interna, las características del flujo, las fuerzas de arrastre de los materiales, en la transferencia de oxígeno y en la velocidad de las reacciones bioquímicas. Tamaños de partículas grandes promueven espacios abundantes por los cuales se dan pérdidas significativas de humedad y menor transferencia de oxígeno lo que disminuye la actividad microbiológica. Por su parte un tamaño excesivamente pequeño de partícula origina problemas de compactación impidiendo una adecuada ventilación. El tamaño de partícula deseable recomendado está en el rango de 1 cm a 5 cm y en el caso de los residuos sólidos estos deben ser troceados, desmenuzados o molidos para ser llevados al tamaño ideal.

Mezcla e Inoculación

Los materiales seleccionados deben ser homogenizados de manera manual o mecánica, para asegurar igualdad de condiciones del proceso. Se hace necesario verificar a través de análisis de laboratorio si la mezcla cumple con las condiciones de relación C/N y humedad establecidas. Una forma de mejorar y agilizar el proceso de compostaje consiste en adicionar inóculos que contienen microorganismos como bacterias, hongos, levaduras y actinomicetos que aceleran la descomposición de la materia orgánica reduciendo el tiempo de biodegradación.

El inóculo seleccionado depende del material a compostar, por ejemplo los lodos de aguas residuales por ser ricos en nitrógeno pueden inocularse con residuos sólidos urbanos ricos en carbono. En el caso de residuos sólidos orgánicos el inóculo puede ser compost fermentado, compost maduro, estiércoles y rumen entre otros *(Castro, 1995)*. El compost fermentado es el inóculo obtenido a los 20 días del proceso de compostaje y es rico en una gran diversidad de microorganismos ya que su actividad bacteriana es máxima. El compost maduro es el producto final del proceso de compostaje, debe ser un producto estabilizado y rico en microorganismos útiles.

Humedad

El control de humedad es un factor importante en el desarrollo del proceso de compostaje ya que incide en el crecimiento bacteriano, debido a que los microorganismos requieren agua para cumplir con sus necesidades fisiológicas y no pueden sobrevivir en ausencia de esta. El contenido óptimo de humedad de los materiales para el compostaje es 50-60%. Cuando el contenido de humedad está por debajo del 30% en peso, las reacciones biológicas en una pila de com-

post se retardan considerablemente y la elevación de temperatura se limita; por debajo del 12% cesa prácticamente toda actividad biológica, siendo el proceso extremadamente lento. En contraste una humedad superior al 60% causa la saturación de la materia orgánica, todos los espacios vacíos son ocupados por el agua, desencadenado olores desagradables, descenso de la temperatura, lavado de nutrientes y prevalecen condiciones anaeróbicas. En los procesos aeróbicos el contenido de humedad está estrechamente relacionado con los requerimientos de oxígeno. Si el contenido de humedad es demasiado alto los espacios entre las partículas del material se saturan de agua, impidiendo el movimiento de aire dentro de la pila.

Temperatura

La temperatura de la masa de los materiales sometidos a compostaje sufre alteraciones durante las diferentes fases del proceso debido a la interacción de diferentes grupos de microorganismos. En pocos días, de dos a seis, se llega a temperaturas mayores a 45 ºC ya que el metabolismo de los microorganismos es exotérmico, por lo tanto en el proceso de descomposición hay liberación de calor originándose un aumento de la temperatura.

En el proceso de compostaje, la mayoría de los microorganismos se desarrollan a temperaturas entre 35 y 55 ºC. Al alcanzar temperaturas entre 60 – 70 ºC, se garantiza la eliminación de semillas y muchos patógenos que están presentes en el material a compostar. Al inicio del proceso, el material se encuentra a temperatura ambiente. En la primera etapa denominada mesofílica, se da un calentamiento gradual debido a la biodegradación del sustrato, los microorganismos presentes en el material se multiplican rápidamente y la temperatura se eleva hasta valores promedio de 45 ºC. Durante este período se descomponen compuestos como azúcares, almidones y grasas.

Cuando la temperatura alcanza los 60 ºC, se presenta la etapa termofílica, en ella la actividad de los hongos cesa y la descomposición es llevada a cabo por los actinomicetos y las cepas de bacterias que forman esporas. La velocidad de descomposición se modera y se alcanza el máximo de temperatura. En esta etapa se degradan ceras, proteínas, hemicelulosas y algo de lignina y celulosa.

Se evita superar los 70 ºC ya que el proceso se convierte en una ignición en el cual se empobrece en extremo la sustancia orgánica.

Pasada la etapa termofílica la temperatura desciende gradualmente hasta casi nivelarse con la temperatura ambiente, bajo estas condiciones, los hongos termofílicos que sobrevivieron a las temperaturas más calientes de la pila realizan la degradación de la celulosa. La temperatura del proceso sólo puede ser controlada indirectamente, variando la frecuencia de volteo, normalmente esta cae de 5 a 10 ºC después de su volteo, regresando a las pocas horas a su valor anterior. Estas tres etapas transcurren durante semanas, a lo largo de períodos más o menos largos que dependen de las características de los residuos utilizados. El tiempo total que pasa desde la construcción de la pila hasta la madurez dependerá de la naturaleza de los materiales orgánicos, de las condiciones de aireación y humedad en la pila y de las condiciones ambientales.

Aireación

El aire suministrado en un proceso de compostaje cumple tres propósitos fundamentales:

- Satisfacer la demanda de oxígeno necesaria para la descomposición del material orgánico presente en el material compostado: La cantidad de oxígeno presente en el proceso de compostaje limita la velocidad de descomposición de los residuos ya que este es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios y para oxidar determinadas moléculas orgánicas de la masa de fermentación, por ende es un factor determinante en la calidad del compost final. Una transferencia deficiente de oxígeno, lleva a la sustitución de los organismos aerobios por anaerobios, lo que retarda el proceso en tiempos hasta de cuatro a seis meses. Adicionalmente se presentan problemas relacionados con la generación de olores.
- Regular el contenido de humedad del sustrato a través del secado: El aire suministrado en el proceso arrastra parte de la humedad del material sometido a compostaje, ayudando a su secado. Este fenómeno es importante especialmente cuando se utilizan materiales de elevada humedad como lodos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Remoción del calor generado durante la descomposición orgánica con el propósito de controlar el proceso de aumento de la temperatura. Un aumento incontrolado de la temperatura tiene influencia en la actividad microbiológica del proceso de compostaje, ya que este depende de la evolución completa de todo un ecosistema microbiano y no de una especie única. Por ejemplo temperaturas superiores a 70ºC afectan a las bacterias termofílicas lo que no es beneficio para completar el ciclo del compost. El aire suministrado previene la anterior situación.

El aire en los sistemas de compost puede ser suministrado mediante volteo del material o empleando compresores y/o sopladores. El sistema usado depende de la tecnología de compostaje seleccionada, que se discute en un apartado posterior.

PH

El valor del pH óptimo para el compostaje está entre 6.5 y 8.0. Si el grado de descomposición no es adecuado, el pH puede caer a valores entre 4–5,

retrasándose el proceso. El pH del material fermentado varía en el desarrollo del proceso así durante los primeros días del compostaje el pH cae a 5 o menos. Durante esta etapa el material orgánico se encuentra a temperatura ambiente, comienza la reproducción de microorganismos mesofílicos y sube rápidamente la temperatura. Entre los productos de esta etapa inicial están los ácidos orgánicos simples que causan la caída del pH. Después de aproximadamente tres días, la etapa llega a la temperatura termofílica y el pH debe subir de 8 a 8.5 unidades. El pH cae ligeramente durante la etapa de enfriamiento y llega a un valor entre 7 a 8 en el compost maduro.

Relación Carbono/Nitrógeno

En el proceso de compostaje el carbono es la fuente de energía utilizada por los microorganismos para la activación de sus procesos metabólicos, mientras que el nitrógeno, es el material básico para la síntesis de material celular, por lo tanto la relación C/N es uno de los aspectos más importantes en el balance nutricional del compost. Es deseable que la relación C/N este en el rango de 25:1 a 50:1 en la mezcla inicial. Un exceso de carbono asociado a valores altos de la relación C/N, limitan la síntesis de material celular por parte de los microorganismos disminuyendo su crecimiento y retardando el proceso de estabilización de la materia orgánica. Si por el contrario, la pila está compuesta de elementos ricos en nitrógeno se puede presentar solubilidad y posterior pérdida de este compuesto en forma de amoniaco gaseoso, lo que no es conveniente ya que en el material final se pierde este valioso elemento. La relación C/N se considera como un indicador del grado de avance del proceso, así al inicio del proceso esta relación debe ser del orden de 30:1 y al final cuando se alcanza la maduración del compost puede ser de 10:1.

Los residuos disponibles para el compostaje con relaciones altas de C/N altas pueden ser mezcladas con el estiércol líquido, la harina de huesos, la harina de pezuñas y cuernos, y las tortas de aceite y sangre seca, ya que suministran nitrógeno, potasio y elementos traza. También se pueden utilizar fertilizantes nitrogenados orgánicos tales como la urea y el nitrato amónico.

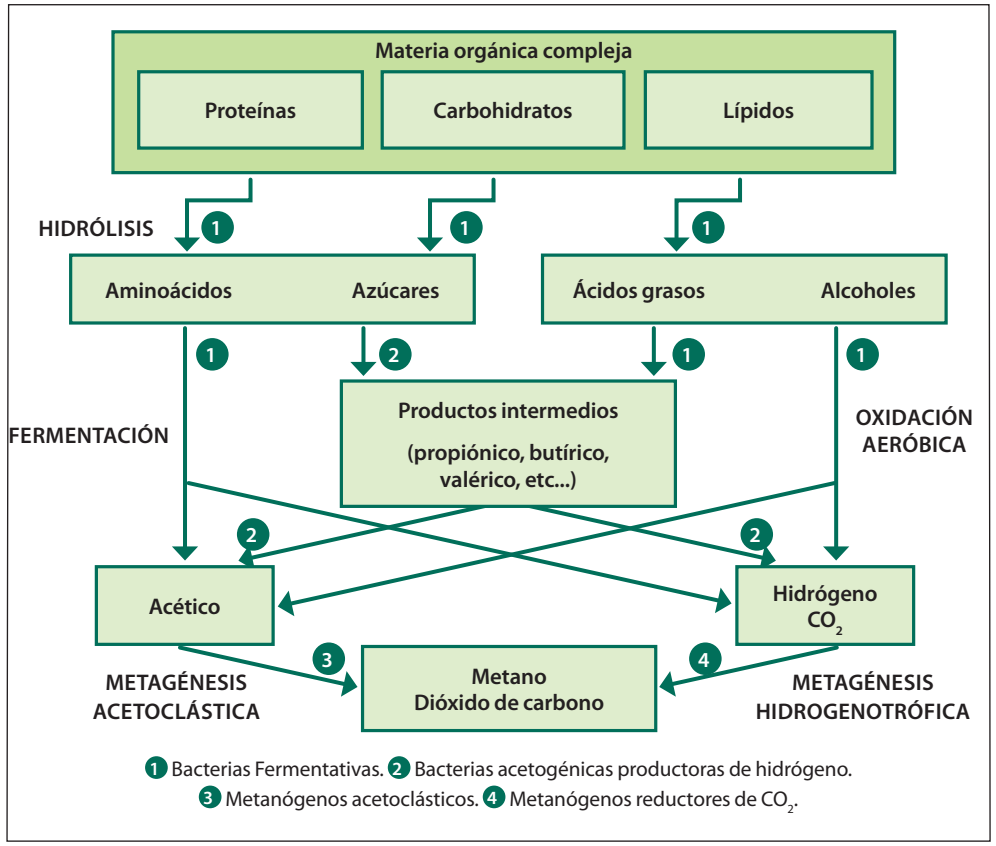
DIGESTIÓN ANAEROBIA

La fermentación o digestión anaerobia es un mecanismo de degradación de biomasa por el cual las moléculas orgánicas complejas son descompuestas en sus componentes energéticos individuales de forma espontánea por la acción de microorganismos en ausencia de oxígeno. El producto gaseoso de la fermentación se denomina biogás, y consiste fundamentalmente en una mezcla de metano y dióxido de carbono que puede destinarse a aplicaciones energéticas. El producto líquido o sólido remanente contiene los componentes difíciles de degradar junto con el nitrógeno, fósforo, azufre y otros elementos minerales presentes inicialmente en la biomasa.

La fermentación se produce en digestores o tanques durante varias semanas, produciéndose biogás con una riqueza de metano entre 45 y 80%. El biogás puede ser quemado en antorcha, sin aprovechamiento energético pero reduciendo las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) o bien puede ser utilizado como un combustible que es quemado en motores para generar electricidad o calor. En este caso también se produce abatimiento de GEI pero además se obtiene energía. También el biogás puede ser enriquecido, es decir, incrementada la concentración de metano, produciéndose biometano (concentraciones de metano ≥ 85%) para ser inyectado en la red gasista o bien ser usado como combustible vehicular. En España se admite biometano en la red gasista a partir de concentraciones iguales o superiores al 95%.

En las tecnologías existentes de digestión anaerobia para residuos existen dos tipos de procesos: vía húmeda y vía seca, en función de la cantidad de agua aportada al proceso.

Este proceso presenta además las ventajas de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, producir biocombustible y un digesto que puede ser aplicado como una enmienda orgánica, que, adicionalmente puede requerir y ser objeto de compostaje aerobio. La digestión pasa por distintas fases, siendo las principales: hidrólisis, fermentación ácida y fermentación alcalina. La interrelación entre reacciones puede observarse en la figura siguiente.



Esquema de reacciones de la digestión anaeróbica
de materia orgánica compleja / *Fuente:* Massé y Droste, 2000

El desarrollo de las fases del proceso de digestión anaerobia se desarrolla de la siguiente manera:

- **Hidrólisis:** las enzimas extracelulares bacterianas solubilizan los sólidos biodegradables. La tasa de solubilización está relacionada con tamaño de las partículas de sólidos y con el grado de agitación.
- **Fermentación ácida:** la materia orgánica solubilizada es transformada en ácidos orgánicos (ac. acético, propiónico y butírico con trazas de valérico, isovalérico y caproico). El pH pasa de 7 a 5. No existe reducción apreciable de DBO o DQO. Las bacterias implicadas son facultativas y muy resistentes a las condiciones ambientales.
- **Fermentación metánica:** los organismos metánicos sólo fermentan unos pocos compuestos. El metano puede producirse a partir de todos los ácidos volátiles pero se obtiene principalmente de la reducción del CO_2 y de la

fermentación del ácido acético. Las bacterias metánicas son estrictamente anaerobias y muy sensibles a las condiciones ambientales, por lo que la etapa de la fermentación metánica es la fase limitante del proceso de digestión.

Fermentación ácida					
Materia orgánica. [Carbohidratos +grasas+proteínas].	Bacterias formadoras de ácidos (butírico+propiónico). Facultativas.	▶	CO_2, H_2O Productos degradación intermedia.	+	Ácidos orgánicos. Productos celulares y otros de degradación intermedia.
	Bacterias acetogénicas (a.acético e hidrógeno). Facultativas.				
Fermentación alcalina					
Ácidos orgánicos. Productos celulares y otros de degradación intermedia.	Bacterias metano acetoclásticas (acetofílicas).	▶	$CH_4 + CO_2$	+	Otros productos finales H_2O, H_2S. y productos de degradación.
	Bacterias del metano (hidrogenofílicas).				

La reacciones producidas por bacterias acetogénicas son:

LÍPIDOS → **AC. GRASOS** → **AC. ACÉTICO**, **AC. PROPIÓNICO**

PROTEÍNAS → **AMINOÁCIDOS** → **AC. PIRÚVICO**, **AC. LÁCTICO**, **AC. PROPIÓNICO**, **AC. ACÉTICO**

CARBOHIDRATOS → **AC. PIRÚVICO** → **ALDEHIDOS**, **ALCOHOLES**, **AC. BUTÍRICO**, **AC. FÓRMICO**, **AC. ACÉTICO**

Las reacciones producidas por bacterias metanogénicas son:

ETANOL → **HIDRÓGENO** → **METANO**

AC. ACÉTICO → **METANO + CO_2**

AC. FÓRMICO → **METANO**

METANOL → **METANO**

Cada etapa presentará diferentes velocidades de reacción según la composición del substrato y el desarrollo estable del proceso global requerirá de un equilibrio que evite la acumulación de compuestos intermedios inhibidores o la acumulación de ácidos grasos volátiles (AGV), que podría producir una bajada del pH. Para la estabilidad del pH es importante el equilibrio CO_2-bicarbonato. Para hacer posible algunas reacciones es necesaria la asociación sintrófica entre bacterias acetogénicas y metanogénicas, creando agregados de bacterias de estas diferentes poblaciones.

Factores de control en la digestión anaerobia

Los principales factores que determinan la eficacia de la digestión son:

- Temperatura: digestión termofílica (>37-65 ºC) y mesofílica (12-37 ºC).
- Concentración de sólidos.
- PH.
- Ácidos volátiles.
- SH_2.
- O_2.
- NH_3.
- CO_2.
- Ácidos grasos volátiles (AGV).
- H_2.

Efectos de la temperatura

- Tipos de digestión:
  - Digestión mesófila [12-37ºC].
  - Digestión termófila [37-65ºC].
- A mayor temperatura mayor tasa de producción de metano.
- La termofílica es muy sensible a los cambios térmicos. Exige mayor control que la mesofílica.

Efectos de la concentracion de sólidos

- Un proceso acelerado requiere asegurar una concentración en continuo.
- Las concentraciones usuales son entre 4 y 7% de sólidos.
- Es importante homogeneizar adecuadamente los fangos; es decir, se requiere agitación para asegurar una mezcla idónea.

Efectos del pH

- Los organismos que intervienen en cada fase son diferentes.
- Debe establecerse un equilibrio entre la producción de ácidos y su regresión, para que ambos tipos de organismos puedan coexistir dentro del digestor.
- Si los organismos productores de metano son inhibidos o destruidos, no se degradan los ácidos producidos y el pH disminuirá progresivamente.
- Con pH < 6,2 los microorganismos productores de metano no pueden vivir.
- El fango digerido tiene pH comprendido entre 7 y 8. La reacción alcalina manifiesta que el proceso es correcto.
- La materia orgánica digerida es una solución acuosa de productos intermedios y terminales, que se obtienen en el curso de la digestión.
- Desde el punto de vista de equilibrio ácido-base:
  - pH=7 [Todos los ácidos volátiles-acético, propiónicobutírico, se encuentran en forma de sal].
  - 4,1<pH<7 [presencia de bicarbonato, ácido carbónico, acetato y ácido acético].
  - pH≥7 [presencia de ácido carbónico, bicarbonato y acetato].

Efectos de la reduccion de sólidos volátiles

El porcentaje de reducción de la materia volátil, es función del tiempo de digestión y del porcentaje de materia volátil en la materia biodegradable fresca. El proceso dependerá del tipo de alimentación del digestor (intermitente o continua).

Efectos del SH_2

La forma H_2S en la fase líquida origina problemas de toxicidad e inhibición para los microorganismos presentes en el medio.

$H_2S \leftrightarrow HS^- + H^+$

$HS^- \leftrightarrow S^{2-} + H^+$

La estequiometría del proceso de eliminación de H_2S:

$2\ HS^- + O_2 \leftrightarrow 2\ S^o + 2\ OH^-$

$2\ HS^- + 4\ O_2 \leftrightarrow 2\ SO_4^{2-} + 2\ H^+$

Efectos del O_2

Elevadas concentraciones de O_2 inhiben el proceso metanogénico.

Efectos del NH_3

La forma NH_3 causa severos problemas de toxicidad en los procesos anaerobios por lo que es importante que el equilibrio esté desplazado hacia la derecha.

$NH_3 + H_2O \leftrightarrow NH_4^+$

Efectos del CO_2

La composición del biogás, $\%CO_2$, está directamente relacionada con la alcalinidad, el pH del sistema y el equilibrio entre las reacciones que forman parte de la digestión. De hecho, parte del CO_2 formado como producto en las reacciones anaerobias abandona el reactor como bicarbonato o carbonato.

Efectos de los Ácidos Grasos Volátiles (AGV)

Los Ácidos Grasos Volátiles son producidos durante la etapa acidogénica y son degradados por las bacterias metanogénicas. Los AGV producidos durante la digestión anaerobia tienden a reducir el pH. Esta reducción es normalmente contrarrestada por la actividad de las bacterias metanogénicas, que producen alcalinidad en forma de CO_2 y HCO_3. Concentraciones por encima de lo normal son el resultado de la acumulación consecuencia de desequilibrios del proceso causados por la variación en la temperatura,sobrecarga orgánica, compuestos tóxicos, etc, que desequilibran la relación optima de velocidades de las diferentes reacciones (tiene lugar una disminución de la actividad metabólica). En estos casos, la etapa metanógénica no es capaz de eliminar los ácidos grasos volátiles con suficiente rapidez. Como resultado de esto, los ácidos se acumulan, pudiendo resultar tóxicos para la etapa formadora de metano, disminuyendo el pH, pudiendo llegar a valores tan bajos que la hidrólisis/acetogénesis puede ser inhibida (disminuyen la concentración de bicarbonato (consumo de alcalinidad) que se descompone en CO_2 con formación de sales de ácidos volátiles).

H_2

Elevadas concentraciones de H_2 en el biogás significan elevadas concentraciones en el líquido y resultan perjudiciales para las bacterias acetogénicas, impidiendo la degradación del propionato a acetato, es capaz de provocar valores positivos en la función energía libre de Gibbs. Cuando la concentración de H_2 en el gas producido es muy baja (5-50 ppm) existe una preferencia en la formación de acético. Cuando aumenta la concentración de H_2, disminuye la proporción de acético formada y aumenta la proporción de ácidos de cadena larga. Un aumento en la concentración de H_2 es significado de una descompensación entre las reacciones que lo producen y las que lo consumen.

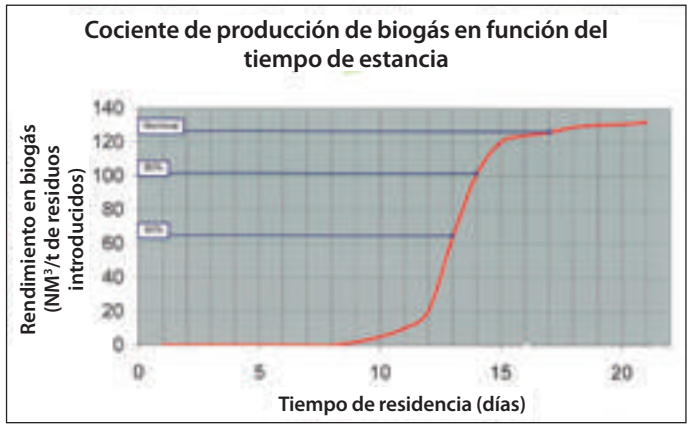
Producción de metano. Para un sistema anaerobio, la DQO (Demanda Química de Oxígeno) puede considerarse un parámetro conservativo, es decir, la suma de las DQO de entrada debe ser igual a la suma de las DQO de salida:

$$DQOinfluente = DQOefluente + DQObiogás$$

Si se considera un biogás formado exclusivamente por CH_4 y CO_2, y teniendo en cuenta que la DQO del CO_2 es nula, la DQO eliminada en el residuo se correspondería con la DQO obtenida en forma de metano, lo cual significa 2,857 kg DQO por m^3 de CH_4, ó 0,35 m^3 de CH_4 por kg de DQO eliminada, a P = 1 at y T = 0 ºC, ó 0,38 m^3 de CH_4 a P = 1 at y 25 ºC. Atendiendo a la potencia calorífica del metano, estos valores corresponderían aproximadamente a 3,5 kW/h/kg DQO eliminada, en unidades de energía primaria. Esto confiere a los sistemas anaerobios una clara ventaja frente a los sistemas aerobios de tratamiento de residuos orgánicos y aguas residuales, para los cuales el consumo de energía para transferir oxígeno se encuentra alrededor de 1 kW/h/kg de O_2 consumido. Variaciones sobre los valores anteriores pueden ser debidos a posibles acumulaciones en el reactor, a la producción de otros gases (H_2, H_2S,…), o a que la DQO medida no sea tan solo debida al carbono oxidable.

Tiempo de retención hidráulico

Es el cociente entre el volumen del digestor (m^3) y el caudal de alimentación (m^3/unidad de tiempo), es decir, el tiempo medio de permanencia del influente en el reactor, sometido a la acción de los microorganismos para alcanzar los niveles de energía y/o reducción de la carga contaminante que se haya prefijado. Existe un tiempo mínimo por debajo del cual el reactor no presenta actividad. La eliminación de materia orgánica sigue una tendencia asintótica, con una eliminación completa a tiempo infinito, y una producción de gas por unidad de volumen de reactor con un máximo para un tiempo de retención correspondiente a una eliminación de substrato entre el 40 y el 60%.



Velocidad de carga orgánica o Carga Orgánica Volumétrica (COV)

OLR en inglés. Es la cantidad de materia orgánica introducida por unidad de volumen y tiempo. Valores bajos implican baja concentración en el influente y/o elevado tiempo de retención. El incremento en la OLR implica una reducción en la producción de gas por unidad de materia orgánica introducida, debiendo encontrar un valor óptimo técnico/económico para cada instalación y residuo a tratar.

Potenciales y rendimientos

La producción de metano o biogás que se obtendrá de un residuo determinado depende de su potencial (producción máxima), del tiempo de retención, de la velocidad de carga orgánica, de la temperatura de operación y de la presencia de inhibidores. Para la fracción orgánica de residuos municipales (FORM), la producción de biogás depende del origen y pre-tratamiento. Así, la recogida en bruto de los residuos municipales y la separación mecánica de la fracción orgánica se traduce en pérdida de materia orgánica biodegradable y reducción del potencial de producción de metano.

Se comprueba que para cargas bajas (< 6 kg SV/m³/d), las mayores producciones se obtienen para un sistema húmedo (concentración de sólidos inferior al 15%) y termofílico. Se comprueba, asimismo, que la tendencia que se observa es: para concentraciones de substrato bajas, pequeñas variaciones en la carga producen elevadas variaciones en la producción de biogás (digestión húmeda). Para concentraciones elevadas (digestión seca, concentración de sólidos superior al 20%), el sistema es más estable. *(Hartmann, 2003)* concluye, también, que de forma general, los procesos termofílicos presentan transformaciones en biogás más elevadas, que los sistemas de digestión seca son mejores para cargas superiores a 6 kg SV/m³/d, y que las producciones son mayores para FORM separada en origen.

La producción de biogás aumenta conforme disminuye la carga orgánica, siendo el valor límite el potencial máximo. Este valor máximo depende de la composición de la materia orgánica. El valor máximo se encontraría alrededor de 900 m³ biogás/t de sólido volátil. Si se considera un valor medio del potencial de producción de 400 m³ CH_4/t SV, con un biogás de un 65% de CH_4, este potencial representaría el 68% del contenido energético del residuo.

La composición del biogás dependerá de la composición del sustrato biodegradado.

Compuesto	Concentración
Metano (CH_4) (%)	50- 70
Dióxido de Carbono (CO_2) (%)	30 - 50
Hidrógeno (H_2) (%)	1- 10
Nitrógeno (N_2) (%)	< 3
Oxigeno (O_2) (%)	< 0.1
Ácido Sulfhídrico (H_2S) (ppm)	0 – 8000

Co-digestión anaerobia. La co-digestión consiste en el tratamiento conjunto de residuos orgánicos diferentes con el objetivo de:

1. Aprovechar la complementariedad de las composiciones para permitir perfiles de proceso más eficaces.
2. Compartir instalaciones de tratamiento.
3. Unificar metodologías de gestión.
4. Amortiguar las variaciones temporales en composición y producción de cada residuo por separado.
5. Reducir costes de inversión y explotación.

El término co-digestión se utiliza para expresar la digestión anaerobia conjunta de dos o más sustratos de diferente origen. La ventaja principal radica en el aprovechamiento de la sinergia de las mezclas, compensando las carencias de cada uno de los sustratos por separado. La co-digestión de residuos orgánicos de diferente origen ha resultado una metodología exitosa tanto en régimen termofílico como mesofílico. Sin embargo, estos residuos pueden presentar problemas

en su digestión, como deficiencia en nutrientes necesarios para el desarrollo de microorganismos anaerobios, baja alcalinidad o excesivo contenido en sólidos que provoquen problemas mecánicos. Los residuos ganaderos pueden ser una buena base para la co-digestión ya que, generalmente, presentan un contenido en agua elevado, una alta capacidad tampón y aportan una amplia variedad de nutrientes necesarios para el crecimiento de microorganismos anaerobios. Los diseños utilizados para digestión anaerobia pueden clasificarse en función de su capacidad para mantener altas concentraciones de microorganismos en el reactor, siguiendo diferentes métodos. El reactor más simple es el de mezcla completa (RMC, CSTR en inglés) y es el más utilizado para residuos.

Reactor de mezcla completa sin recirculación

Consiste en un reactor en el que se mantiene una distribución uniforme de concentraciones, tanto de substrato como de microorganismos. Esto se consigue mediante un sistema de agitación. Ésta puede ser mecánica (agitador de hélice o palas, de eje vertical u horizontal) o neumática (recirculación de biogás a presión), y nunca violenta. Esta tipología de reactor no ofrece problemas de diseño y es el más utilizado para residuos. Comparativamente a otros reactores, el tiempo de retención necesario es alto, debido a que la concentración de cualquier especie, que se mantiene en el reactor en régimen estacionario, es la misma que la que se pretende en el efluente. Si la velocidad de reacción depende de la concentración, como es el caso de los procesos biológicos, la velocidad será baja, y la forma de compensarla es aumentando el tiempo de reacción.

Reactor de mezcla completa con recirculación

Este sistema tiene el nombre de reactor anaerobio de contacto y sería equivalente al sistema de fangos activos aerobios para el tratamiento de aguas residuales. Se comprueba que regulando la recirculación es posible conseguir tiempos de retención hidráulica más bajos que en un reactor simple de mezcla completa. Esto es a costa de aumentar el tiempo de retención de los microorganismos, gracias a su confinamiento en el sistema mediante la separación en el decantador y recirculación. Debido a la necesaria separación de microorganismos en el decantador, este sistema sólo es aplicable a aguas residuales de alta carga orgánica (aguas residuales de azucareras, cerveceras, etc.), para las que sea posible una separación de fases líquido-sólido, con la fracción sólida consistente básicamente en flóculos biológicos. Antes del decantador se debe disponer de un sistema de desgasificación, sin el cual la decantación se puede ver impedida.

USOS DE PRODUCTOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS BIORRESIDUOS

USO DE PRODUCTOS SÓLIDOS O PASTOSOS

Del compostaje y de la digestión anaerobia se obtiene:

- Compost.
- Material bioestabilizado.
- Digesto (transformable en compost o en material bioestabilizado).

La *Ley 22/2011* establece que el material bioestabilizado y el digesto si no proceden de la recogida separada de biorresiduos no pierden la condición de residuo. Sin embargo, cuando hablamos de compost y de digesto que proceden de recogida separada de biorresiduos, estamos hablando de productos. Tradicionalmente su uso abarca su aplicación como enmienda orgánica calificada en el Grupo 6 Tipo 02 según establece el *RD 506/2013 de 28 de junio sobre productos fertilizantes.* En base a esta normativa el contenido mínimo en nutrientes que se le exige es:

- Materia orgánica total: 35%.
- Humedad máxima: 40%.
- C/N<20.
- No deberá tener impurezas ni inertes.
- El 90% de las partículas traspasarán una malla de 25 mm.

El *Real Decreto 824/2005, de 8 de julio, sobre productos fertilizantes,* (vigente hasta el 11 de Julio de 2013) en su disposición transitoria primera establecía que los productos inscritos en el Registro de fertilizantes y afines podrán

comercializarse y etiquetarse de acuerdo con la normativa anterior, hasta la fecha de caducidad de su autorización. El resto de productos actualmente comercializados podrán seguir etiquetándose de acuerdo con dicha normativa hasta 18 meses después de la entrada en vigor de este Real Decreto. Esta disposición puede servir de base para reajustar las pérdidas de inscripciones en el registro de productos fertilizantes del material bioestabilizador y digesto de residuos mezcla.

USO DE PRODUCTOS GASEOSOS

Del proceso de digestión anaerobia se obtiene biogás. La composición de este biogás suele ser:

- 50-70% de metano (CH_4).
- 30-40% de anhídrido carbónico (CO_2).
- ≤ 5% de hidrógeno (H_2), ácido sulfhídrico (H_2S), y otros gases.

Debido a su alto contenido en metano, tiene un poder calorífico algo mayor que la mitad del poder calorífico del gas natural. Un biogás con un contenido en metano del 60% tiene un poder calorífico de unas 5.500 kcal/Nm3 (6,4 kWh/Nm^3). Es decir, salvo por el contenido en H_2S, es un combustible ideal, con unas equivalencias en relación a otros combustibles. 1 m3 de biogás al 70% de metano y 30% de CO_2 (6.000 Kcal) equivale a:

- 0,3 Kg de carbón.
- 0,71 litros de fuel-oil.
- 1,5 Kg de madera.
- 6,8 Kwh de electricidad.
- 0,6 m^3 de gas natural.
- 0,8 litros de gasolina.
- 1,2 litros de alcohol combustible.

El biogás producido en procesos de digestión anaerobia puede tener diferentes usos:

- En una caldera para generación de calor o electricidad.
- En motores o turbinas para generar electricidad.
- En pilas de combustible, previa realización de una limpieza de H_2S y otros contaminantes de las membranas.
- Purificarlo y añadir los aditivos necesarios para introducirlo en una red de transporte de gas natural.
- Uso como material base para la síntesis de productos de elevado valor añadido como es el metanol o el gas natural licuado.
- Combustible de automoción.

El biogás, además de metano tiene otra serie de compuestos que se comportan como impurezas: agua, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles como hidrocarburos halogenados, siloxanos, etc. Por tanto, es necesaria la limpieza del combustible, dependiendo del uso final.

El biogás de residuos, por su contenido en compuestos azufrados, de carácter corrosivo, debe ser tratado con el fin de eliminar dichas impurezas. En el caso de que el biogás sea sometido a lavado y concentración de metano puede producir biometano, equivalente, energéticamente, al gas natural.

Valorización energética

Aida Fernando de Fuentes.
Universidad Politécnica de Madrid.

- Introducción 475
- Marco Legislativo y Normativo 477
  - Directiva 2010/75/CE sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) (versión refundida)..... 478
  - Real Decreto 815/2013 por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación 479
  - Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015 y previsión del Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (Versión inicial)..... 480
- Procesos para la valorización energética 483
- Etapas de la incineración 491
- Tipos de Hornos de Plantas Incineradoras 495
  - Hornos rotativos..... 495
  - Circuito de incineración (horno parrilla) 496
  - Circuito de incineración (Lecho Fluidizado) 496
- Residuos de la combustión 499
  - Escorias..... 499
  - Cenizas volantes..... 500
  - Gases 500
- Eficiencia Energética 503
  - Pérdida de calor en cenizas y escorias 505
  - Pérdidas por radiación 505
  - Material inquemado en las escorias..... 505
- Combustibles Derivados de los Residuos (CDR)..... 507
- Bibliografía..... 542

INTRODUCCIÓN

Según la jerarquía de gestión de los residuos recogida en las directrices de la Unión Europea, la valorización energética estaría considerada como la cuarta opción a tener en cuenta, después de descartar la posibilidad de reciclado y antes de considerar la eliminación. La *Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados* define **valorización** como *"cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general"*. En el Anexo II de la misma Ley se recoge el listado de operaciones de valorización entre las que se incluye "utilización principal como combustible u otro modo de producir energía". Las diferentes vías de **valorización energética** podrían ser las siguientes:

- Procesos de incineración convencional en plantas diseñadas para tal fin.
- Co-incineración en hornos industriales como combustible secundario o de sustitución (Ej. Cementera).
- Termólisis.
- Pirólisis.
- Gasificación.

Por otro lado, es importante distinguir dos tipos de **incineración**:

1. Incineración con recuperación de energía.

Operación de valorización energética: recogido en el Anexo II de l*a Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados*. Se incluyen las instalaciones de incineración destinadas al tratamiento de residuos domésticos sólo cuando su eficiencia energética resulte igual o superior a:

- 0,60 tratándose de instalaciones en funcionamiento y autorizadas conforme a la legislación comunitaria desde antes del 1 de enero de 2009.

- 0,65 tratándose de instalaciones autorizadas después del 31 de diciembre de 2008.

En un apartado posterior, se darán los valores derivados de la modificación de este Anexo II de la Directiva.

2. Incineración de baja eficiencia energética de la que no se recupera energía.

Operación de eliminación: recogida en el Anexo I de la *Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados*. Sistema de incineración del que no se aprovecha ni la energía ni el material del residuo.

La valorización energética del residuo no se debe entender como única alternativa de tratamiento sino un complemento a otras. Una de las principales ventajas de la incineración de residuos es que se reducen significativamente los residuos eliminados en vertedero. Sin embargo existen numerosas barreras a este tipo de instalaciones como pueden ser:

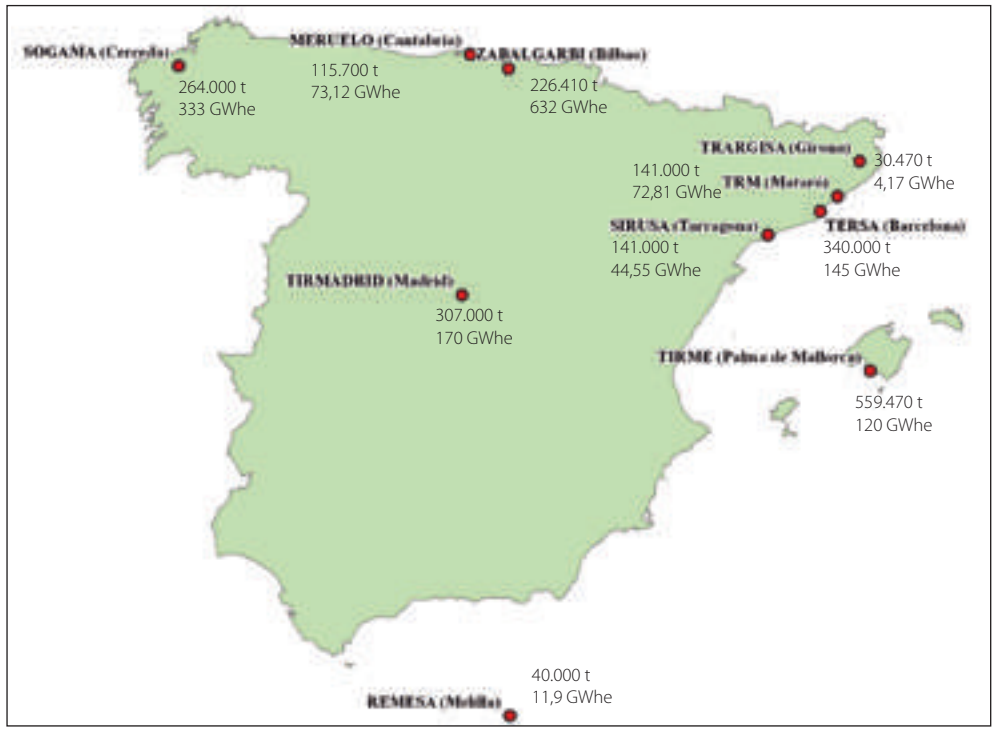
- Rechazo por parte de los ciudadanos a la ubicación de este tipo de instalaciones cerca de sus viviendas. Este fenómeno se ha denominado "Síndrome NIMBY" *(Not In My Back Yard)*.
- Dificultades en la viabilidad económico-financiera, dependiente sobre todo de la venta de la energía producida.
- Incertidumbre con la disponibilidad futura de los residuos así como la gran heterogeneidad de los mismos para mantener un poder calorífico constante.

En Europa (UE-27), los datos más recientes publicados por el Eurostat (correspondientes al año 2013) muestran que del total de los residuos tratados[1] en los Estados miembros y estimados en 243,311 millones de toneladas, aproximadamente el 30% se depositaron en vertedero, el 27% se recuperaron y aprovecharon sus materiales para el reciclado, un 15% se trató la materia orgánica, fundamentalmente compostaje, y el **25% se envió a incineración**. No obstante, se debe tener en cuenta que estos son valores medios y que existen diferencias significativas en los sistemas de tratamiento definidos por cada país. Como regla general, los países considerados con nivel de vida más elevados son aquellos que poseen un mayor porcentaje de incineración. En España, durante el año 2013, sobre un total de unas 20,9 millones de toneladas generadas, se destinó a incineración el 9,7%, mientras que se recicló el 20,1%, a compostaje fue el 10% y el 60,2% al vertido. En España existen 10 plantas incineradoras de residuos en contraste con Francia con 128 plantas o Alemania con 65, valorizando energéticamente el 34 y 35% de sus residuos respectivamente (Eurostat, 2015).

1 Tener en cuenta que se consideran todas las tipologías de residuos, tanto municipales, como industriales y agrícolas, así como peligrosos y no peligrosos.

MARCO LEGISLATIVO Y NORMATIVO

La valorización energética de los residuos ha estado vinculada principalmente a la incineración a pesar de existir otros procesos destinados a la valorización energética de los residuos tales como la pirólisis y la gasificación. El proceso de combustión siempre ha estado asociado a la emisión de gases contaminantes que han contribuido en parte a generar los grandes problemas medio ambientales como la destrucción de la capa de ozono, la lluvia ácida ó el efecto invernadero. Por este motivo, surgieron las *Directivas 89/369/CEE* y *89/429/CEE* relativas a la prevención y reducción de la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones de incineración de residuos municipales. Estas normativas, ya derogadas, contribuyeron a controlar y reducir las emisiones procedentes de este tipo de instalaciones. A continuación, se recogen las normativas más relevantes que regulan el marco europeo y estatal para la valorización energética de los residuos.



Ubicación de las 10 incineradoras en España / *Fuente:* Cátedra Ecoembes Medio Ambiente y AEVERSU

DIRECTIVA 2010/75/CE SOBRE LAS EMISIONES INDUSTRIALES (PREVENCIÓN Y CONTROL INTEGRADOS DE LA CONTAMINACIÓN). VERSIÓN REFUNDIDA

En el marco de la normativa europea, la *Directiva 2010/75/CE* sobre las emisiones industriales recoge, en su Capítulo IV, las disposiciones para instalaciones de incineración y de coincineración de residuos e impone valores límite de emisión en su Anexo VI. Ésta sustituye a la antigua *Directiva 2000/76/CE* relativa a incineración de residuos, derogada en enero de 2014. El principal objetivo de la *Directiva 2010/75/CE* sobre emisiones industriales es establecer normas sobre la prevención y el control integrados de la contaminación procedente de las actividades industriales que se mencionan en los capítulos II y VI. La Directiva también establece normas para evitar o, cuando ello no sea posible, reducir las emisiones a la atmósfera, el agua y el suelo, y evitar la generación de residuos con el fin de alcanzar un nivel elevado de protección del medio ambiente considerado en su conjunto. Esta Directiva define como:

- **Instalación de incineración:** *"cualquier unidad técnica o equipo, fijo o móvil, dedicado al tratamiento térmico de residuos con o sin recuperación del calor producido por la combustión; mediante la incineración por oxidación de residuos, así como otros procesos de tratamiento térmico, tales como la pirólisis, la gasificación y proceso de plasma si las sustancias resultantes del tratamiento se incineran a continuación".*
- **Instalaciones de co-incineración de residuos:** *"toda unidad técnica fija o móvil cuya finalidad principal sea la generación de energía o la fabricación de productos materiales y que utilice residuos como combustible habitual o complementario, o en la que los residuos reciban tratamiento térmico para su eliminación mediante la incineración por oxidación de los residuos así como pirólisis, gasificación y proceso de plasma, si las sustancias resltantes del tratamiento se incineran a continuación."*

El Capítulo IV se orienta a las disposiciones relativas a las instalaciones de incineración y co-incineración de residuos, desarrolladas desde el Artículo 42 al 55, contemplando aspectos como el ámbito de aplicación, solicitudes y condiciones para los permisos, control y monitorización de emisiones, condiciones de explotación, averías, presentación de informes al público, entre otros.

REAL DECRETO 815/2013 POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO DE EMISIONES INDUSTRIALES Y DE DESARROLLO DE LA LEY 16/2002, DE 1 DE JULIO, DE PREVENCIÓN Y CONTROL INTEGRADOS DE LA CONTAMINACIÓN

El Reglamento de Emisiones Industriales, aprobado por el *Real Decreto 815/2013*, define el marco normativo nacional para la regulación de las instalaciones industriales destinadas al tratamiento térmico de los residuos. El *Real Decreto 815/2013* termina por trasponer la *Directiva 2010/75/CE* al marco normativo nacional. De nuevo, el Capítulo IV se destina a las disposiciones especiales para las instalaciones de incineración y coincineración de residuos, desarrollados en los Artículos del 26 al 41.

- Artículo 27. Autorización de las instalaciones.
- Artículo 28. Solicitud de autorización.
- Artículo 29. Contenido de las autorizaciones.
- Artículo 30. Entrega y recepción de los residuos.
- Artículo 31. Condiciones de diseño, equipamiento, construcción y explotación.
- Artículo 32. Autorización para cambiar las condiciones de explotación.
- Artículo 33. Valores límite de emisión a la atmósfera.
- Artículo 34. Valores límite de emisión a las aguas.
- Artículo 35. Residuos de la incineración.
- Artículo 36. Mediciones.

- Artículo 37. Periodicidad de las mediciones a la atmósfera y cumplimiento de los valores límite de emisión.
- Artículo 38. Periodicidad de las mediciones de las emisiones al agua y cumplimiento de los valores límite de emisión.
- Artículo 39. Condiciones anormales de funcionamiento.
- Artículo 40. Verificación del valor de eficiencia energética de las instalaciones de incineración de residuos domésticos.
- Artículo 41. Presentación de informes e información al público sobre instalaciones de incineración y coincineración de residuos.

PLAN NACIONAL INTEGRADO DE RESIDUOS 2008-2015 Y PREVISIÓN DEL PLAN ESTATAL MARCO DE GESTIÓN DE RESIDUOS (VERSIÓN INICIAL)

El Plan Nacional de Residuos recoge entre otros los objetivos y medidas a alcanzar para los tratamientos destinados a la valorización energética de los residuos en el periodo de 2008 a 2015. En las líneas siguientes se recogen algunos de los objetivos publicados en el aún vigente PNIR.

Objetivos cualitativos PNIR 2008-2015:

- Incrementar la capacidad de incineración con recuperación de energía de las incineradoras de 2006. Las nuevas incineradoras deberán cumplir el valor de eficiencia energética establecido en la Directiva Marco de Residuos.
- Valorar el aprovechamiento del **contenido energético de la fracción rechazo** procedente de las instalaciones de tratamiento de residuos urbanos en instalaciones de coincineración en las condiciones establecidas o que puedan establecerse en las Comunidades Autónomas.
- Correcta gestión ambiental de los **residuos generados en la valorización energética** (escorias y cenizas), en particular, valorización de las escorias.

Medidas PNIR 2008-2015:

- Adaptación a los criterios **ecológicos, energéticos y de eficiencia** derivados de la legislación de la UE de las incineradoras de RU actualmente en funcionamiento.
- **Caracterización** de la fracción de los RU destinados a valorización energética.
- Establecimiento de **criterios ecológicos y energéticos** para la fracción de RU incinerable.
- Desarrollo de trabajos técnicos encaminados a la **valorización de las escorias** obtenidas en el proceso de incineración.

Actualmente el PNIR 2008-2015 está en periodo de actualización por el nuevo Plan, denominado Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR), que junto con el Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020 configuran los instrumentos generales de prevención y gestión en España. Entre otros objetivos, este programa, en su versión inicial, recoge los siguientes objetivos relativos a la valorización energética en España:

- En 2020: incrementar la valorización energética hasta el 15% de los residuos municipales generados, bien en instalaciones de incineración de residuos, bien en instalaciones de coincineración de residuos.
- Limitar la valorización energética a los rechazos procedentes de instalaciones de tratamiento.

PROCESOS PARA LA VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

La **incineración** es el proceso de valoración energética de los residuos más utilizado, incluido dentro de los procesos de oxidación-combustión. Como esquema general podríamos agrupar los procesos de **valoración energética** de los residuos en grandes grupos:

1. Fermentación o digestión anaerobia con obtención de biogás.
2. Descomposición o pirolisis.
3. Gasificación.
4. Oxidación-Combustión.

1. Digestión anaerobia con obtención de biogás

Este proceso, consistente en la degradación de los residuos orgánicos biodegradables en ausencia de oxígeno, lo realizan microorganismos anaerobios que en su actividad metabólica de descomposición de estos materiales orgánicos liberan un gas formado principalmente por metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2). Este gas se denomina "biogás" y puede ser aprovechado como combustible en sustitución del gas natural o como fuente de generación de energía eléctrica tras su combustión. Esta materia se desarrolla en el capítulo correspondiente de gestión de la materia orgánica.

2. Descomposición: pirólisis

2.1. PIRÓLISIS

La pirólisis es una degradación térmica de una sustancia en ausencia de oxígeno añadido, por lo que dichas sustancias se descomponen mediante calor,

sin que se produzcan las reacciones de combustión. Los compuestos basados en carbono se descomponen dando lugar a gases, hidrocarburos condensables y a un residuo sólido carbonoso o char (Madrid Vicente, 2012). La pirólisis permite la transformación de la materia orgánica presente en los residuos urbanos, a altas temperaturas, las cuales se sitúan entre los 300 ºC y los 1.100 ºC (500-800 ºC), y en condiciones anaeróbicas.

Los productos que se obtienen de la pirólisis son:

- **Gas de síntesis** (mezcla de CO, CO_2, H_2 y CH_4). Al no darse la reacción de oxidación de los compuestos más volátiles, el PCI del gas de síntesis procedente del proceso de pirólisis llega a oscilar entre 10 y 20 MJ/Nm^3.
- **Residuo mezcla de hidrocarburos líquidos** compuesto básicamente por hidrocarburos de cadenas largas como alquitranes, aceites, fenoles, ácido acético, acetona, metanol o ceras, formados al condensar a temperatura ambiente.

Sólido carbonoso ("char") que presenta incrustaciones de elementos inertes que no pirolizan como piedras, vidrio, metales, etc. Compuesto por todos aquellos materiales no combustibles, los cuales o bien no han sido transformados o proceden de una condensación molecular con un alto contenido en carbón, metales pesados y otros componentes inertes de los residuos.

Productos finales de la pirolisis / *Fuente:* Madrid Vicente, 2012

Los procesos pirolíticos pueden regularse en función de la temperatura de manera que pueden obtenerse subproductos distintos en función de ésta:

- **Procesos de baja temperatura:** < 550 ºC, se producen principalmente alquitranes, aceites y un residuo carbonoso.
- **Procesos de temperatura media:** entre 550 ºC y 800 ºC, se obtienen elevados rendimientos de gas.
- **Procesos a alta temperatura:** > 800 ºC y producen elevadas cantidades de gas, debido al cracking de alquitranes.

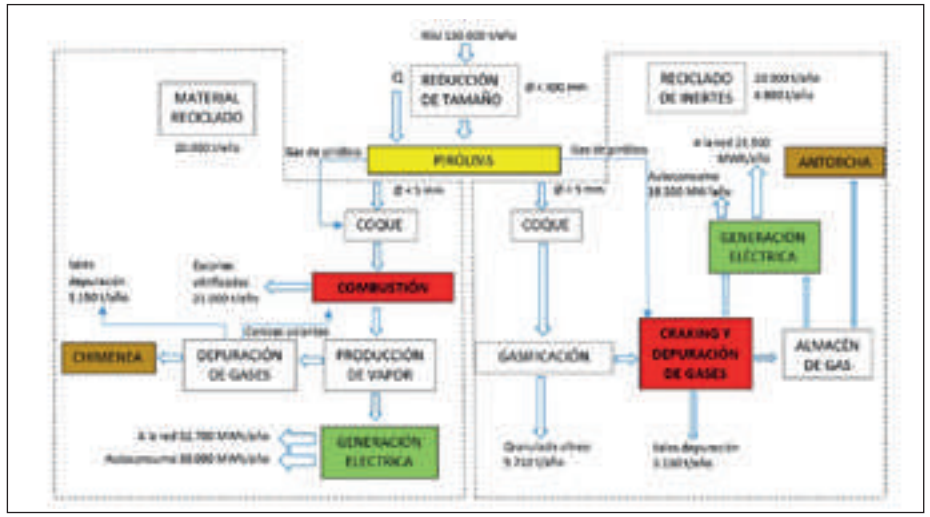
Operativa de las distintas tecnologías pirolíticas (adaptado de Conesa, 1996)

	Tiempo de resistencia	Velocidad de calefacción	Temperatura de trabajo	Productos obtenidos
Pirólisis suave				
Carbonización	Horas/días	<1ºC/min (muy baja)	400 ºC	Sólido
Convencional	5-30 min	<100 (baja)	600 ºC	Sol/liq/gas
Pirólisis rápida				
Rápida	1-5 s	=100 (alta)	650 ºC	Líquido
Flash	< 1 s	1000 (muy alta)	<650 ºC	Líquido
Flash	< 1 s	1000 (muy alta)	>650 ºC	Gas
Ultra	<0,5 s	1300 (extrema)	1000 ºC	Gas
Vacío	2-30 s	100-1000 (alta)	400 ºC	Líquido
Pirólisis reactiva				
Hidropirólisis	<10 s	Alta	<500 ºC	Líquido
Metanopirólisis	<10 s	Alta	>700 ºC	Líquido

La aplicación de las tecnologías de pirólisis a los residuos urbanos tiene, sin embargo, unas limitaciones de tipo técnicas:

- Sólo pueden descomponer macromoléculas orgánicas, por lo que la mayor eficacia se verifica para plásticos y cauchos.
- En los lechos fluidizados, los aditivos de los plásticos y gomas y materiales fibrosos, producen **obturaciones** en los sistemas y **pérdida de rendimiento**. Inertes y metales no influyen para nada.
- En hornos rotatorios, los termoplásticos pueden pegarse a las paredes formando **costras**, disminuyendo el rendimiento.
- Si entra más del 3% en peso de PVC, el CaO produce $CaCl_2$ que **se solidifica en las partes frías** del horno y obtura las conducciones.
- El mercado de combustibles, no admite combustibles con organoclorados (<10 ppm), por lo que esto es una fuerte restricción al uso de la pirólisis para combustibles líquidos (50-200 ppm). Mediante una deshalogenación previa usando vapor de Na en el flujo de gases o en fase líquida, se reduce a 1 ppm el contenido en Cl, pero encarece el resultado.

Operativa de las distintas tecnologías pirolíticas (adaptado de Conesa, 1996)



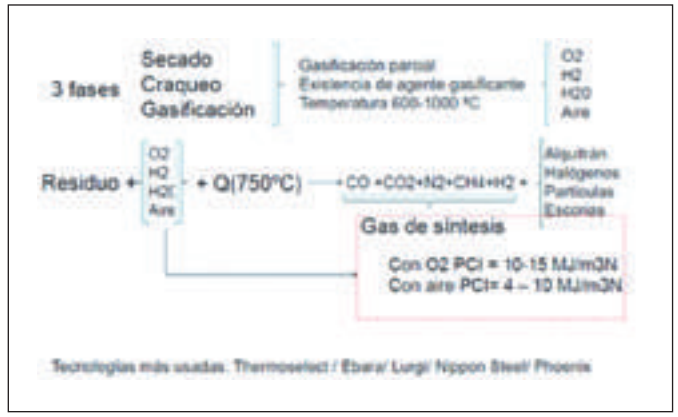
Fuente: elaboración propia

Finalmente, los productos obtenidos con la pirólisis tienen numerosas aplicaciones ya que no se trata de una tecnología finalista como lo es la incineración:

- **Fracción sólida:** con la fracción sólida obtenida (coque), puede fabricarse carbón activo, que se suele utilizar para: mascarillas, plantillas de zapatos, filtros de agua, filtros de gases y vitrificadores.
- **Fracción líquida:** Puede obtenerse un **BIOACEITE** que si se refina puede obtenerse fuel o gasolina. Si no se refina, se obtienen otros productos tales como: aditivos para combustibles tradicionales, resinas sintéticas, espumantes para hormigón, tensoactivos para petróleo, etc.
- **Fracción gaseosa:** tras un lavado y filtrado del gas, éste se utiliza para producir electricidad a través de motores de combustión interna, o bien para alimentar una turbina de gas para generar electricidad igualmente.

2.2. GASIFICACIÓN

Es un proceso que consiste en la oxidación parcial (empleando un 25-30% del O_2 necesario para conseguir una oxidación completa) de una materia normalmente sólida, a una alta temperatura, obteniendo un gas combustible de bajo poder calorífico (≈ 6.500 KJ/Nm^3). El proceso requiere un agente gasificante (aire, oxígeno, vapor de agua, hidrógeno), convirtiendo el residuo en un gas combustible, un gas de síntesis o SYNGAS (Cuevas J., 2005).

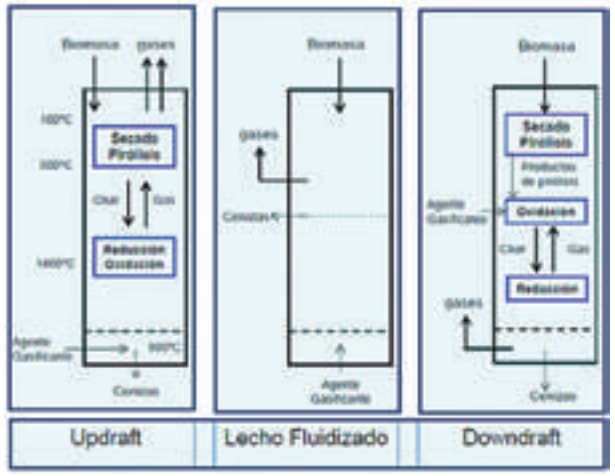


Esquema de la gasificación de residuos / *Fuente:* elaboración propia

Las tecnologías de gasificación son variadas, al igual que ocurre con la incineración. Estas se resumen a continuación:

- **Gasificador de lecho fijo:** se requiere pretratamiento en forma de secado para material con grumos.
- **Gasificador de baño de escoria:** como el de lecho fijo, pero con descarga de ceniza de fondo fundida.
- **Gasificador de flujo por arrastre:** para material líquido, pastoso y de grano fino que pueda inyectarse en el lecho mediante boquillas de inyección.
- **Gasificador de lecho fluidizado:** gasificador de lecho fluidizado circulante para residuos municipales pretratados, lodo de depuradora deshidratado y algunos residuos peligrosos.
- **Gasificador de lecho con borboteo:** similar a los incineradores de lecho fluidizado con borboteo, pero funciona a menor temperatura y como gasificador.

Los de lecho fijo, según la salida del gas generado, pueden ser Updraft y Downdraft, cuyos esquemas, junto a los de lecho fluidizado se muestran en el esquema que acompaña este texto.



Tecnologías de gasificación / *Fuente:* elaboración propia

Finalmente, las diferencias entre la gasificación y la incineración, son muy significativas y para fijar ideas, se muestran en la siguiente tabla.

INCINERACIÓN	GASIFICACIÓN
Temperatura de operación 850ºC.	Temperatura de operación >1400ºC.
Eficiencia de destrucción alta, sujeta a controles estrictos en cuanto a contaminación.	Eficiencia de destrucción completa.
La humedad del residuo disminuye el PCI.	La humedad del residuo no es un problema.
Estricto control de dioxinas y furanos, así como de la materia que se va a incinerar.	No se generan dioxinas ni furanos, por ser una atmósfera reductora y con altas temperaturas.
Los productos finales son gases, escorias y cenizas.	Los productos finales son gases combustibles, vapor de agua y ácidos inorgánicos en forma vítrea.
Los gases son emitidos a la atmósfera previo tratamiento.	No hay emisión de gases a la atmósfera, salvo vapor de agua.
Es un tratamiento finalista.	No es un tratamiento finalista.

Fuente: elaboración propia

3. Oxidación-Combustión

La combustión es la oxidación de materia con desprendimiento de calor. Cuando la cantidad de oxígeno aportado al proceso está por encima del estequiométrico; es decir, en exceso, se dice que hay una **combustión o incineración**.

La incineración es, desde el punto de vista de la gestión de los residuos sólidos urbanos, uno de los tratamientos empleados en la mayoría de los países industrializados con densidades de población elevadas como alternativa al vertedero controlado. La utilización de esta tecnología permite reducir en gran medida el peso (75%) y el volumen (90%) de los residuos a tratar y, además, obtener energía. Son precisamente el poder calorífico del material a incinerar y el potencial contaminante de las emisiones dos motivos que han hecho evolucionar los sistemas de incineración hacia procedimientos capaces de alcanzar mayores rendimientos en la combustión y mayor eficacia en la eliminación de contaminantes. La combustión de los residuos sólidos es un proceso complejo debido principalmente a la heterogeneidad del combustible. Es de especial importancia la adecuada mezcla y dosificación de los residuos, de forma que el poder calorífico de la corriente entrante sea aproximadamente constante. Es indispensable operar con un exceso de aire para asegurar la combustión completa y para evitar que la temperatura sea demasiado elevada (T >1100 °C) y pueda ablandar y fundir las cenizas y escorias. La composición de los residuos, la temperatura, el tiempo de retención en el horno y la concentración de oxígeno son factores determinantes en la incineración y recuperación energética del material.

Es imprescindible también conocer el **poder calorífico (Kcal/kg)** de los residuos-combustible que llegan a la incineradora ya que de ese valor depende principalmente la generación eléctrica final. El **Poder Calorífico Inferior (PCI)** por definición es la cantidad de calor (Kcal) que entrega un kilogramo o un metro cúbico de combustible al oxidarse de forma completa, sin tener en cuenta el calor suministrado por la condensación del agua contenido en el combustible. El PCI por tanto, dependerá de la composición y de la humedad del residuo. El PCI puede oscilar entre las 1.200 y las 1.800 Kcal/Kg de los residuos urbanos brutos, entre 1.800 y 3.500 Kcal/Kg para los rechazos de tratamientos alternativos, e incluso pueden ser superiores en el caso de determinados residuos específicos tales como lodos secos, neumáticos, biomasa seca, etc. Desde el punto de vista técnico, un residuo es valorizable energéticamente si su PCI > 2000 kcal/kg. Por lo general, el PCI de los residuos suele ser suficiente para mantener el nivel calorífico deseado sin embargo, en aquellos casos en los que el PCI del residuo es bajo, han de utilizarse combustibles auxiliares tales como gas natural, propano o fueloil.

El PCI y PCS[2] pueden calcularse de varias maneras. En laboratorio mediante una bomba calorimétrica o de forma empírica a través de expresiones matemáti-

2 PCS: Poder Calorífico Superior es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de una unidad de volumen de combustible teniendo en cuenta el calor consumido por la condensación del vapor de agua que contiene el combustible.

cas, conociendo las características y composición elemental del residuo-combustible. Básicamente, los parámetros que se precisan son la humedad, contenido en cenizas y la composición elemental del residuo: C, O, H, N y S. Para el cálculo del PCS empírico se utilizan muchas expresiones que son muy similares:

DULONG MODIFICADA

$$PCS = 80'56\ C + 338'89\ H_2 - 42'37\ O_2 + 22'22\ S + 5'56\ N$$

WILSON

$$PCS = 78'31\ C + 359'32\ H_2 - 33'04\ O_2 + 22'12\ S + 5'78\ N$$

MENDELEIEV

$$PCS = 81'23\ C + 299'8\ H_2 - 26'28\ O_2 + 26'28\ S$$

La más utilizada es la de **DULONG**, en las que el C, H, O, N y S entran en la expresión con sus valores en % de peso seco.

Y la relación entre el PCS y el PCI, va en función de la humedad, y viene reflejado por la siguiente expresión:

$$PCI = \frac{PCS\,(100 - W) - 600\,(W + 9H_2)}{100}$$

Siendo:

PCI = Poder Calorífico Inferior del Combustible en Kcal/Kg.
PCS = Poder Calorífico Superior del Combustible en Kcal/Kg.
W = % de humedad del combustible.
H_2 = % de hidrógeno en el combustible.

ETAPAS DE LA INCINERACIÓN

Los elementos y equipos principales que configuran una incineradora de residuos sólidos urbanos:

1. Zona de descarga y almacenamiento.
2. Zona de alimentación del horno, normalmente mediante una tolva.
3. Horno y su cámara de combustión para asegurar una completa destrucción de los compuestos orgánicos.
4. Zona de recogida y extracción de escorias.
5. Sistema de refrigeración y caldera para la recuperación de energía.
6. Zona de depuración de los gases de combustión.
7. Zona de almacén de escorias y cenizas, u otros productos recogidos en los procesos de depuración.
8. Zona final de evacuación de los gases depurados a la atmósfera (ventilador y chimenea).

El proceso de combustión se realiza en hornos. Existen diferentes diseños de hornos pero las fases o etapas básicas se llevan a cabo en todos los diseños. La instalación de dispositivos de control de oxígeno y cámaras de postcombustión (control de la emisión de productos orgánicos inquemados), y equipos de depuración de gases (abatimiento de partículas, gases ácidos y compuestos orgánicos residuales) son imprescindibles en las plantas de incineración de residuos.

Principales fases para la incineración de residuos

Las diferentes fases que adoptan las variadas tecnologías para la combustión de residuos guardan un esquema general básico que se puede resumir en los siguientes puntos o fases:

Secado del residuo

Una vez que se da paso al residuo desde búnker o zona de recepción de residuos hacia el horno, la primera fase está destinada a eliminar la humedad del residuo. Normalmente tiene lugar en la entrada a la cámara de combustión. Consiste en la evaporación de la humedad adherida a los residuos a partir de 100 ºC por acción del calor de radiación proveniente del horno y del aire caliente que sale del mismo.

Gasificación

Tras la fase de secado, y al ir avanzando en posición y temperatura, los residuos alcanzan una etapa de tipo pirolisis en el que se produce principalmente una destilación de hidrocarburos volátiles. Esta etapa se da principalmente en modelos de hornos que trabajan en dos etapas, horno de parrilla y horno rotativo.

Combustión

La combustión comienza cuando el material o residuo alcanza la temperatura de ignición del carbono (± 750 ºC). La combustión da lugar a la generación de energía en forma de calor y gases de combustión. Una forma de controlar la calidad de la combustión del residuo es controlar la concentración de oxígeno y de monóxido de carbono en los gases de escape o combustión. Como referencia, se considera una buena combustión la que genera un gas de escape con exceso de O_2 entre el 6 y el 10%. Dentro de las diferentes tecnologías existentes de hornos, uno de los parámetros principales es la técnica que empleada para garantizar que el residuo (combustible) entre en contacto suficiente con el aire/oxígeno (comburente) para una completa combustión. Para facilitar dicho contacto se emplean diferentes técnicas de movimiento y mezcla del residuo dentro del horno (horno de parrilla, lecho fluidizado, etc.). La temperatura del horno se eleva sin sobrepasar la temperatura de fusión de las escorias (± 1.000 ºC). Las escorias suelen corresponder a aquellos materiales inertes no combustibles como, metales, vidrio, escombros, etc. Las escorias se enfrían por inmersión en un baño de agua, ó a contracorriente de agua o aire. Una vez frías se envían, mediante transportadores o contenedores, a vertederos.

Postcombustión

Los gases producto de la combustión deben de permanecer un tiempo determinado a temperaturas superiores a 850 ºC durante al menos 2 segundos *(RD 815/2013)* para evitar la emisión de sustancias contaminantes. Este control se realiza en la cámara de combustión. Además estos gases llevan aún bastante carbono puro, que debe ser quemado, a la vez que se producen reacciones entre todos los gases generados. Para ello se aporta una segunda corriente de aire, aire secundario, que aporta el oxígeno necesario para terminar con la combustión de los gases. Se aprovecha la energía química almacenada en los residuos combustibles transformándola, mediante la combustión, en energía calorífica.

Generación de vapor y producción de energía eléctrica

El flujo de gases de combustión cargado de energía calorífica de al menos 850 ºC se puede utilizar de diferentes maneras. El sistema más utilizado es el de la generación de energía eléctrica a través del movimiento de una o varias turbinas de vapor. Los gases de combustión transmiten el calor al agua localizada en una caldera generando un vapor saturado según determinadas condiciones de presión y temperatura. Este vapor puede utilizarse directamente en **procesos industriales** con un alto grado de eficiencia hasta su condensación o ser enviado a una **turbina de vapor** y producir electricidad. En el caso de los RU el desprendimiento de gases ácidos ha ido recomendando las óptimas condiciones de temperatura y presión del vapor. Se conoce que por encima de 400 ºC se produce un incremento notable del grado de corrosión de la pared metálica de la caldera. Por el mismo motivo también es peligrosa la zona de los 130 ºC. Por este motivo la temperatura de salida de caldera se diseña siempre entre 180 y 220 ºC.

TIPOS DE HORNOS DE PLANTAS INCINERADORAS

Los tipos de hornos más extendidos a escala industrial son básicamente de tres modelos:

1. Horno rotativo.
2. Horno de parrilla.
3. Horno de Lecho fluidizado.

HORNOS ROTATIVOS

Este tipo de hornos es el más empleado a escala industrial para la incineración de residuos peligrosos debido principalmente a la posibilidad de quemar residuos en cualquier estado físico y con amplios márgenes de funcionamiento. Un horno rotativo es básicamente un cilindro de eje horizontal con diámetro comprendido entre 1,8 y 5 metros y entre 7 y 50 metros de longitud. La posición del cilindro es ligeramente inclinada (entre 2º y 4º) y su interior está recubierto de refractario resistente a la corrosión de los gases ácidos generados durante la combustión. Este tipo de horno trabaja en dos etapas, una primera que puede ser tanto pirolítica como oxidante y una segunda etapa oxidante. El horno se acopla a una cámara de postcombustión que trabaja a elevadas temperaturas. La rotación del cilindro inclinado transporta los residuos a lo largo de éste por gravedad, proporcionando además las condiciones de mezcla adecuada y exposición de los residuos al calor de combustión, aumentando así la eficacia de destrucción. La rotación del horno (de 30 a 120 revoluciones a la hora) es inversamente proporcional al tiempo de residencia de los residuos en él, influyendo también en este último

la inclinación del horno (a mayor inclinación, menor tiempo de residencia). Normalmente este tiempo de residencia varía entre 30 y 90 minutos. Los residuos pueden introducirse en el horno en continuo o por tandas. Los gases de combustión pasan a una segunda cámara de combustión, en la que se completa la destrucción de los componentes orgánicos volátiles.

CIRCUITO DE INCINERACIÓN (HORNO PARRILLA)

La tecnología de horno "parrilla" es la más conocida y utilizada debido a su versatilidad y capacidad de tratamiento. Existen gran variedad de diseños de parrilla pero a grandes rasgos ésta consiste en un suelo móvil metálico normalmente inclinado para favorecer el avance del residuo desde su entrada hasta su salida convertida en escoria. Cada casa o marca dispone de su propio diseño. Algunos se diferencian por el diseño de los dispositivos encargados de favorecer el avance del residuo por el horno, desde su entrada hasta la salida. Estos diseños pueden ser mediante movimientos alternativos del suelo de parrilla acompañados de una ligera inclinación entre 100 y 200 a través de los rodillos, de gran tamaño y ubicados como base del horno, que giran en dirección de avance hacia la salida del horno. También se presentan algunas variantes en la localización de las toberas para dar salida al aire primario y aire secundario. Este proceso de parrillas garantiza una disponibilidad de al menos 85% pudiendo alcanzarse valores del 90% con un buen mantenimiento. Los inquemados de las escorias no suelen superar el 4% de la materia entrante. La temperatura máxima de los gases está alrededor de los 1.100 ºC. Los gases obtenidos siguen el proceso de caldera, limpieza y neutralización y chimenea.

CIRCUITO DE INCINERACIÓN (LECHO FLUIDIZADO)

La incineración mediante lecho fluidizado consiste en un horno que contiene, hasta un determinado nivel, un material granular inerte (generalmente arena de sílice) que se calienta inicialmente, mediante un combustible auxiliar, hasta aproximadamente 650 ºC. Alcanzada esta temperatura se inyecta por la parte inferior el **aire primario** produciendo un movimiento de la arena del lecho como si fuera un semifluido, evitando así su sedimentación y favoreciendo la transferencia de calor por convección. El residuo se introduce en el horno que inmediatamente es rodeado por la masa de arena convectiva transmitiéndole el calor. El residuo pierde muy rápidamente la humedad y otros componentes volátiles que son arrastrados hacia la parte superior de la cámara de combustión finalizando allí su combustión. Las partículas sólidas permanecen en la zona densa del lecho. El aire inyectado aporta el oxígeno necesario y el proceso de combustión es rápido. Tras esta primera fase se inyecta en la cámara de combustión una segunda corriente de **aire secundario** para garantizar la completa combustión de material y mantener los gases un tiempo superior a los 2 segundos exigidos por la reglamentación. La temperatura máxima alcanzada por los gases será alrededor de 950 ºC que seguirán el proceso de caldera, limpieza, neutralización y chimenea. Los residuos inertes inquemados, escorias, se depositan en el fondo del horno de donde se extraen para su adecuado tratamiento. Las tecnologías de lecho fluidizado están en función de las velocidades de los gases y del diseño de la placa de boquillas:

- Estacionario (o de borboteo): se suele también utilizar con eficacia para combustión de lodos de depuradora.
- Rotativo: cuando el lecho gira dentro de la cámara de combustión.
- Circulante: con elevadas velocidades de gases.

Los parámetros operativos generales para lechos fluidificados son los siguientes:

Parámetro	Valor	Unidades
Vapor de alimentación	300-650	kg/m^2h
Aire de alimentación	1000-1700	m^3N/m^2h
Poder calorífico	3-6	GJ/m^3h
Temperatura de incineración	850	ºC
Tiempo de residencia	>2	segundos
Precalentamiento aire atmosférico	400-650	ºC

Fuente: elaboración propia

Ventajas ambientales y principales diferencias con los hornos de parrilla:

- Velocidad de combustión rápida y eficaz, con lo que reduce las emisiones de monóxido de carbono (CO).
- Proceso de combustión a menor temperatura por lo que reduce las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) y los metales alcalinos y metales pesados quedan retenidos en las cenizas.
- La temperatura es uniforme lo que permite altos rendimientos de destrucción de compuestos orgánicos.
- Dispone de menor superficie de hogar favoreciendo una mayor carga de residuo por m^2.
- No presenta elementos mecánicos destinados a mover el residuo dentro del horno, únicamente el residuo combustiona y elimina por acción de las corrientes turbulentas del lecho y por acción de la gravedad. Genera menores costes de inversión y mantenimiento.
- La energía interna consumida para mover en continuo el lecho es superior a la que necesita un horno tipo parrilla.

RESIDUOS DE LA COMBUSTIÓN

Los residuos sólidos procedentes de la combustión son las escorias y las cenizas volantes. A continuación se describen las características tanto de los residuos sólidos como de los gases contaminantes generados en los procesos de combustión.

ESCORIAS

Son aquellos residuos sólidos, en general inertes, que salen por el fondo del horno una vez concluida la combustión. Uno de los parámetros que sirve para medir la eficiencia de la combustión es el porcentaje de inquemados en las escorias. Suelen representar el 80-95% del total de residuo sólido generado tras la combustión. En general es un producto heterogéneo formado por:

- Productos inertes (incombustibles) adheridos o mezclados con el residuo combustible como tierras, piedras, etc.
- Elementos no combustibles que forman parte de la composición química de los diferentes materiales del residuo (sílice, calcio, etc).
- Residuos no quemados.

Su tratamiento y recuperación se basa principalmente en la recuperación de materia prima (principalmente metales ferrosos y no ferrosos) en un 35% y el resto (65%) se suele emplear en ingeniería civil como rellenos-base (balastros, zahorra de carreteras, aparcamientos, paneles para absorción de ruido, etc.).

CENIZAS VOLANTES

Productos sólidos finos formados por cenizas, polvo, metales pesados, etc. que son arrastrados por la corriente de gases calientes. A medida que van perdiendo temperatura se van depositando en los diferentes conductos por donde pasan. Representan un 5-20% de los residuos sólidos tras la combustión y normalmente se recogen en las tolvas que están colocadas en la parte inferior de los diferentes equipos por donde pasan los gases: caldera, ciclones, sistema de Limpieza de Gases.

Se distinguen dos tipos:

- Cenizas procedentes de la combustión. Las verdaderas "CENIZAS VOLANTES".
- Los materiales finos procedentes del sistema de limpieza y neutralización de los gases.

Según la normativa de residuos tóxicos y peligrosos, las cenizas que proceden de la combustión de los RU los considera como tales y por tanto deben ser inertizados mediante la mezcla con cemento u otros ligantes para después depositarlas debidamente en un **vertedero de seguridad** para residuos especiales. También se les puede aplicar una **extracción selectiva de contaminantes** como metales pesados y sales solubles a través de aguas de lavado. Otro tratamiento para favorecer su reutilización como inerte en cargas para cementos es la **vitrificación**, que consiste en la mezcla de las cenizas con polvo de vidrio introducidas en un horno a 1300-1500 ºC.

GASES

Monóxido de carbono y sustancias orgánicas. Los sistemas de depuración de gases no incorporan equipos específicos para destruir o retener estos contaminantes por lo que la mayor o menor concentración en los gases emitidos depende del comportamiento de la combustión. El comportamiento del horno y de la cámara de postcombustión son lo que permiten que el monóxido de carbono no alcance los 50 mg/Nm^3 y las sustancias orgánicas los 10 mg/Nm^3.

Gases ácidos: SO_2, HCl, HF. Los tres componentes ácidos SO_2, HCl (compuestos inorgánicos con cloro) y HF (compuestos inorgánicos con fluor) se forman en el proceso de combustión a partir de los residuos de entrada por lo que las cantidades formadas de estos gases dependen directamente de la composición de los residuos incinerados. Su retención puede efectuarse de diferentes maneras:

- **Carbonato cálcico:** en el horno de combustión. Con un tiempo de residencia suficientemente elevado se logran retenciones del 90% para azufre y fluor y del 50% para el cloro. Los productos formados son sólidos que abandonan el sistema formando parte de las escorias y de las cenizas en forma de sales cálcicas.
- **Lechada de cal:** en el flujo gaseoso con lo que disminuye el consumo de reactivos y permite alcanzar buenos rendimientos.

Dioxinas y furanos. Se producen con la combustión de hidrocarburos en presencia de compuestos de cloro. En la incineración de residuos sólidos aparecen estos compuestos orgánicos clorados siendo posible la formación de dioxinas (policlorodibenceno-p-dioxinas ó PCDD) y furanos (policlorodibenzofuranos ó PCDF). Normalmente aparecen en concentraciones tan pequeñas que su unidad de medida es el nanogramo, lo cual obliga a utilizar procedimientos de muestreo y métodos analíticos adecuados a este problema. El principal problema de estos compuestos es que son tóxicos muy estables térmicamente, no son biodegradables y son bioacumulables persistiendo en el medio prolongados periodos de tiempo. La destrucción de estos contaminantes así como la de sus precursores se logra con una combustión correcta y manteniendo la temperatura de postcombustión por encima de 850° C durante más de 2 segundos con una concentración de oxígeno superior al 6%. Sin embargo, es posible encontrar estos contaminantes al final del sistema de depuración, debido a que se formen de nuevo. La síntesis de estas dioxinas se produce en un intervalo de temperatura comprendido entre 200 °C y 400 °C. Por ello es fundamental, una combustión correcta y un descenso brusco de la temperatura de 400 °C a 200 °C minimizando el tiempo de permanencia en ese intervalo de temperaturas. El **sistema de depuración de gases** debe incorporar un procedimiento capaz de garantizar que las emisiones cumplen el límite establecido. Frente a los procesos de destrucción de dioxinas por métodos catalíticos, catalizadores tipo SCR, las técnicas de adsorción sobre carbón activo son las que se emplean en las instalaciones industriales. El procedimiento de **corriente volante** que incorpora **carbón activo** en polvo en los gases de salida permite conseguir retenciones superiores al 90% siempre que el contacto sea suficientemente eficaz.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

El poder calorífico obtenido del residuo corresponde con el poder calorífico inferior (PCI) medio de los RU de entrada al horno por las toneladas/hora que se incineran. Este PCI como se ha dicho, depende directamente de la composición de los residuos a incinerar. De esta forma, alcanzará un PCI más elevado aquel residuo que disponga de mayor contenido en residuos plásticos, madereros y papel/cartón, por el contrario alcanzará un PCI inferior aquel residuo con mayor contenido de residuos orgánicos ya que gran parte de su composición es agua que resta poder calorífico. Se debe tener en cuenta que no toda esta energía generada se traslada al vapor. Los gases al salir de la caldera llevan alrededor de un 20% de su energía que ya no se aprovecha. Por otra parte, el concepto de eficiencia energética de una planta de valorización energética, se maneja precisamente para determinar si lo que se hace es valorizar o eliminar. Según la *Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE* en su Anexo II, se aportan los valores límites para determinar si una planta realiza valorización o no.

Valores a considerar como criterio de valorización según la eficiencia energética

Fuente: elaboración propia

Posteriormente, se realiza una corrección del Anexo II de la Directiva y se incorpora el denominado Factor de Cambio Climático (CCF) y que tiene los siguientes valores:

- Instalaciones en funcionamiento y autorizadas desde antes del 1 de septiembre de 2015 conforme a la legislación vigente de la Unión:
  CCF = 1 si HDD >= 3 350
  CCF = 1,25 si HDD <= 2 150
  CCF = – (0,25/1 200) x HDD + 1,698 si 2 150 < HDD < 3 350
- Instalaciones autorizadas después del 31 de agosto de 2015:
  CCF = 1 si HDD >= 3 350
  CCF = 1,12 si HDD <= 2 150
  CCF = – (0,12/1 200) x HDD + 1,335 si 2 150 < HDD < 3 350
- Instalaciones en funcionamiento y autorizadas desde antes del 1 de septiembre de 2015, después del 31 de diciembre de 2029:
  CCF = 1 si HDD >= 3 350
  CCF = 1,12 si HDD <= 2 150
  CCF = – (0,12/1 200) x HDD + 1,335 si 2 150 < HDD < 3 350

El valor de HDD (grados-días de calefacción) debe considerarse la media de los valores anuales de HDD del lugar donde se ubica la instalación de incineración, calculado durante un período de veinte años consecutivos anterior al año en el que se calcula el CCF. Para calcular el valor de HDD, debe aplicarse el siguiente método establecido por Eurostat: HDD es igual a (18 ºC – Tm) x d si Tm es inferior o igual a 15 ºC (umbral de calefacción) y es nulo si Tm es superior a 15 ºC, considerando que Tm es la temperatura media (Tmin + Tmax / 2) exterior durante un periodo de d días. Los cálculos deben realizarse sobre una base diaria (d = 1) durante un periodo total de un año.

PÉRDIDA DE CALOR EN CENIZAS Y ESCORIAS

Los residuos sólidos de la combustión, cenizas y escorias, salen calientes del horno, reduciendo en un 2,5% aproximadamente la energía total generada tras la combustión.

PÉRDIDAS POR RADIACIÓN

A pesar de que las paredes del horno y la caldera están recubiertas de una fuerte capa refractaria que intenta evitar esta pérdida energética, parte del calor la traspasa originando pérdidas por radiación que se estiman en un 2% de la energía generada, aunque depende de las características de la instalación.

MATERIAL INQUEMADO EN LAS ESCORIAS

Hace referencia al material combustible que no termina de quemar por completo suponiendo una pérdida de eficacia del sistema. Los diseños son cada vez más sofisticados pero nunca se logra quemar el 100% del material combustible entrante. El porcentaje de pérdida por esta causa puede cifrarse en aproximadamente un 1,5%.

Resumen pérdidas de energía:

- Pérdidas en cenizas y escorias = 2,5%
- Pérdidas por radiación = 2%
- Pérdidas por inquemados en escorias = 1,5%
- Pérdidas en gases por chimenea = 20%

TOTAL PÉRDIDAS = 26%

Todas estas pérdidas representan aproximadamente un **26%** quedando un **74% de la energía entrante que se transforma en vapor** como resultado, principalmente, de una combustión incompleta de los componentes orgánicos presentes en los RU (debido a temperaturas y tiempos de permanencia insuficientes) y dando lugar a compuestos tales como monóxido de carbono, hidrocarburos, ácidos orgánicos, aldehídos, aminas, compuestos orgánicos policíclicos, etc., y en general, una amplia gama de compuestos orgánicos inquemados o parcialmente oxidados. Desde el punto de vista económico, la recuperación de la energía calorífica de los gases de combustión mediante generación de vapor, es el factor determinante. Con el calor de los gases de combustión se puede producir energía eléctrica, vapor o agua caliente para el consumo propio de la planta y/o exportar a la red eléctrica y/o a otras instalaciones industriales. Cuanto mayor sea el rendimiento de su aprovechamiento más disminuirán los gastos de explotación

(Junta de Andalucía, 2003). Con el vapor sobrecalentado se puede alimentar energéticamente a los siguientes sistemas:

- Industrias que lo consuman y que se encuentren cerca de la planta de incineración.
- Redes de calefacción centralizada de la población donde se ubique la instalación.
- Grupo turbina - generador eléctrico, para conexión a las redes eléctricas de distribución general (la más extendida).

COMBUSTIBLES DERIVADOS DE LOS RESIDUOS (CDR)

En la actualidad, y con el fin de aprovechamiento energético de los residuos que habitualmente se envían a vertedero (cerca del 60%), se está desarrollando una alternativa destinada a retirar de este flujo a vertedero residuos con un poder calorífico lo suficientemente elevado como para emplearlo como combustible alternativo. El Combustible Sólido Recuperado (CSR) son combustibles sólidos preparados a partir de residuos no peligrosos para ser utilizados para recuperación energética en plantas de incineración o coincineración y que cumplen los requisitos de clasificación y especificaciones establecidos en la Norma CEN/TS 15359: 2006 Solid recovered fuels. Specifications and classes. El poder calorífico medio de los RU por tipos se muestra en la siguiente tabla:

Poder calorífico medio de los residuos urbanos

Componentes	PCI (Kcal/kg)*	Cenizas y otros en rechazos (%)
Residuos alimenticios	600-800	8
Madera	4000-5000	2
Papel y Cartón	2400-4000	12
Plásticos	6200-7200	3
Textiles	3000-4000	6
Vidrio		98
Metales		98

Nota 1. Sobre materia seca / *Fuente:* Virtus Environment

Los residuos de madera, papel/cartón, plásticos y textiles son los que presentan mayor interés para su aprovechamiento energético siendo los plásticos los que aportan más energía. Como ya se ha comentado, uno de los principales problemas de los residuos urbanos es su gran heterogeneidad en composición cantidad, contenido de humedad, etc. que afecta negativamente a la eficiencia de su aprovechamiento. En el caso del CSR no es diferente en este sentido. Para producir un combustible de calidad suficiente y constante para un determinado uso es muy importante controlar y fijar unos parámetros mínimos de composición. Las plantas de elaboración de CSR básicamente reciben las fracciones rechazo de las plantas de selección de RU y envases ligeros y tratan este residuo mediante procesos de selección, trituración, secado, etc. con el fin de obtener un combustible con unas especificaciones según demanda del cliente.

Fracción rechazo en playa de descarga para fabricación de CSR / *Fuente:* Cátedra Ecoembes

Para garantizar la seguridad y la calidad del producto, además de facilitar la comercialización del mismo, el Comité Europeo de Estandarización (CEN) ha publicado una serie de normas que especifican las características de las diferentes clases de CSR comercializables. A continuación se presentan las diferentes fases de tratamiento para la elaboración de CSR junto con los equipos asociados a cada una de ellas. El proceso se puede dividir básicamente en dos, un **tratamiento mecánico** destinado a la clasificación y trituración del material, y un **tratamiento térmico** que ajusta la humedad al porcentaje requerido.

1. Tratamiento mecánico

FASES:

- **Trituración primaria:** triturador primario.
- **Separación y clasificación:** separadores neumáticos de tambor; cribas; separadores ópticos.

- **Trituración secundaria:** granuladores.
- **Densificación del producto:** peletizadoras.

2. Tratamiento térmico

FASES:

- Secado térmico: trómel secado; cintas de secado.

Trituradores en planta de CSR / *Fuente:* Cátedra Ecoembes

CSR triturado y secado / *Fuente:* Cátedra Ecoembes

El producto final o combustible puede presentarse en diferentes formatos, pellets o granulados con un poder calorífico de 3500- 6000 Kcal/kg, en función del origen del residuos y su posterior tratamiento. El campo de aplicación del CSR pueden ser industrias intensivas que precisan de combustible con elevado poder calorífico como pueden ser:

- Cementeras.
- Plantas de ciclo combinado.
- Plantas de cal.
- Centrales térmicas multicombustibles.
- Calderas industriales.

Si el poder calorífico del CSR no es suficiente se puede combinar con combustibles fósiles. De esta forma se consigue la sustitución de parte de un combustible fósil por otro derivado de los residuos que en otro caso hubiera sido eliminado vía vertedero. Uno de los principales inconvenientes de este tratamiento son los costes energéticos del proceso alcanzando el 55% de los costes de producción. Sin embargo, la tecnología sigue en continua evolución para reducir en la medida de lo posible dichos costes y aumentar la eficiencia del proceso.

Eliminación. Vertederos

Javier Pazos Parent.
Asociación Nacional de Empresas Públicas del Medio Ambiente.

Diseño y construcción 515
Introducción 515
Capacidad y tipos de vertederos 516
Características de los residuos a tratar 517
Elementos de diseño 518
Acondicionamiento del vaso 520
Otras infraestructuras 524
Operaciones de explotación 525
Recepción de los residuos 525
Disposición de los residuos 525
Configuración de las celdas 526
Compactación y cobertura 526
Maquinaria de vertedero 526
Otras labores de explotación 527
Plan de Vigilancia Ambiental 527
Lixiviados 529
Origen de los lixiviados 529
Composición de los lixiviados 529
Generación de los lixiviados 530
Captación y almacenamiento de lixiviados 531
Tratamiento de lixiviados 532
Sellado, clausura y mantenimiento postclausura 533
Modelos geométricos de clausura 533
Operaciones 534
Mantenimiento postclausura 537

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Un vertedero o depósito controlado es una instalación temporal o permanente para el correcto almacenamiento y/o disposición final de residuos, que puede ser en superficie o subterránea en condiciones totales de seguridad y reduciendo al máximo las afecciones al medio ambiente en el que se ubica, provisto de las medidas constructivas y de control oportunas para que no se produzcan efectos negativos irreversibles, ni la degradación de valores ambientales y socioeconómicos, además de que se realice un adecuado tratamiento de las emisiones que se produzcan. A la hora de plantearse el diseño y la construcción de una instalación de depósito controlado de residuos temporal o definitivo han de tenerse claras, o por lo menos acotadas, una serie de premisas, entre las que cabe destacar:

- Respecto a los residuos:
  - Tipología o tipologías de residuos a depositar (su “peligrosidad”).
  - Posibilidades de almacenamiento y si es necesario un tratamiento previo.
  - Tipo de lixiviado que genera, cara a su gestión y almacenamiento, así si se puede estimar la cantidad.
  - Si el residuo llega procesado (bruto, clasificado, segregado, compactado, etc.) y en qué medio lo hace para planificar su vertido en el vaso.
  - Posibilidades de tratamiento para la reducción de la cantidad de entradas de residuo al vaso.
  - Precauciones en su manejo y gestión.

- Respecto al emplazamiento:
  - Situación geográfica.
  - Climatología y meteorología.
  - Condiciones geológicas, geotécnicas y geofísicas.
  - Características hidrológicas.
  - Características hidrogeológicas.
  - Condicionantes socioeconómicos, ambientales y culturales.
  - Y, por supuesto, que se cumpla con la legislación vigente.

No podemos olvidarnos de la autorización ambiental de la instalación, que en sí misma requerirá de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) según la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*, y de los estudios justificativos asociados al mismo en función de los condicionantes anteriormente señalados, con el fin de obtener la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) positiva para la instalación.

CAPACIDAD Y TIPOS DE VERTEDEROS

La capacidad de una instalación de este tipo es un aspecto fundamental a la hora de diseñarlo. Ya que siempre ha de procurarse conseguir la optimización del volumen, es decir, tratar de que seamos capaces de almacenar el mayor volumen de residuo posible haciendo que:

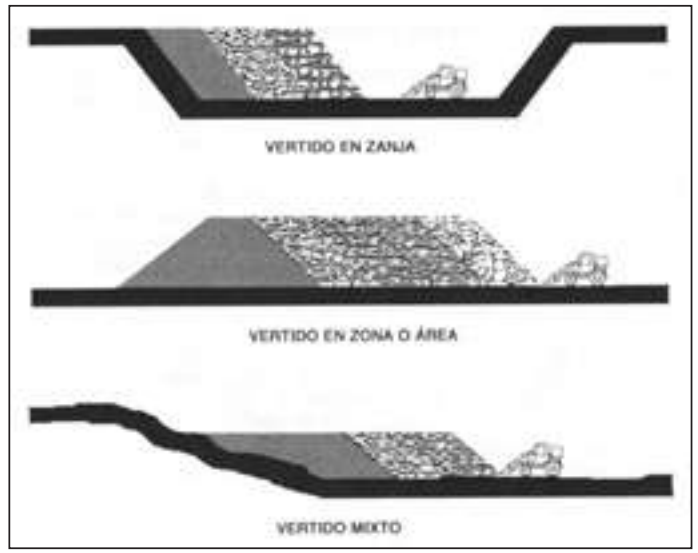
- Se ocupe la menor superficie posible y nos adaptemos a la morfología existente.
- El vertedero disponga de todos los elementos necesarios a lo largo de todas sus fases de vida.
- Se pueda explotar de una manera sencilla y compatible con los accesos y la maquinaria a emplear.
- Se pueda plantear y ejecutar el sellado, así como la fase de postclausura.
- Buscar los materiales y elementos que garanticen la seguridad de la infraestructura y el menor coste posible de construcción, explotación, sellado y postclausura.
- Se cumplan los condicionantes de la DIA si está limita la cota de llenado, la forma de llenado o el sistema de explotación entre sus prescripciones.

Como datos de partida siempre hemos de tener el volumen de generación de residuos a depositar en el vertedero y su periodicidad en el tiempo para adecuar nuestro diseño a la capacidad necesaria y planificándolo en varias fases si fuera necesario. También ha de planificarse como irá creciendo o ampliándose, para que las obras de sellados de operación, operaciones de mantenimiento y las obras de acondicionamiento o ampliación sean compatibles con la normal explotación de la infraestructura. También hemos de conocer la compresibilidad y biodegradabilidad de nuestro residuo, ya que en función de estas dos variables la capacidad en masa de nuestro vertedero puede variar, influyendo sobre la explotación del mismo y el volumen de lixiviados que se genere al reducirse la capacidad de campo. Según el *Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre*, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, en su artículo 4 "Clases de vertedero", se recoge las clases de vertederos autorizados:

"1. Los vertederos se clasificarán en alguna de las categorías siguientes: Vertedero para residuos peligrosos, vertedero para residuos no peligrosos, vertedero para residuos inertes."

Fuera de esta especificación entrarían los residuos radiactivos, que se catalogan como especiales y se clasifican en función de actividad radiológica. Según su forma del vaso de vertido podemos clasificarlos en:

- Vertedero en zanja o trinchera: cuando se aprovecha un antiguo hoyo o cantera, o se excava a propósito para tras su acondicionamiento explotarlo hasta devolver al terreno su morfología original.
- Vertedero en área o zona: cuando partiendo de la cota del terreno se acondiciona para su explotación en altura formando una montaña o domo.
- Vertedero mixto: cuando se acondiciona el terreno excavando o aprovechando la oleografía del terreno y se explota ganando altura hasta sobrepasar la cota del terreno colindante. Puede ayudarse de elemento de cierre o contención en las zonas bajas y suele ser el más habitual.



Clasificación de vertederos en función de la forma del vaso de vertido

CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS A TRATAR

Los procedimientos y valores límites de admisión en cada tipo de vertedero se recogen en la *Decisión 2003/33/CE del Consejo de 19 de diciembre de 2002*, por la que

se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y el Anexo II de la *Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos*. La Decisión entró en vigor el 16 de julio de 2004, momento desde el que son exigibles los procedimientos de admisión de residuos en vertedero en ella establecidos. Los criterios de admisión de residuos en vertedero son de aplicación desde el 16 de julio de 2005.

También tenemos que saber qué tipos de residuos existen, según la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados* en su artículo 3 se recogen las definiciones que hemos de conocer. En función de cada tipo de vertedero en el *Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre*, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero en su Artículo 6 *"Residuos que podrán admitirse en las distintas clases de vertedero"* se recoge los residuos que pueden admitir cada tipo de vertedero, y son:

1. Sólo podrán depositarse en vertedero residuos que hayan sido objeto de algún tratamiento previo. Esta disposición no se aplicará a los residuos inertes cuyo tratamiento sea técnicamente inviable ni a cualquier otro residuo cuyo tratamiento no contribuya a los objetivos establecidos en el artículo 1, reduciendo la cantidad de residuos o los peligros para la salud humana o el medio ambiente.

2. Los vertederos de residuos peligrosos sólo admitirán residuos peligrosos que cumplan los requisitos fijados en el Anexo II para dicha clase de vertederos.

3. Los vertederos de residuos no peligrosos podrán admitir:

- **a.** Residuos urbanos.
- **b.** Residuos no peligrosos de cualquier otro origen que cumplan los criterios pertinentes de admisión de residuos en vertederos de residuos no peligrosos fijados en el Anexo II.
- **c.** Residuos peligrosos no reactivos, estables o provenientes de un proceso de estabilización, cuyo comportamiento de lixiviación sea equivalente al de los residuos no peligrosos.

4. Los vertederos de residuos inertes sólo admitirán residuos inertes que cumplan los criterios de admisión fijados en el Anexo II para dicha categoría de vertederos.

ELEMENTOS DE DISEÑO

En líneas generales, un vertedero está formado por diversas capas (de abajo hacia arriba), tal y como enumeramos:

- Terreno natural y nivel de aguas subterráneas.
- Sistema de subdrenaje de aguas subterráneas (si fuera necesario).
- Barrera geológica natural y/o mineral o artificial (dependiendo del tipo de vertedero).
- Impermeabilización de fondo.
- Capa de drenaje de fondo y sistema de recolección de lixiviados.
- Capa de protección del drenaje de fondo.
- Capas de residuo y capas de sellado intermedio (en función del tipo de vertedero y el plan de explotación pueden construirse celdas intermedias con sistema de captación de lixiviados independientes).
- Sistema de recolección de pluviales de explotación.
- Sistema de captación (venteo) de biogás durante la explotación (si el vertedero tiene materia biodegradable y ausencia de residuos peligrosos).
- Capa de regularización para el sellado.
- Capa de captación de gases (siempre en vertederos con residuos biodegradables y en los casos que sea necesaria).
- Capas de sellado, minerales o artificiales.
- Capa de drenaje de aguas de infiltración.
- Capas de restauración ambiental para el crecimiento de las especies vegetales.
- Sistema de recolección de pluviales definitivo.

Además, una instalación de este tipo contará con:

- Elementos de control de aguas superficiales y subterráneas (en este apartado contará con al menos 3 piezómetros, 1 aguas arriba y 2 aguas abajo de la instalación).
- Elementos de control de movimientos (hitos de control, inclinómetros, piezómetros de niveles de lixiviados...).
- Elementos de almacenamiento, y en algunos casos, de depuración de lixiviados.
- Sistema de desvíos y drenaje de aguas pluviales, incluyendo elementos de restitución de las mismas de forma adecuada de las zonas donde causen la menor afección.
- Sistema de captación de gases y aprovechamiento energético o de depuración en función de los gases generados.
- Otros elementos de control post-clausura (elementos de control de acceso, arquetas, etc.).

Por instalaciones podíamos dividirlas en:

- Zona de tratamiento.
- Área de vertido.

- Instalaciones auxiliares: el vertedero debe estar provisto de una serie de infraestructuras auxiliares, necesarias para un correcto funcionamiento.

ACONDICIONAMIENTO DEL VASO

Esta es una de las partes más importantes del vertedero, ya que en función del tipo de residuo y de las condiciones del emplazamiento debemos de diseñar una solución u otra.

Geometría del vaso. El acceso al emplazamiento debe compatibilizarse con la geometría del vaso del vertedero de manera que:

- Se facilite el acceso, el suministro de materiales y trabajo dentro de él.
- Se compense los movimientos de tierras, si fuera necesario. Aunque en ocasiones, el exceso de excavación puede ser reutilizable como material de cubrición diaria.
- Que la configuración no favorezca corrientes de aire y asegure la correcta ordenación y evacuación de las escorrentías y lixiviados.
- Que se optimice el material a colocar, evitando el desperdicio de los materiales de impermeabilización y los puntos de difícil ejecución.

Dado que los vertederos se dimensionan para un determinado período, es conveniente dividirlos en celdas separadas, de manera que faciliten la explotación, y minimicen la producción de lixiviados, facilitando la separación de los mismos de las aguas limpias de precipitación en zonas en las que todavía no existe vertido. Además, esta división, permite que el material empleado como barrera en la clausura escalonada del vertedero por celdas rellenas. El acceso al fondo del vertedero puede ser mediante una rampa con un sistema de impermeabilización idéntico al resto del vertedero o mediante material colocado sobre el propio fondo de vaso, en ambos casos con capacidad portante suficiente como para soportar tráfico pesado, y un firme tal que permita este tráfico aun en condiciones meteorológicas adversas.

Preparación del fondo. Si el material barrera no existe en el emplazamiento y ha de aportarse, se debe tener claro que la capacidad de soporte del material sobre el que se colocará la barrera puede determinar el sistema de impermeabilización que se va a emplear. Además de la preparación de esta capa soporte va a depender directamente la vida del sistema de impermeabilización. El soporte para una adecuada impermeabilización del vertedero debe ser: regular y uniforme, compacto (alcanzar el 95% proctor normal), de aportación o del propio terreno.

Taludes y bermas. Los materiales empleados en taludes y bermas cumplirán en todo caso los requerimientos del terreno del fondo de vaso. Los taludes de terraplenes se realizarán lo más tendidos posibles, no recomendándose taludes de pendientes mayores a 2H:1V y longitudes excesivas que dificulten la colocación de la barrera. En caso que no sea factible llegar a esta pendiente se dispondrá de bermas que deberá apoyarse en un estudio justificativo de estabilidad. La anchura mínima recomendable de las bermas es de 4 m en terraplén y de 2,5 m en excavación, con la finalidad de facilitar los trabajos de impermeabilización y el tránsito de maquinaria.

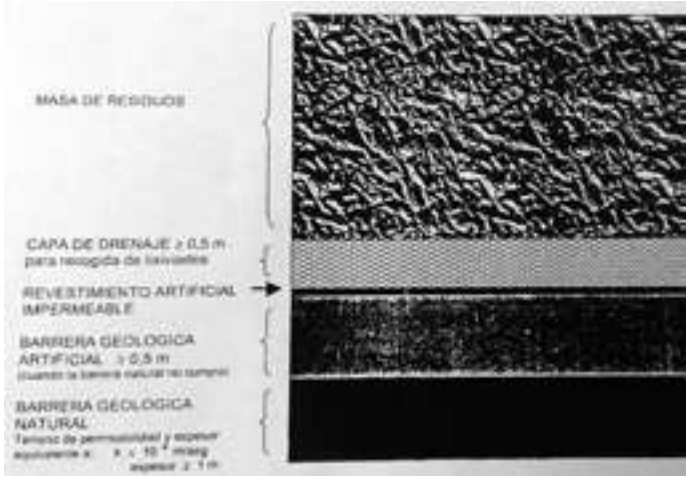
Drenaje de aguas limpias. Como ya hemos comentado, cuando diseñamos un vertedero tenemos que tener previsto qué haremos con las aguas que discurren por la zona que ocuparemos con nuestra infraestructura, que deberemos de desviar y reconducir hasta aguas debajo de nuestra infraestructura. Y las que se generen en nuestra instalación y no entren en contacto con los residuos y no sean lixiviados. Normalmente, la red de recogida de pluviales estará formada por cunetas perimetrales que captan las cuentas de aporte exteriores al vaso. Las aguas caídas en el vaso en zonas no selladas y que no contacten con los residuos, o las precipitadas sobre coberturas no definitivas, se conducirán a una balsa exterior de tormentas diferenciada de la balsa de lixiviados.

Las aguas recogidas en dicha balsa de tormentas serán objeto de comprobación de su calidad y sólo podrán evacuarse a cauce si cumplen los límites de vertido legalmente establecidos. Las restantes aguas caídas en el vaso y que no contacten con los residuos podrán evacuarse a cauce. Las aguas subterráneas no entrarán en ningún caso en contacto con los residuos, disponiendo en caso preciso un subdrenaje bajo la capa de impermeabilización.

Impermeabilización del vaso. Todo vertedero deberá estar situado y diseñado de forma que cumpla las condiciones necesarias para impedir la contaminación del suelo, de las aguas subterráneas o de las aguas superficiales y garantizar la recogida eficaz de los lixiviados. La protección del suelo, de las aguas subterráneas y de las aguas superficiales se conseguirá mediante la disposición de barreras impermeables y de capas de drenaje bajo la masa de residuos, debidamente protegidas mediante las capas necesarias de separación y de filtro, aplicando los criterios establecidos en el presente apartado. Como criterio de referencia, la impermeabilidad frente a lixiviados procedentes del vaso de vertido se garantizará mediante la existencia en el emplazamiento de una barrera geológica natural (en fondo y taludes del vaso de vertido) que tenga unas condiciones de permeabilidad y espesor cuyo efecto combinado sea equivalente como mínimo al siguiente (k: coeficiente de permeabilidad en metros/segundo):

a. Vertederos para residuos inertes: $k = 1{,}0 \times 10^{-7}$ m/s en un espesor de 1 m.
b. Vertederos para residuos no peligrosos: $k = 1{,}0 \times 10^{-9}$ m/s en un espesor de 1 m.
c. Vertederos para residuos peligrosos: $k = 1{,}0 \times 10^{-9}$ m/s en un espesor de 5 m.

Cuando la barrera geológica natural no cumpla las condiciones antes mencionadas, dichas características deberán alcanzarse añadiendo una barrera artificial, que consistirá en una capa mineral de un espesor no inferior a 0,5 metros. Además de las barreras descritas, en el caso de vertederos para residuos no peligrosos y de vertederos para residuos peligrosos, deberá añadirse como complemento un geosintético de impermeabilización. Con el fin de mantener en un mínimo la acumulación de lixiviados en la base del vertedero, se dispondrá un sistema de drenaje para la recogida y control de lixiviados. Las barreras de protección mínimas que dispondrán los vertederos bajo la masa de residuos y las condiciones a exigir a dichas barreras serán, como mínimo, las que para cada clase se reflejan esquemáticamente en las figuras siguientes. En función del tipo de vertedero hemos de colocar las siguientes capas de protección de base. Para un vertedero de residuos no peligrosos se dispondrán las siguientes capas:



Capas impermeabilización vertedero RSU según RD1481/2001

En el caso de vertederos de residuos no peligrosos o peligrosos, en fondo de vertedero siempre debe contarse con una barrera mineral impermeable de un espesor mínimo de 0,5 m. En todos los casos el drenaje en fondo de vertedero será obligatoriamente de tipo mineral.

Materiales minerales. La construcción de barreras de protección en un vertedero se ejecutará siempre conforme a las especificaciones recogidas en el Pliego de Prescripciones y Planos del Proyecto Constructivo, y de acuerdo a la legislación y normativa vigente, y seguirá un Plan de Control de Calidad de los materiales a emplear en la construcción y de las unidades a ejecutar para la construcción de la barrera.

Materiales artificiales. Los materiales artificiales son los geosintéticos, que son materiales ampliamente empleados en la construcción de vertederos, con las siguientes funciones:

- Separación: instalado entre dos capas diferentes, mantiene la integridad y funcionamiento de las mismas.
- Refuerzo: el material proporciona resistencia a tracción en materiales con poca resistencia mecánica.
- Filtro: el material permite el flujo perpendicular a través del mismo, reteniendo las partículas finas en su cara superior.
- Drenaje: el material permite el flujo dentro del plano de su estructura.
- Barrera hidráulica/gas: el material impide el paso de líquidos y gases.
- Protección: el material proporciona protección frente a roturas por punzonamiento durante la instalación de otras capas más frágiles.

Algunos ejemplos de geosintéticos que habitualmente se usan en vertederos son:

Geocompuesto de bentonita: las mantas de bentonita (GCL) son geosintéticos compuestos por una capa de bentonita, en polvo o grano, encapsulada entre 2 geotextiles, portante y de cubrición, cuya utilización será la de barreras hidráulicas como refuerzo de la impermeabilización base y durante las labores de sellado en vertederos de todo tipo de residuos.

Geocompuestos drenantes (geocomposites): se trata de geocompuestos utilizados como medios filtrantes y conducción de líquidos limpios (agua) o lixiviados en sistemas de impermeabilización de vertederos.

Existen múltiples combinaciones de este material dependiendo de la naturaleza y geometría de malla, tipo de geotextiles, secuencia de materiales que constituyen el geocompuesto, etc. El modelo más empleado está formado por: un geotextil portante de PP tejido en la base, un núcleo biplanar o triplanar de geomalla de PEAD para drenaje, y un geotextil filtro de PP no tejido en la parte superior.

Geomallas y geoceldas: son geosintéticos empleados para control de erosión y refuerzo, sobre todo en las operaciones de sellado. Las geoceldas son estructuras en forma de panel de PE o poliéster, creando durante la instalación una serie de celdas hidráulicamente interconectadas. Una vez expandidos se rellenan de suelo o grava.

OTRAS INFRAESTRUCTURAS

Un vertedero también ha de contar con una serie de instalaciones auxiliares necesarias para un correcto funcionamiento:

- Control de accesos y zona de espera, situados a la entrada de la instalación.
- Báscula para el control de la cantidad de residuos recibidos.
- Laboratorio con dotación necesaria para el control de aceptación y admisión.
- Edificios auxiliares: vestuario, oficina, comedor, taller, etc.
- Instalaciones de servicio: Suministro eléctrico, abastecimiento de agua potable y saneamiento, telefónica, etc.
- Instalación y equipamiento contra incendios.
- Balsa de almacenamiento de lixiviados, para almacenamiento temporal de los lixiviados producidos. Estará impermeabilizada con geomembrana de PEAD como el vaso.
- Balsas de recogida de pluviales.
- Vallado perimetral del vertedero.
- Infraestructuras de control y vigilancia: piezómetros, cunetas perimetrales, registros, etc.
- Lavarruedas, para evitar que los residuos adheridos a las ruedas de los vehículos puedan ser trasladados al exterior.

Habitualmente, y sobre todo en los de reciente creación, los vertederos cuentan con una planta propia para el tratamiento de los lixiviados producidos. En caso contrario, estos deberán ser gestionados mediante gestor autorizado.

OPERACIONES DE EXPLOTACIÓN

A continuación se detallan las operaciones más habituales en la explotación de un vertedero.

RECEPCIÓN DE LOS RESIDUOS

La secuencia habitual en un proceso de recepción de residuos en un vertedero es:

1. Control del cumplimiento de los procedimientos y criterios de admisión de residuos a la entrada.
2. Pesaje e inspección visual.
3. Indicación del itinerario establecido hasta área de descarga.
4. Señalización del acceso al frente de vertido (señales de dirección y velocidad, barreras, balizas…).
5. Inspección visual en la descarga.
6. Pesaje a la salida.

DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

La clasificación de los vertederos de RSU se puede realizar en función de:

- El tipo de fermentación: aerobios (sin cubrición de los residuos con tierras) o vertederos anaerobios (con cubrición de los residuos con tierras).
- La densidad: vertederos de alta densidad, de media, o de baja densidad.
- El tipo de disposición (como vimos anteriormente): vertederos en zona o área, vertederos en celda o vertederos en vaguada.

CONFIGURACIÓN DE LAS CELDAS

Si bien no existe una norma general, en cada vertedero al menos deberán considerarse los siguientes aspectos: toneladas diarias, distribución horaria de las entradas de residuos a vertedero, capacidad horaria de los equipos de tratamiento, topografía de la zona, avance previsto y descarga simultánea de vehículos recolectores.

COMPACTACIÓN Y COBERTURA

Los factores que afectan a la compactación de los residuos son fundamentalmente: espesor de las capas, número de pasadas de compactadora, pendiente y el contenido de humedad. En cuanto a la cobertura diaria de las celdas, ésta tiene por objeto:

- Minimizar los "volados" dentro y fuera del vertedero.
- Facilitar el movimiento de vehículos sobre las celdas (depende del material).
- Contribuir a reducir los olores del vertedero.
- Prevenir la aparición de roedores y moscas.
- Ayudar a controlar la infiltración de la lluvia en el residuo.
- Minimizar el riesgo de incendios en el vertedero.

MAQUINARIA DE VERTEDERO

Los factores que van a determinar la selección del tipo, tamaño y número de máquinas son:

- Cantidad y tipología de los residuos.
- Cantidad y tipo de tierra para cobertura.
- Distancia de transporte del material de cobertura.
- Condiciones climatológicas del vertedero.
- Valores de compactación deseados.
- Método de explotación del vertedero.
- Trabajos auxiliares dentro del vertedero.
- Previsiones de aumento de toneladas.

Las principales máquinas que se emplean en los vertederos son:

- Compactadores de residuos: para extender y compactar grandes volúmenes de residuos.
- Tractores de cadenas (Bulldozer): extender y compactar residuos y material de cobertura.
- Cargadores de cadenas: extender y compactar residuos y material de cobertura(< 135 t/día).
- Mototraíllas: funciones de cobertura, descargar el material cerca del frente de vertido.
- Camiones articulados: preparación de sitios, construcción de celdas y transporte material.

OTRAS LABORES DE EXPLOTACIÓN

Además de las propias de gestión del residuo recepcionado, existen otras tareas que deben realizarse para garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones, evitar riesgos de contaminación y aparición de vectores no deseados. Entre estas labores, cabe destacar:

- Recogida periódica de volados (plásticos, papeles…).
- Limpieza de derrames accidentales de vehículos recolectores.
- Mantenimiento de viales de acceso y caminos interiores.
- Mantenimiento y limpieza de la red de pluviales.
- Mantenimiento y limpieza de red de saneamiento.
- Mantenimiento y limpieza general de las instalaciones.
- Control de plagas y roedores, campañas de desinfección y desratización.
- Inspección visual de taludes (erosiones, grietas…).
- Mantenimiento de plantaciones (sustitución, riego, abono…).
- Inspección visual y mantenimiento del cerramiento perimetral.

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El objetivo del Plan de Vigilancia Ambiental es dar cumplimiento al Anexo III del *Real Decreto 1481/2001*. Las fases de las que consta un Plan de Vigilancia Ambiental son:

1. Construcción de la Red de Vigilancia.
   - Parámetros meteorológicos: los datos servirán para realizar un balance hídrico.
   - Parámetros hídricos: lixiviados (analítica en cada balsa), aguas superficiales y subterráneas (un piezómetro aguas arriba y dos aguas abajo).
   - Parámetros atmosféricos: emisiones de gases, acústicas y olores.
   - Parámetros topográficos: hitos, inclinómetros, etc.
2. Obtención de Datos Pre-operativos.
   - Obtención de datos de "Estado Cero" que servirán a la administración para establecer umbrales en la Autorización ambiental Integrada (AAI).
3. Programa Inicial de Vigilancia y Control.
   - Recogerá las condiciones establecidas en la DIA y en la AAI.
4. Plan de Vigilancia y Control de Explotación.
   - Control de parámetros meteorológicos e hídricos, emisión de gases, topografía, etc.

LIXIVIADOS

ORIGEN DE LOS LIXIVIADOS

El lixiviado se puede definir como un líquido que ha percolado y circulado a través de un vertedero y que ha extraído materiales disueltos o en suspensión de los residuos allí depositados. El líquido puede provenir de la infiltración del agua de escorrentía o subterránea, de la propia humedad del residuo al reducirse su porosidad por compresibilidad, así como de la propia descomposición de los residuos, si estos son de origen orgánico.

COMPOSICIÓN DE LOS LIXIVIADOS

Depende del tipo de residuo depositado en el vertedero. En el caso más habitual de vertedero de residuos sólidos urbanos su composición depende sobre todo de la edad media del residuo existente, atendiendo a la fase de reacción–degradación biológica en la que se encuentre. Habitualmente, como se observa, se distinguen cinco fases en la degradación del residuo dentro del vertedero. La fase 1 es la de adecuación, la fase 2 es de transición, la fase 3 o fase ácida se caracteriza por la generación de ácidos orgánicos como fase previa a la 4 o metanogénica en la que se produce la generación de metano dentro del vertedero durante un amplio periodo de tiempo (hasta unos 20 años), como previo a la última fase o de maduración.

Las características del lixiviado varían acordes a la fase en la que se encuentre el residuo. En la tabla adjunta se facilita una composición típica de lixiviado procedente de un vertedero de residuos sólidos urbanos en función de su edad.

COMPOSICIÓN TÍPICA DE LOS LIXIVIADOS DE VERTEDERO Y SU VARIACIÓN CON EL TIEMPO

Parámetro (mg/l)	Vertedero nuevo	Vertedero antiguo
COT	6.000	80-160
DBO5	10.000	100-200
DQO	18.000	100-500
Alcalinidad (como $CaCO_3$)	3.000	200-1.000
Dureza total (como $CaCO_3$)	3.500	200-500
pH	6	6,6-7,5
Sólidos en suspensión	500	100-400
Nitrato	25	5-10
Nitrógeno amoniacal	200	20-40
Nitrógeno orgánico	200	80-120
Fósforo total	30	5-10
Ortofosfato	20	4-8
Calcio	1.000	100-400
Cloro	500	100-400
Hierro total	60	20-200
Magnesio	250	50-200
Potasio	300	50-400
Sodio	500	100-200
Sulfatos	300	20-50

GENERACIÓN DE LOS LIXIVIADOS

De modo habitual, en un vertedero de residuos sólidos urbanos los lixiviados se pueden evaluar a partir de un balance hidrológico en el que se tiene en cuenta en los aportes la humedad de entrada del residuo la infiltración de agua externa (escorrentía/subterránea), la capacidad de campo del residuo (máxima retención de agua), su reducción de capacidad por compresibilidad, etc. En el caso de residuos urbanos es importante el consumo de agua para la formación de biogás, así como la salida en forma de vapor de agua.

$$LIX = HR + HM + IP + IR - BG - VA - ET - QS - \Delta S_{RS} W_{RS}$$

LIX = Agua que sale por el sistema de drenaje (lixiviado), kg/m³.
HR = Agua (humedad) en los residuos sólidos entrantes, kg/m³.
HM = Agua (humedad) en el material de cobertura, kg/m³.
IP = Agua filtrada superficiente (lluvia o del agua de nieve), kg/m³.
IR = Entrada agua subterránea, kg/m³. **(DEBE SER NULA)**
BG = Agua perdida en la formación del gas de vertedero, kg/m³.
VA = Agua perdida como vapor de agua saturado con el gas de vertedero, kg/m³.
ET = Agua perdida debido a la evaporación superficial, kg/m³.
QS = Fugas **(DEBE SER NULA)**.
ΔS_{RS} = Variación en la cantidad de agua almacenada en los residuos kg/m³.

CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LIXIVIADOS

La captación de lixiviados dentro del vertedero se produce de modo principal a través de la capa de grava colocada sobre la impermeabilización del vertedero, que dispondrá de tuberías de drenaje de polietileno de alta densidad, con la pendiente precisa (3% recomendado) para su eficaz evacuación a la balsa de almacenamiento de lixiviados o tanques colectores (acorde a la capacidad de la planta de tratamiento de lixiviados deberá de tener el volumen preciso de almacenamiento para evitar en las condiciones más desfavorables que se produzca un desbordamiento). En vertederos de residuos de cierta potencia es preciso adicionalmente la captación de lixiviados en niveles intermedios, al objeto de conseguir una adecuada captación y no dejar niveles colgados que puedan afectar a la estabilidad del vertedero y a los procesos de desgasificación. En este caso es necesario contar en vertederos de residuos sólidos urbanos con la compresibilidad del residuo, de modo que dichas captaciones no queden inoperativas por asentamientos.

Balsa de almacenamiento. El diseño de la balsa de almacenamiento deberá atenerse a los siguientes puntos:

1. La balsa se diseñará para la recepción de un volumen suficiente de lixiviados en cualquier época del año y en función de la cantidad de materia orgánica, pluviometría, evapotranspiración, recubrimientos, etc.
2. Los cálculos del dimensionamiento también contemplarán el tratamiento previsto de los lixiviados y las restricciones en las distintas operaciones estacionales.

3. Los costados y el fondo se recubrirán de material sintético impermeabilizante cuyas características deberán ser similares, cuando exista, a la geomembrana del fondo del vaso de vertido.
4. Se instalará un sistema de drenaje perimetral y se diseñará un sistema de inspección para la detección de cualquier fuga o filtración al terreno.

TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS

Si los lixiviados se tratan en una instalación "in situ" se deberá asegurar que se cumplen las condiciones de vertido a cauce fijadas en la autorización del vertedero. Los lixiviados también podrán tratarse en una depuradora externa. Las opciones de tratamiento son las siguientes:

- Recirculación de lixiviados.
- Evaporación de lixiviados.
- Depuración de lixiviados.

Recirculación de lixiviados. Es una alternativa muy empleada en América en vertederos de residuos sólidos urbanos. Permite la disminución del tiempo de estabilización del residuo al fomentar los procesos de su degradación e incrementa las tasas de generación de biogás. Se emplea el vertedero como un reactor biológico. El principal inconveniente son las grandes cantidades de lixiviado generadas que pueden suponer, en situaciones excepcionales, un riesgo para la estabilidad.

Evaporación de lixiviados. Puede ser una alternativa en climas no muy lluviosos. Deben de considerarse medidas para evitar la dispersión de olores.

Tratamiento de lixiviados. El tratamiento de los lixiviados dependerá de su naturaleza. Las alternativas existentes son:

- Métodos biológicos.
- Métodos físico-químicos.

SELLADO, CLAUSURA Y MANTENIMIENTO POSTCLAUSURA

Los principales objetivos de la clausura de un vertedero son:

- Garantizar estabilidad de la masa de residuos.
- Minimización de lixiviados.
- Extracción, captación y tratamiento de biogás.
- Control de la escorrentía de cobertura.
- Integración morfológica y paisajística.

MODELOS GEOMÉTRICOS DE CLAUSURA

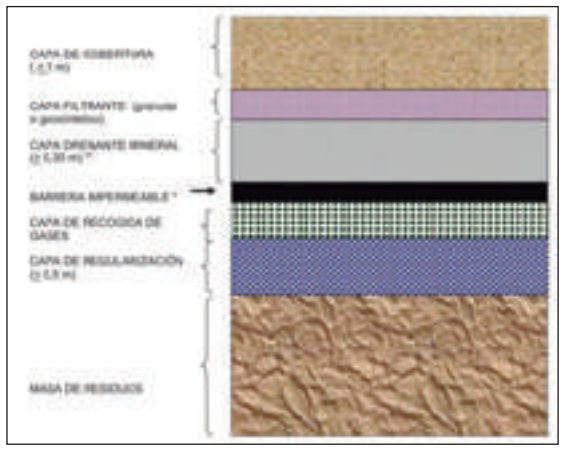
Los modelos geométricos de sellado son generalmente consecuencia directa de la geometría de la masa de residuos y de la tipología del vertedero. La primera consecuencia de la morfología del sellado es su estabilidad a medio y largo plazo.

Ejemplo de geometría de un vertedero

OPERACIONES

Impermeabilización de cubierta: tipos. Dependiendo de su funcionalidad y su duración, una cubierta de sellado puede ser temporal o definitiva. Las cubiertas temporales son estructuras cuya operatividad puede oscilar entre un día y varios años. Su función es el aislamiento temporal de los residuos como herramienta de explotación. Las cubiertas definitivas se asocian a lo que entendemos como un sellado. Su función es sellar de madera definitiva un volumen de residuos una vez alcanzadas las cotas de explotación. Dependiendo de los materiales que la constituyen, una cubierta puede ser sintética, mixta o de materiales naturales.

Ejemplo de impermeabilización de cubierta



En el caso de un vertedero de inertes se mantienen las mismas capas menos dos (capa de drenaje de gases bajo barrera hidráulica y suelo de cubierta bajo la capa de cobertura).

Drenajes en sistema de sellado. Su objetivo es recoger el agua de precipitación directa sobre las zonas selladas y drenarlas al exterior para su gestión como aguas limpias. Pueden constituirse mediante capas continuas de grava o geosintéticos (geotextiles, geodrenes…) e infraestructuras lineales como tuberías, cunetas, bajantes, etc. En la mayor parte de los casos se constituyen mediante una combinación de todos ellos.

Componentes típicos de drenaje en cubierta:

- Geocompuesto de drenaje + tuberías para transporte.
- El geocompuesto puede sustituirse por una georred y en zonas de baja inclinación por una capa de árido o similar.
- Oportunidades para la utilización de materiales de reciclaje como vidrio triturado, caucho de reciclaje de neumáticos, escorias limpias, etc.

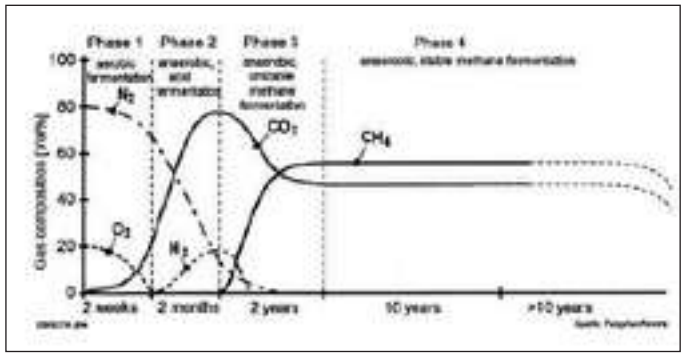
Drenajes de aguas limpias externas. Este sistema convive con la explotación del vertedero y permanece tras el final de la explotación con el objeto de impedir la entrada a la cuenca formada por la superficie en explotación de cualquier aporte de cuencas perimetrales. El sistema está formado por elementos convencionales de drenaje superficial como cunetas, colectores, arquetas, canales o zanjas drenantes.

Desgasificación. El biogás está constituido principalmente por metano y dióxido de carbono. El generado en los vertederos de RU, debido a la variabilidad de la materia orgánica de estos residuos, contiene además otros muchos gases que están presentes en mínimas cantidades dependiendo de la composición de los residuos, la edad del vertedero, las condiciones del lugar, la gestión del vertedero y la presencia de un sistema de recogida del biogás. Su composición media es la siguiente (% en vol.):

- 50-60% de CH_4.
- 30-40% de CO_2.
- <10% de H_2, O_2, H_2S, N_2, H_2O, VOC´s, siloxanos…

Para que en un vertedero se genere biogás es necesario que los residuos depositados incluyan materia orgánica y que las condiciones de su descomposición puedan llegar a ser anaerobias. La predicción de la producción del biogás es muy difícil, debido a las múltiples etapas de la descomposición bioquímica y a los diferentes factores que pueden alterarla. El biogás se forma en el rango de 80 a 130

m^3/Tonelada de residuo, dependiendo de la humedad, composición, etc. La tasa de recuperación puede estimarse entre un 40 y 70%, dependiendo del diseño y operación, de la extracción y de la cubierta del vertedero.



Fases y duración de la generación de biogás en un vertedero

La formación teórica de biogás puede verse alterada por los siguientes factores:

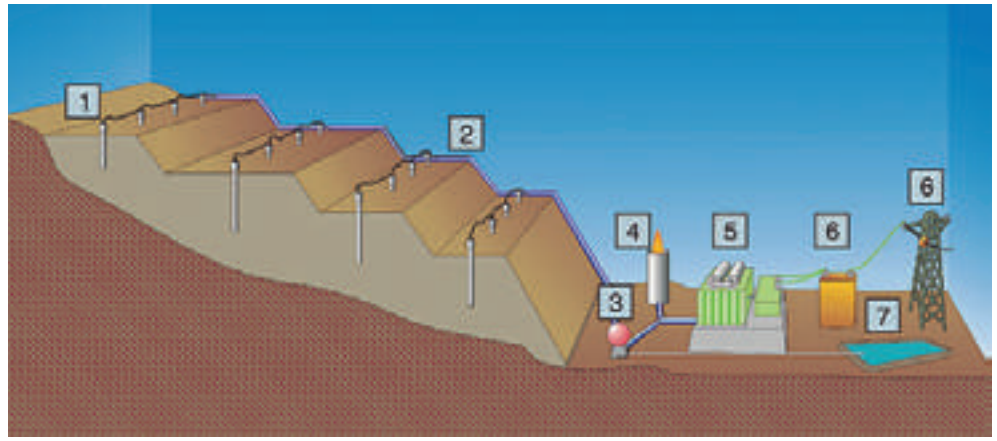
- Variaciones en las características del residuo depositado (composición, densidad, tamaño de partículas, etc.).
- Presencia de humedad. La presencia de agua es esencial para la formación del biogás. En caso de dicha cantidad no sea suficiente, la curva de producción es más plana y se extiende durante un plazo mayor.
- Defectos en el sellado que permiten la entrada de aire a la masa de vertido y dificultan la formación de biogás.

Debe realizarse el control del biogás producido en vertederos por los siguientes motivos:

- Reducir las emisiones atmosféricas, ya que el metano es un gas de efecto invernadero relativamente potente que tiene un potencial de calentamiento global de 23 respecto al dióxido de carbono (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climatico, IPCC).
- Minimizar la salida de emisiones olorosas.
- Permitir la recuperación de energía a partir del metano.

El control de biogás en el vertedero se realizará mediante:

1. Pozos de desgasificación que penetran en el interior del residuo y normalmente tienen un alcance de 25-30 m.
2. Red de colectores del biogás captado por encima de la capa de sellado del vertedero y Estaciones de Regulación y Medida con las que variar los caudales de biogás de cada pozo.
3. Equipo de aspiración del biogás.
4. Antorcha con llama piloto continua para quemado del biogás (emisión de CO_2 en lugar de CH_4).
5. En caso de que haya biogás en cantidad suficiente, valorización energética del mismo mediante motores de cogeneración para producir energía eléctrica y exportarla a la red.
6. Centro de transformación elevador del voltaje y línea eléctrica de distribución a la red.



Descripción de los elementos necesarios para el aprovechamiento eléctrico del biogás

Revegetación y restauración ambiental. Los objetivos de los proyectos de revegetación y restauración ambiental son:

- Integrar el sellado en su entorno y evitar la ruptura paisajística.
- Incrementar la evapotranspiración sobre el sellado para reducir agua de infiltración.
- Prevenir la degradación de los materiales de sellado por exposición a luz y agentes atmosféricos, y evitar los efectos de la erosión sobre materiales de sellado.
- Preparar el sellado para el desarrollo de usos futuros diferenciados.

MANTENIMIENTO POSTCLAUSURA

Una vez finalizada la explotación del vertedero, y realizada la cobertura final, se puede dar por clausurado el depósito. El *R.D. 1481/2001* obliga a un mantenimiento postclausura del vertedero durante un período mínimo de 30 años. Dicho mantenimiento debe incluir, como mínimo:

- Control de la erosión.
- Control topográfico del vertedero (asentamientos).

- Mantenimiento y control del sistema de drenaje de aguas pluviales.
- Mantenimiento y control del sistema de captación y control de lixiviados (redes, balsa de lixiviados, etc.).
- Mantenimiento y control del sistema de desgasificación.
- Mantenimiento y control de la vegetación y sistemas asociados a la misma (riego, etc.).
- Datos meteorológicos.
- Datos de emisión.
- Volumen y composición de lixiviados: frecuencia semestral.
- Volumen y composición de aguas superficiales: frecuencia semestral.
- Emisiones potenciales de gas: frecuencia semestral.
- Protección de las aguas subterráneas (muestras en los piezómetros aguas arriba y aguas abajo del vertedero).
- Nivel de las aguas subterráneas: frecuencia semestral.
- Composición de las aguas subterráneas: frecuencia específica del lugar.

BIBLIOGRAFÍA

RECICLADO

Publicaciones

- **Ecoembalajes España, S.A.**
- **Ramírez, J. (2013).** Máster "Gestión Sostenible de los Residuos" (UPM)
- **Tchobanoglous, G; Theisen, H; Vigil, S.A. (1994).** Gestión integral de residuos sólidos. Ed. McGraw Hill, 1107

PLANTAS DE TRATAMIENTO. COMPOSTAJE Y BIOMETANIZACION

Publicaciones

- **Biomasa.** Digestores anaerobios. IDEA (2007).
- **Bueno Márquez, Pedro, Díaz Blanco, Manuel Jesús y Cabrera Capitán, Francisco:** "Factores que afectan al compostaje". Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica. Universidad de Huelva. Facultad de Ciencias Experimentales. Campus El Carmen. 21071. Huelva. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS), CSIC. Reina Mercedes, 10, 41012 Sevilla.
- **European Comission "Study report on End-of-waste criteria for Biodegradable waste subjected to biological treatment.** Draft Final Report". (11 July 2013).
- **Silva V, Juan Pablo, López M, Piedad., Valencia A., Pady:** "Recuperación de nutrientes en fase sólida a traves del compostaje". Escuela de Ingeniería de los Recursos naturales y del Ambiente (EIDENAR), Universidad del Valle-Facultad de Ingeniería. A.A. 25360 Cali-Colombia.

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

Publicaciones

- **Conesa, JA, (1996).** Estudio de la pirólisis de residuos plásticos de polietileno y neumáticos usados. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante.
- **Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, (2003).** Los Residuos Urbanos y Asimilables. Capítulo VI. Pg 175-202.
- **Cuevas J., (2005).** Introducción a la Geología. Universidad Autónoma de Madrid.
- **López, JV. (2015).** Valorización energética de Residuos Urbanos. Material didáctico. Máster en gestión sostenible de los residuos. Universidad Politécnica de Madrid.
- **Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2011).** Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España (PANER) 2011-2020.
- **Muruals, José y Maíllo, Alfonso.** La incineración de los residuos sólidos urbanos. Aporte energético y ambiental. En: Comunidad de Madrid. Guía de valorización energética de los residuos. Madrid: Gráficas Arias Montana, S. A., 2010. P. 49-88.

Leyes, directivas y documentos

- **BOE (2003). Real Decreto 653/2003, de 30 de mayo,** sobre incineración de residuos. Oficial del Estado nº. 142, pg. 22966.
- **BOE (2013). Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre,** por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación. Oficial del Estado nº.251, pg. 85173 a 85276.
- **BOE (2011). Ley 22/2011, de 28 de julio de residuos y suelos contaminados.** Boletín Oficial del Estado, nº 181, pg.85650.
- **BOE (2012). Ley 11/2012, de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente.** Boletín Oficial del Estado nº. 305, pg. 86283.
- **DOCE (2000). Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de diciembre de 2000 relativa a la incineración de residuos.** Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 332/91.
- **DOUE (2010). Directiva 2010/75/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) (versión refundida)** Diario Oficial de la Unión Europea nº L 334/17.

Citas Web

- **Eurostat. (2013).** http://ec.europa.eu/eurostat/data/database. Consultado: junio 2015.
- **INE. Instituto Nacional de Estadística (2014).** www.ine.es. Consultado: junio 2015.

5

OTROS RESIDUOS DEL ÁMBITO URBANO

- Otros residuos de origen domiciliario: puntos limpios, recogida textil y aceites 547
- Residuos comerciales, institucionales e industriales de ámbito urbano 577

COLABORA:

POLITÉCNICA

FEMP FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MUNICIPIOS Y PROVINCIAS

ECOEMBES

CÁTEDRA ECOEMBES MEDIO AMBIENTE

Otros residuos de origen domiciliario: puntos limpios, recogida textil y aceites

Ricardo Luis Izquierdo Escribano.
Ayuntamiento de Fuenlabrada - FEMP.

- Introducción 549
- Normativa legal 551
- Puntos Limpios 555
  - Dotaciones tipo del punto limpio..... 555
- Residuos admisibles en un punto limpio 561
  - Aceites vegetales de uso alimentario usados 562
  - Recogida de ropa y textiles 563
  - Pilas 564
  - Voluminosos 565
  - Residuos de construcción y demolición 566
  - Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos 567
  - Podas y otros residuos de jardinería 571
  - Radiografías 571
  - Lubricantes y aceites minerales 572
  - Medicamentos 572
  - Sprays con producto, envases a presión y residuos peligrosos de origen domiciliario 573
  - Madera 574
  - Otros 575
- Bibliografía 615

INTRODUCCIÓN

Punto limpio, deixalleria o garbigune son las distintas denominaciones que reciben los recintos destinados a la recepción de residuos municipales que no son objeto de recogida ordinaria por sus características, por su volumen, por lo esporádico de su producción o por la urgencia en su depósito.

NORMATIVA LEGAL

La *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados* incluye ciertos residuos:

"Artículo 3. Definiciones.

b) «Residuos domésticos»: residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados".

Que siendo obligatoria o conveniente su recogida separada:

"o) «Recogida separada»: la recogida en la que un flujo de residuos se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza, para facilitar un tratamiento específico."

"Artículo 21. Recogida, preparación para la reutilización, reciclado y valorización de residuos.

3. Las autoridades ambientales en su respectivo ámbito competencial tomarán medidas para fomentar un reciclado de alta calidad y, a este fin, se establecerá una recogida separada de residuos, entre otros de aceites usados, cuando sea técnica, económica y medioambientalmente factible y adecuada, para cumplir los criterios de calidad necesarios para los sectores de reciclado correspondientes.

Antes de 2015 deberá estar establecida una recogida separada para, al menos, los materiales siguientes: papel, metales, plástico y vidrio.

Pueden ser recogida mediante el depósito del residuo por parte de los ciudadanos en lugares especialmente habilitados por los municipios para ese fin.

"4. Las Entidades Locales habilitarán espacios, establecerán instrumentos o medidas para la recogida separada de residuos domésticos y en su caso, comerciales a los que es preciso dar una gestión diferenciada bien por su peligrosidad, para facilitar su reciclado o para preparar los residuos para su reutilización".

Por otro lado, la Memoria del Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015 establece a los Puntos Limpios como destino de los residuos peligrosos de origen doméstico y de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE):

7.2. Plan Nacional de Residuos Peligrosos (RP):

Creación de puntos de recogida de residuos peligrosos de origen doméstico en los núcleos urbanos, de acuerdo con la siguiente distribución mínima:

- Poblaciones entre 10.000 y 100.000 habitantes, al menos 1 punto.
- Poblaciones entre 100.000 y 500.000 habitantes, al menos 2 puntos.
- Poblaciones entre 500.000 y 1.000.000 habitantes, al menos 3 puntos.
- Poblaciones de más de 1.000.000 habitantes, al menos 1 punto por cada 350.000 habitantes.

Como complemento a estas medidas, implantación del servicio de recogida de residuos peligrosos de origen doméstico mediante puntos limpios móviles en todas las poblaciones comprendidas entre 1.000 y 10.000 habitantes.

7.9. Plan Nacional de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE):

Para el logro de los objetivos indicados se pondrán en práctica las siguientes medidas:

- Creación de una Red Nacional de puntos limpios. Ampliación de la Red actual de 897 puntos limpios a todas las poblaciones de más de 5.000 habitantes (en 2010) y más de 2.000 (en 2015). El Ministerio de Medio Ambiente elaborará y hará público un documento técnico sobre las condiciones, características y requisitos mínimos de los puntos limpios, en función del tamaño de las poblaciones, la cantidad y tipos de residuos a recoger.

PUNTOS LIMPIOS

Las características de los Puntos Limpios no son homogéneas por atender las variadas necesidades de los municipios, de su disponibilidad de suelo y del presupuesto a dedicar a la inversión. No existe una normativa que regule en toda España las características que tienen que tener los puntos limpios aunque recientemente el *RD 110/2015 sobre la gestión de los RAEE,s* introduce requisitos específicos que condicionarán la construcción y forma de gestionar de los puntos limpios existentes y como se construirán los futuros. Algunas Comunidades Autónomas sí contemplan en su normativa referencias a los Puntos Limpios, destacando Canarias (*Decreto 29/2002, de 25 de marzo, por el que se regula el funcionamiento de las instalaciones denominadas puntos limpios*). En otros casos, se citan en los Planes Autonómicos de Residuos, en la obligación de solicitar autorización para su apertura o a través de las convocatorias de ayudas para su construcción donde se bareman las subvenciones, condicionadas a requisitos de dimensiones y equipamientos. A continuación, se incorpora como referencia la dotación prevista en la Comunidad de Madrid.

DOTACIONES TIPO DEL PUNTO LIMPIO

ORDEN 2710/2011, de 14 de julio, por la que se modifica la *Orden 2505/2005, de 2 de agosto*, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, de bases reguladoras y convocatoria de subvenciones a las Corporaciones Locales para la construcción y equipamiento de Centros de Recogida de Residuos Valorizables y Especiales (Puntos Limpios), modificada por las *Órdenes 1520/2006,*

de 3 de mayo y 2737/2006, de 4 de agosto, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

"2. Se entenderá por Punto Limpio, tal como se define en la Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid, aquella instalación de titularidad municipal destinada a la recogida selectiva de residuos urbanos de origen doméstico, en la que el usuario deposita los residuos segregados para facilitar su valorización o eliminación posterior."

A los efectos de esta Orden se consideran tres tipos de puntos limpios en función del número mínimo de contenedores con que cuenten y de las instalaciones auxiliares de que dispongan:

Punto Limpio de Tipo 1

Dispondrá al menos de los siguientes elementos:

- Edificios de control y almacén con superficies mínimas de 20 metros cuadrados y 15 metros cuadrados respectivamente.
- Muelle para descarga en contenedores de 28 metros cúbicos de capacidad.
- Como mínimo, siete contenedores metálicos de 28 metros cúbicos de capacidad.
- Contenedores independientes para recibir adecuadamente al menos los siguientes residuos:
  - Aceite usado de vehículos.
  - Vidrio.
  - Baterías de coche usadas.
  - Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, con clasificación en cinco fracciones, según se detalla en el Anexo.
  - Pilas.
  - Radiografías.
  - Pinturas y disolventes.
  - Aceite usado de cocina.
- Zonas ajardinadas dentro de los terrenos ocupados por el Punto Limpio.
- Cerramiento perimetral.

El RD 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos establece condiciones para las instalaciones y procedimientos para la recepción y almacenamiento de RAEE,s de obligada aplicación a los puntos limpios.

"ANEXO VIII Condiciones de almacenamiento, fracciones de recogida de RAEE y clasificación de los RAEE según códigos LER-RAEE.

1. Condiciones de almacenamiento en las instalaciones de recogida. Las instalaciones de recogida habrán de disponer de:

a) Básculas para pesar los RAEE a la salida de la instalación.

b) Jaulas o contenedores u otros sistemas equivalentes que permitan depositar separadamente los RAEE, al menos, de acuerdo con las fracciones previstas en la tabla 1…

Los grandes electrodomésticos podrán ser almacenados en un espacio habilitado y adaptado al efecto sin necesidad de contenedores. Se evitarán apilamientos excesivos para evitar su rotura. En ningún caso se permitirá el lanzamiento de RAEE en las instalaciones de recogida.

c) Superficies impermeables con instalaciones para la recogida de derrames, al menos en las zonas donde se depositen las fracciones de recogida 1, 2 y 3.

d) Estanterías, palés y contenedores de tamaño adecuados que permitan la separación de los RAEE destinados a la preparación para la reutilización de los restantes, evitando roturas de los equipos.

e) Contenedores, palés o estanterías bajo cubierta, que deberán de ser adecuados para ser transportados por vehículos de recogida genéricos.

f) Sistemas de seguridad de control de acceso a las mismas, para evitar la manipulación o robo de los RAEE recogidos. Los contenedores dispondrán, si se considera oportuno, del diseño adecuado que impida el acceso incontrolado a los RAEE depositados.

g) La fracción de recogida de lámparas que contengan mercurio será controlada y acondicionada para evitar la contaminación en caso de rotura de las mismas. Se establecerán protocolos de seguridad e higiene en el trabajo que protejan al personal que manipule esta fracción".

El citado Real Decreto también marca el plazo para realizar las modificaciones:

"Disposición transitoria segunda. Adaptación de las instalaciones de recogida de las Entidades Locales. Las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales aplicarán planes de adaptación de los puntos limpios y de las instalaciones de recogida municipales a las previsiones de este real decreto mediante calendarios graduales, con un plazo máximo de cinco años desde la entrada en vigor de este real decreto, estableciéndose condiciones especiales de operación en sus autorizaciones".

Puntos limpios móviles

Los puntos limpios necesitan de espacio que no siempre está disponible o es tan valioso que se destina a otros usos, de tal manera que habitualmente los puntos limpios están ubicados en la periferia de las cascos urbanos, en zonas industriales o aprovechando el suelo de antiguos vertederos sellados. Esta lejanía dificulta el uso por parte de los ciudadanos. Para solucionar esto se usan puntos limpios móviles que sobre camión o en contenedor se sitúan en puntos diversos en días y horas determinados, aceptando los residuos que establece cada Ayuntamiento según sus necesidades.

Beneficios del uso de puntos limpios

El uso de los puntos limpios evita que residuos que tienen la consideración de peligrosos acaben en otros flujos de recogida de residuos municipales, disminuye la cantidad de residuos voluminosos a recoger en acera, y aumenta la posibilidad de realizar recogidas separadas para el reciclaje de materiales que de otra manera acabarían en la fracción resto. Su uso también debe fomentarse para conseguir sus beneficios incluso con bonificaciones sobre la tasa de basura como en Sant Vicenç de Montalt, Caldes d'Estrac y Sant Andreu de Llavaneres donde, después de aplicar el baremo que gradúa las bonificaciones según el número de viajes realizados por cada usuario, 470 domicilios del municipio (un 12% del total) pagaron más barato el recibo de la tasa de basuras de este año, al haber realizado un mínimo de 3 visitas y un máximo de 15 durante el año 2012.

RESIDUOS ADMISIBLES EN UN PUNTO LIMPIO

La Ordenanza Marco de Gestión de Residuos, redactada por la FEMP para facilitar a los Ayuntamientos la adaptación al nuevo marco jurídico establecido en esta materia por una Directiva Europea y la *Ley de residuos* de 2011 contempla una relación de residuos susceptibles de ser recogidos por los puntos limpios

"Artículo 24. Recogida en los puntos limpios:

1. Los vecinos podrán depositar en los puntos limpios las siguientes categorías de residuos:

a) Aceites vegetales usados.
b) Ropa y zapatos usados.
c) Pilas.
d) Voluminosos: muebles y enseres.
e) Residuos de construcción y demolición de obra menor.
f) Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
g) Podas y otros residuos de jardinería.
h) Radiografías.
i) Cristales, tales como vasos, platos, copas, cristales de ventanas y puertas.
j) Sprays con producto.
k) Envases a presión.
l) Otros.

2. Cada punto limpio dispondrá, de acuerdo con lo establecido en la presente ordenanza y la naturaleza de sus instalaciones, de un listado de residuos municipales admisibles."

Utilizando esta relación como guion, se hace una exposición no exhaustiva a continuación sobre cada tipo de residuos, su gestión y sus costes.

ACEITES VEGETALES DE USO ALIMENTARIO USADOS

La Ordenanza Marco de Gestión de Residuos, redactada por la FEMP define:

"a) Aceites vegetales usados: los residuos de aceites vegetales propios de las actividades de freír domésticas o de los bares, restaurantes, hoteles y otros servicios de restauración, así como los aceites de conservas. No se incluyen aquí otras grasas alimentarias".

El aceite usado doméstico es un residuo que se puede recuperar para su reciclaje, que tiene una demanda económica que permite su recogida selectiva siendo expresamente citado por la *Ley 22/2011*, en el 21, 3º cuando propone una recogida separada de residuos cuando sea técnica, económica y medioambientalmente factible y adecuada. Su potencial contaminante sobre el suelo y el agua hace que debamos evitar que termine en vertederos, colectores, depuradoras, etc. La recogida separada de aceite doméstico evita atascos en las bajantes de los edificios y en el saneamiento.

La Ordenanza Marco de Gestión de Residuos, redactada por la FEMP propone para gestionar este residuo:

"Artículo 17. Aceites vegetales usados:

1. Está prohibido verter aceites usados por los desagües.

2. Los ciudadanos verterán los aceites vegetales usados en envases de plástico cerrados de hasta X litros y los depositarán, bien en el contenedor identificado a tal fin, bien en el punto limpio.

3. Los titulares de restaurantes, bares, hoteles y otros servicios de restauración deberán disponer de contenedores adecuados para el vertido de aceites vegetales usados y entregarlos a gestor autorizado".

Sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado anterior, el Ayuntamiento, de acuerdo con lo previsto en el artículo 28.2 podrá acordar la incorporación obligatoria de estos residuos al sistema municipal de recogida.

RECOGIDA DE ROPA Y TEXTILES

En el artículo 3, *b) de de la Ley 22/2011, de 29 de julio de residuos y suelos contaminados*, la ropa usada y los textiles se incluyen en la categoría de residuo doméstico. La ropa usada es un tipo de residuo que cumple estas características, ya que se genera en grandes cantidades, por lo que podrá ser tratado por separado de los demás residuos domésticos. En el Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015 (BOE número 49) se contempla la implantación, por parte de las Administraciones Locales, de contenedores especiales u otros sistemas de recogida separada para ciertas fracciones de residuos urbanos en los cuales se incluye la ropa usada, ya que es susceptible de ser reutilizada y reciclada. Además, en la Memoria del Plan Nacional Integrado de Residuos 2007-2015, en el apartado de desarrollo de medidas previstas para el reciclaje, se establece para aquellos municipios que realizan una recogida selectiva de ropa usada que haya una proporción de al menos un contenedor por cada 3.000 habitantes.

Por tanto, sin ser obligatoria, la recogida separada de ropa usada es muy conveniente, ya que se genera en una importante cantidad debido a los hábitos de consumo de la población, con rápida renovación del vestuario, aunque ha bajado en los últimos tiempos por la crisis económica. Además hay un mercado disponible que permite la recogida separada sin coste para los ayuntamientos, encargándose de la instalación y mantenimiento de los contenedores específicos, así como el vaciado, transporte y gestión de los materiales textiles depositados en estos contenedores, aplicándoles posteriormente el tratamiento adecuado.

Mediante la recuperación separada de la ropa usada, se consigue reducir el volumen global de residuos de la fracción resto, del contenedor amarillo con importante beneficio para el tratamiento en planta además de posibilitar la reutilización y recuperar materias primas. La Ordenanza Marco de

Gestión de Residuos, redactada por la FEMP propone para gestionar este residuo:

"Artículo 18. Ropa y zapatos usados:
Los ciudadanos depositarán la ropa y zapatos usados en bolsas de plástico cerradas:
a) En el contenedor señalizado a tal fin.
b) En el punto limpio.
c) En los locales de entidades o asociaciones sin ánimo de lucro o en los contenedores de éstas para su reutilización, siempre que dichas entidades hayan sido previamente autorizadas por el Ayuntamiento para la recogida de ropa y zapatos usados".

PILAS

La Ordenanza Marco de Gestión de Residuos, redactada por la FEMP define:

"a) Pila: la fuente de energía eléctrica obtenida por transformación directa de energía química y constituida por uno o varios elementos primarios (no recargables)".

Este residuo considerado como peligroso, es de obligada recogida separada, debiéndose responsabilizar el productor de la recogida y tratamiento por aplicación del *Real Decreto 710/2015 de 24 de julio*, por el que se modifica el *Real Decreto 106/2008 de 1 de febrero sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos*. Esta normativa establece:

"Articulo 10. Recogida de los residuos de pilas y acumuladores portátiles:
4. En el ámbito geográfico de las entidades locales, la recogida selectiva de las pilas y acumuladores portátiles usados generados en domicilios particulares, comercios, oficinas o servicios, u otros lugares asimilables a estos, y su transporte desde los puntos de recogida selectiva hasta los centros de almacenamiento temporal, antes de su entrega a las plantas de tratamiento y reciclaje, deberán realizarlos los servicios de los sistemas públicos de gestión organizados por las entidades locales competentes en la forma que establezca la legislación en materia de régimen local y las respectivas ordenanzas.
Articulo 5. Obligaciones derivadas de la puesta en el mercado de pilas, acumuladores o baterías de estos productos.
1. En aplicación del artículo 7.1 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, todo productor estará obligado a hacerse cargo de la recogida y gestión de la misma cantidad, en peso, y tipo de pilas, acumuladores y baterías usados que haya puesto en el mercado…"

La financiación de la recogida selectiva de pilas y su tratamiento debe realizarse a través de lo establecido en el convenio-marco autonómico firmado con los SIG que representen a los sujetos de la responsabilidad ampliada del productor ("ECOPILAS" y "ERP") agrupados en "OFIPILAS" que asume la correspon-

sabilidad de los productores sobre la gestión de los residuos derivados del sector de pilas y baterías una vez alcanzado el final de su vida útil.

La Ordenanza Marco de Gestión de Residuos, redactada por la FEMP propone para gestionar este residuo:

"Artículo 20. Pilas:
Las pilas usadas deberán ser depositadas por los ciudadanos en:
a) Los contenedores debidamente señalizados que se podrán localizar en la vía pública, en los distribuidores, centros comerciales, etc.
b) En los puntos limpios".

VOLUMINOSOS

La Ordenanza Marco de Gestión de Residuos, redactada por la FEMP define:

"o) Voluminosos: aquellos residuos que se generen en los hogares que presenten características especiales de volumen, peso o tamaño que dificulten su recogida a través del sistema de recogida ordinaria".

La rotación de los muebles y enseres ha ido en aumento por los cambios en los hábitos de consumo, aunque han disminuido últimamente por la bajada de renta disponible en familias y negocios. Algunos municipios han amparado iniciativas de economía social para la recuperación de mobiliario desechado para su reutilización pero esto no cubre ni de cerca la cantidad de voluminosos entregados a los municipios. Además no todos los objetos se pueden reparar ni tienen capacidad de reutilización. Los voluminosos desechados tienen un elevado coste de recogida, transporte y tratamiento haciendo mención expresa al problema que suponen los colchones.

La Ordenanza Marco de Gestión de Residuos, redactada por la FEMP propone para gestionar este residuo:

"Artículo 31. Voluminosos: muebles y enseres:
Los ciudadanos que deseen desprenderse de muebles, enseres y otros residuos voluminosos cuya recogida no sea objeto de recogida separada en esta ordenanza o de acuerdo con la normativa aplicable, deberán:
a) entregarlos en un punto limpio, o
b) utilizar el servicio especial de recogida domiciliaria establecido por el Ayuntamiento, o
c) entregarlos a gestor autorizado".

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

La Ordenanza Marco de Gestión de Residuos, redactada por la FEMP define:

"g) Residuos de construcción y demolición de obra menor: cualquier residuo que se genere en una obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados".

Los residuos de construcción y demolición son incompatibles con el tratamiento del resto de los residuos y deben segregarse en recogida y transporte de forma radical. Pero identificar si realmente son municipales, es decir que se corresponden con vecinos de nuestro municipio y que realmente corresponden con una obra menor y no con una reforma que fracciona sus residuos para no hacerse cargo de los costes, es complicado. Además los costes de transporte y tratamiento han de ser asumidos por el Ayuntamiento. Las soluciones adoptadas por los municipios para limitar el depósito de RCD son muy variadas:

- Impedir el acceso de vehículos rotulados en los puntos limpios.
- Limitar el volumen de los residuos a depositar.
- Limitar el número de viajes diarios o semanales por vehículo.
- Identificar el domicilio de la obra con presentación de documento de licencia o acto comunicado.
- Etc.

La Ordenanza Marco de Gestión de Residuos, redactada por la FEMP propone para gestionar este residuo:

"Artículo 21. Residuos de construcción y demolición procedentes de obras menores:
Los ciudadanos deberán depositar los residuos de construcción y demolición procedentes de obras menores segregados por materiales en bolsas resistentes, pudiendo entregar los mismos para su correcta gestión:
a) a gestor autorizado, o
b) en el punto limpio".

Pero una excesiva limitación del depósito de RCD tiene como consecuencia negativa los vertidos incontrolados que proliferan en la periferia de las poblaciones.

RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

En consonancia con lo establecido en la *Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados*, la Ordenanza Marco de Gestión de Residuos redactada por la FEMP define:

"f) Residuos de aparatos eléctricos o electrónicos: aparatos eléctricos y electrónicos, sus materiales, componentes, consumibles y subconjuntos que los componen, a partir del momento en que pasan a ser residuos".

Estos residuos, algunos considerados como peligrosos, son de obligada recogida separada, debiéndose responsabilizar el productor de la recogida y tratamiento desde la aplicación del *Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos*, que estableció:

"Artículo 7. Obligaciones de los productores de aparatos eléctricos o electrónicos:
1. Cada productor deberá adoptar las medidas necesarias para que los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos por él puestos en el mercado sean recogidos de forma selectiva y tengan una correcta gestión ambiental, salvo que se reutilicen como aparatos enteros. A tal fin, los productores establecerán sistemas para recoger y gestionar el tratamiento de los residuos procedentes de sus aparatos, según lo previsto en los artículos 4, 5 y 6, y financiarán los costes inherentes a dicha gestión. Estos costes no serán mostrados a los consumidores de manera separada en el momento de la venta".
"Artículo 8. Sistemas integrados de gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
1. Los productores de aparatos eléctricos y electrónicos podrán cumplir las obligaciones establecidas en el apartado 1 del artículo anterior participando, en colaboración con otros agentes económicos, en uno o varios sistemas integrados de gestión".

El procedimiento descrito en el *Real Decreto 208/2005* generó problemas de aplicación en el trayecto del punto de venta y el domicilio, muchos consumidores

ignoraban la obligación del vendedor de recepcionar el aparato usado, quedando muchos RAEE,s entregados a "recicladoras informales" que achatarraron los aparatos sin ningún control ambiental, retirando lo más valioso y finalmente abandonando el resto de forma incontrolada. Estos materiales son adquiridos de forma fraudulenta por gestores de residuos, generaron un mercado, opaco fiscalmente, que hacía apetecible los asaltos a los puntos limpios en búsqueda de metales.

Una enorme cantidad de RAEE se ha desviado de su destino obligatorio, las plantas de reciclado, dejando las cifras de recogida selectiva y reciclado en valores ridículos.

Medidas de inspección que llevaron a la detención y puesta disposición judicial de responsables de la gestión incorrecta de RAEE,s, especialmente de frigoríficos desguazados sin garantías ambientales y receptadores de materiales robados, han corregido aunque no totalmente la situación.

Paralelamente se ha aprobado y puesto en vigor el *RD 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos* que refuerza la trazabilidad y el seguimiento de la responsabilidad ampliada del productor, regula la recepción de aparatos desechados destinados a la reutilización y otros variados aspectos que solo se podrán valorar una vez se aplique el real decreto en plenitud, siendo especialmente preocupante la financiación de la inversión que sea necesaria para adaptar los puntos limpios a los requisitos que se enumeraron anteriormente en el punto *"1.1. Dotaciones tipo de un punto limpio"*.

La forma de realizar las operaciones de recogida selectiva se regulan en el *RD 110/2015*.

"1. Las Entidades Locales, en el marco de sus competencias en materia de residuos domésticos, establecerán los sistemas que hagan posible la recogida separada, al menos gratuitamente para el usuario, de los RAEE domésticos. Así mismo, mediante acuerdos o cuando lo establezcan sus ordenanzas, las Entidades Locales podrán aceptar la entrega de RAEE, domésticos procedentes de los pequeños distribuidores.

2. Las Entidades Locales garantizarán la disponibilidad y accesibilidad de los sistemas de recogida separada teniendo en cuenta, entre otros aspectos, la densidad de población y las condiciones territoriales. Las Entidades Locales podrán aplicar una o varias de las siguientes opciones:

a) Recogida puerta a puerta.

b) Habilitación de instalaciones de almacenamiento o puntos limpios, fijos o móviles, u otros centros de almacenamiento temporal de que dispongan las Entidades Locales.

c) Cualquier otro sistema de recogida municipal de residuos previstos por las ordenanzas locales.

d) Suscripción de acuerdos con instalaciones de recogida autorizadas.

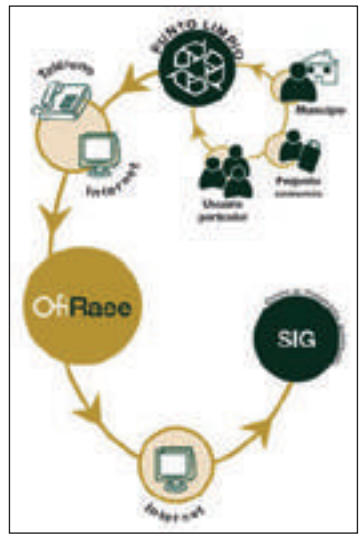
e) Suscripción de acuerdos con las entidades de economía social a las que se refiere el artículo 5 de la Ley 5/2011, de 29 de marzo, de Economía Social, autorizadas para la recogida de RAEE.

3. Las Entidades Locales podrán incorporar cláusulas sociales para entidades de economía social en sus instrumentos de contratación o convenios relativos a la recogida y gestión de residuos."

La financiación de la recogida selectiva de los RAEE y su tratamiento se contempla en el *RD 110/2015*:

"Artículo 43. Financiación en materia de RAEE domésticos.

1. Cada productor de AEE domésticos será responsable de financiar, al menos, la recogida, el transporte y el tratamiento de los RAEE domésticos depositados en los puntos o redes de recogida del sistema, en las instalaciones de recogida de los Entes Locales y de los distribuidores, así como los RAEE domésticos recogidos por los gestores con los que hayan llegado a acuerdos. La gestión de los RAEE que haya sido encargada por las Entidades Locales o los distribuidores directamente a gestores autorizados, podrá ser financiada por los productores de AEE siempre que se base en acuerdos a los que lleguen con los gestores y en los términos en los que en ellos se especifique." La financiación de las operaciones de recogida, almacenamiento y tratamiento se realizará a través de lo establecido en el convenio-marco autonómico firmado con los SIG que representen a los sujetos de la responsabilidad ampliada del productor de los residuos una vez alcanzado el final de su vida útil, agrupados en "OFIRAEE".



O, dado que el *Real Decreto 110/2015* lo permite, será el gestor autorizado a quien entregue el Ayuntamiento los residuos, quien aporte la financiación, si se considera que esta es la opción más ventajosa para los intereses municipales.

Una importante novedad es la incorporación como operación obligatoria de la recepción de aparatos eléctricos y electrónicos destinados a la reutilización, que sin negar su valor positivo desde el punto de vista ambiental, hará más compleja la gestión, al aumentar el espacio destinado a los RAEE en los puntos limpios, debiéndose emitir documentos de aceptación del residuo con diversos datos, sin que estén previstos instrumentos de financiación de los gastos que se generen.

La normativa también indica:

"Artículo 20. Requisitos y funcionamiento de las instalaciones de recogida de las Entidades Locales.

1. Las Entidades Locales incluirán en las instalaciones de recogida espacios habilitados para los RAEE que puedan ser destinados a la preparación para la reutilización. Los RAEE que se recojan en estas instalaciones se someterán a una revisión previa que priorice la preparación para la reutilización de los RAEE antes de su traslado a las instalaciones de tratamiento.

2. Las instalaciones de recogida emitirán justificantes a quienes entreguen los RAEE indicando la fecha de la entrega, el tipo de aparato entregado, la marca, número de serie si es posible, y la información suministrada por el usuario sobre su posible destino a la preparación para la reutilización o reciclado.

3. Las instalaciones de recogida de las Entidades Locales cumplirán los requisitos previstos en los artículos 17 y 18 de principios comunes sobre la recogida así como con las previsiones de esta sección."

A su vez, el Anexo VII contempla los requisitos para la recogida y el transporte de RAEE:

"Las condiciones de recogida y transporte permitirán la preparación para la reutilización de los RAEE y sus componentes y deberán evitar su rotura, exceso de apilamiento, la emisión de sustancias o pérdida de materiales y el vertido de aceites y líquidos".

La Ordenanza Marco de Gestión de Residuos, redactada por la FEMP propone para gestionar este residuo:

"Artículo 32. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Los ciudadanos que deseen desprenderse de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos deberán:

a) entregarlos al distribuidor en el momento de compra de uno nuevo, o

b) entregarlos en el punto limpio, o

c) depositarlos en los contenedores debidamente identificados a tal fin para cada categoría de residuo eléctrico y electrónico, o

d) solicitar el servicio especial de recogida domiciliaria de residuos eléctricos y electrónicos.

Además se debe incorporar en las ordenanzas municipales la posibilidad y procedimiento de entrega de los aparatos para su reutilización".

PODAS Y OTROS RESIDUOS DE JARDINERÍA

Los restos de poda y siega recogidos separadamente permiten ser contados dentro de los objetivos a cumplir, por normativa europea, en materia de biorresiduos. Pero esta recogida selectiva tiene que tener a continuación un destino con el tratamiento adecuado mediante compostaje, digestión anaerobia, transformación en combustible de biomasa, reciclado de madera… En el caso de no darse este tratamiento se daría a los restos de poda la consideración de un voluminoso más.

La Ordenanza Marco de Gestión de Residuos, redactada por la FEMP propone para gestionar este residuo:

"1. Los ciudadanos que deseen desprenderse de podas y residuos de jardinería en una cantidad superior a XXX kg/día deberán:

a) entregarlos a gestor autorizado, o

b) entregarlos en un punto limpio.

c) solicitar el servicio municipal especial de recogida.

2. No obstante lo dispuesto en el apartado anterior, los ciudadanos podrán llevar a cabo el compostaje de los mencionados residuos en sus domicilios particulares, siempre que no ocasionen molestias u olores a los vecinos".

RADIOGRAFÍAS

Hoy en día la mayoría de las radiografías o se imprimen en papel, o directamente son grabadas para su visualización informática. Pero las radiografías

impresas en placa o película fotográfica contienen sales de plata, un material altamente contaminante si termina en un vertedero o incineradas sin control. Los puntos limpios deben aceptar este residuo y gestionarlo como residuo peligroso, que si bien no permite un rendimiento económico, por ser muy pequeñas las cantidades a tratar, si es posible que se puedan tratar a coste cero.

LUBRICANTES Y ACEITES MINERALES

Si todas las reparaciones y sustituciones de aceite lubricante de automoción se efectuaran en un taller, este aceite no sería competencia municipal al ser un residuo industrial. Habría un Sistema Integrado de Gestión (SIG) de aceites usados, que se encargaría de garantizar la recogida y correcto tratamiento del aceite industrial usado de toda España, cumpliendo con las obligaciones establecidas en la normativa *(Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados)*.

Pero la venta de aceite lubricante es libre y cualquier ciudadano puede efectuar tareas de bricolaje automovilístico, que generan el residuo de piezas contaminadas y aceites y otros líquidos contaminantes. Los aceites industriales usados son un residuo peligroso del que pueden derivarse graves daños medioambientales si su gestión es inadecuada. Su eliminación por incineración incontrolada o vertido provoca graves problemas de contaminación en el aire, el agua y el suelo. El aceite usado es peligroso debido a: su toxicidad, su baja biodegradabilidad, su acumulación en seres vivos, la emisión de gases peligrosos y su degradación química. Esto hace necesario buscar la máxima facilidad para que los ciudadanos que generen aceites de motor usados puedan depositarlo en el punto limpio para su correcta gestión evitándose el vertido en el suelo o en el alcantarillado. El aceite usado de motor tiene un valor económico que permite en la mayoría de los casos financiar su gestión.

MEDICAMENTOS

SIGRE Medicamento y Medio Ambiente es un Sistema Integrado de Gestión creado para garantizar la correcta gestión medioambiental de los envases y restos de medicamentos de origen doméstico por aplicación de la responsabilidad del productor. Funciona como un sistema de gestión cerrado

con la recogida de los residuos de medicamentos a través de los contenedores específicos instalados en las oficinas de farmacia (puntos SIGRE), donde los consumidores pueden depositar los medicamentos que ya no necesiten o que estén caducados, así como sus envases vacíos. Si el SIG SIGRE actúa adecuadamente, la cantidad de residuos de medicamentos que llegan al circuito municipal es mínimo, pero en cualquier caso hay que atender esa posibilidad.

La Ordenanza Marco de Gestión de Residuos, redactada por la FEMP propone para gestionar este residuo:

"Artículo 19. Residuos de medicamentos y sus envases:
Los medicamentos caducados, los medicamentos en desuso, los restos de medicamentos, y sus envases serán entregados por los ciudadanos en los puntos de recogida SIGRE, en aquellas farmacias donde los hubiera. En el caso de que no existan puntos de recogida SIGRE en el municipio, estos residuos se podrán entregar en el punto limpio".

SPRAYS CON PRODUCTO, ENVASES A PRESIÓN Y RESIDUOS PELIGROSOS DE ORIGEN DOMICILIARIO

La Ordenanza Marco de Gestión de Residuos, redactada por la FEMP define:

"l) Residuo peligroso: aquel que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el Anexo III de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, así como aquel que pueda aprobar el gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los residuos peligrosos de origen domiciliario: recipientes que han contenido o tienen restos de

pinturas, disolventes, pegamentos, etc. así como sprays con producto, envases a presión como bombonas de butano, propano, extintores deben recepcionarse limitando su entrega al origen domiciliario".

Los residuos peligrosos deben almacenarse en zona adecuada, siguiendo la normativa propia: bajo techo, suelo impermeable y protegido contra agresión química, ventilado, con barreras para evitar el derrame de líquidos, arqueta ciega para extraer los posibles derrames, etc. El coste de gestión es importante y requiere un especial seguimiento documental.

MADERA

Estanterías, mesas, sillas, cómodas, puertas, muebles de cocina, tarimas, rodapiés, armarios, cabeceros, percheros, marcos, etc. También podemos incluir, si así lo acepta el gestor, restos maderables de poda sin hojas. Toda esta madera es 100% reciclable si es correctamente separada en origen.

Con la correcta gestión de maderas recuperadas conseguimos:

- Alargar el ciclo de vida de la madera.
- Recuperar y valorizar biomasas de madera, antes que su eliminación ocupando vertedero.
- Obtener una fuente renovable de energía.

Si la madera recogida separadamente se destina al reciclaje el producto obtenido en la planta de recuperación es la astilla de madera, que se destina a:

- Fabricación de tablero de partículas: representa el mayor porcentaje de destino de la astilla recuperada y es una óptima alternativa de reciclaje desde el punto de vista medioambiental. El tablero aglomerado contiene actualmente al menos un 50% de madera reciclada.
- Obtención de energía: los restos de madera no aptos para su recuperación se pueden emplear como biomasa para obtener energía tanto eléctrica como térmica.
- Fabricación de compost: los restos de poda son adecuados para la producción de abonos y enmiendas orgánicas.

La recogida selectiva de madera sólo tiene sentido si existe un gestor viable por proximidad. En ese caso la gestión del residuo puede autofinanciarse por el valor del material.

OTROS

Los puntos limpios pueden recibir cualquier residuo cuya recogida y gestión asuma el municipio, por demanda ciudadana, por interés de aumentar la recogida separada en detrimento de la fracción resto, o por abaratar costes. Camas y excrementos de animales domésticos, restos de huertos de autoconsumo, neumáticos abandonados o desechados por particulares, aljibes domiciliarios en desuso por mejoras en la red de agua potable, retirada de bombonas de gas por cese de la distribución, etc. Especialmente, cito el posible uso para el depósito de los llamados "tapones solidarios" cuya recolección ha proliferado y que suponen una importante cantidad de residuos de envases cuya contabilización es necesaria, pues forma parte del cumplimiento de objetivos en 2020, además de garantizar la trazabilidad del procedimiento de reciclado y la transparencia económica. Todo ello, sin perjuicio de que los ingresos por la venta del material se destinen a fines solidarios a través de convenios con ONG, si así lo decide el Ayuntamiento. De la magnitud de cantidad de tapones recogidos, limpios y de alto valor en el mercado es una muestra que la fundación SEUR haga público haber recogido 3.428 toneladas de tapones de envases, con un importe de 782.367 €.

Residuos comerciales, institucionales e industriales de ámbito urbano

Juan Carlos Arranz Sualdea.
Universidad Politécnica de Madrid.

- Introducción y objetivos 579
- Definiciones 581
- Régimen competencial 583
- Clasificación de actividades económicas 587
  - Clasificación basada en el tipo de residuos generado 587
  - Clasificación por uso catastral 591
  - Grandes Generadores 591
- Generación comercial 593
  - Generación de papel/cartón comercial 593
  - Generación de papel en oficinas y colegios 598
  - Generación del sector HORECA y centros con servicio de restauración 599
  - Generación en supermercados 601
  - Generación en mercados 602
  - Estudio de generación de residuos comerciales de Cataluña 603
- Modelos de gestión del residuo comercial 607
  - Gestión pública 608
  - Gestión privada 610
- Ideas principales 613
- Bibliografía 616

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La generación de los residuos es uno de los retos más importantes que nos encontramos en la actualidad. Como ciudadanos, cuando pensamos en residuos nos suele venir a la cabeza los desechos que cada uno generamos en nuestras viviendas. Sin embargo existen otros flujos de gran magnitud como son los residuos procedentes de los comercios, de las instituciones y de las industrias dentro del ámbito urbano.

La actividad comercial e institucional genera grandes cantidades de residuos que pueden representar un elevado porcentaje de la generación total de residuos urbanos. Aunque por su composición, estos residuos puedan ser asimilables a las procedentes de los hogares, otras características como la gran cantidad generada o su volumen hacen que su recogida a través del sistema domiciliario sea en ocasiones bastante problemática. Sin embargo, de forma habitual en la actualidad, la gran mayoría de la recogida de residuos comerciales y similares en las ciudades se mantiene utilizando este canal, basado normalmente en la instalación de contenedores en la vía pública. Estos contenedores que están diseñados para recoger los residuos de los ciudadanos, en zonas con gran entramado comercial, se ven insuficientes para recoger todos los residuos generados, lo que deriva en la presencia de desbordes en los puntos de recogida y problemas de limpieza viaria. El objetivo de estas páginas, es el de conocer qué tipo de residuo es denominado comercial, institucional e industrial de ámbito urbano, así como analizar su gestión, teniendo en cuenta la normativa vigente.

DEFINICIONES

La *Ley 22/2011 del 28 de julio de residuos y suelos contaminados,* especifica las definiciones de los diferentes tipos de residuos:

- **Residuos domésticos:** residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias. Se incluyen a su vez en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria. Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.
- **Residuos comerciales:** son residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.
- **Residuos industriales:** residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la *Ley 34/2007, de 15 de noviembre.*

Según las definiciones anteriores, dentro de residuo doméstico se incluyen los deshechos de:

- Restos orgánicos.
- Papel/cartón.
- Envases ligeros.
- Plásticos.
- Pilas, baterías, etc.
- Tubos fluorescentes, bombillas, etc.
- Limpieza de jardines y vía pública.
- Tubos fluorescentes.
- Ropa y residuos de textil.
- Electrodomésticos.
- Escombros de obras menores.
- Muebles y enseres domésticos.

Por la interpretación de la normativa, estos residuos, que pueden ser generados a su vez en un comercio, se consideran domésticos siempre y cuando no sean el resultado de la actividad propia del comercio, en cuyo caso se considerarían residuo comercial.

RÉGIMEN COMPETENCIAL

La *Ley 10/1998 de 21 de abril, de Residuos,* establecía que aquellos residuos generados en comercios, oficinas y servicios tienen la condición de residuos urbanos o municipales. Según esta normativa ya derogada, la gestión de este tipo de residuos correspondía a las Entidades Locales. En este caso no existía una definición propia para el residuo comercial. De ella se derivó el término de RICIA, para referirse a los residuos industriales, comerciales e institucionales asimilables a urbanos.

Con la *Ley 22/2011,* desaparece el concepto de residuo urbano que engloba todos los residuos asimilables a urbanos y se hace una diferenciación entre residuo doméstico, residuo comercial y residuo industrial entre otros. Esto permite aclarar las competencias en la gestión de cada uno de los tipos de residuos.

Según la *Ley 22/2011* en el artículo 12 sobre competencias administrativas, especifica que las Entidades Locales podrán:

- *"Gestionar los residuos comerciales no peligrosos y los residuos domésticos generados en las industrias en los términos que establezcan sus respectivas ordenanzas, sin perjuicio de que los productores de estos residuos puedan gestionarlos por sí mismos en los términos previstos en el artículo 17.3. Cuando la entidad local establezca su propio sistema de gestión podrá imponer, de manera motivada y basándose en criterios de mayor eficiencia y eficacia en la gestión de los residuos, la incorporación obligatoria de los productores de residuos a dicho sistema en determinados supuestos".*

Además también se indica en el artículo 17 sobre Obligaciones del productor u otro poseedor inicial que:

- *"El productor u otro poseedor inicial de residuos comerciales no peligrosos deberá acreditar documentalmente la correcta gestión de sus residuos ante la Entidad Local o podrá acogerse al sistema público de gestión de los mismos, cuando exista, en los términos que establezcan las ordenanzas de las Entidades Locales.*
- *En caso de incumplimiento de las obligaciones de gestión de residuos comerciales no peligrosos por su productor u otro poseedor, la Entidad Local asumirá subsidiariamente la gestión y podrá repercutir al obligado a realizarla, el coste real de la misma. Todo ello sin perjuicio de las responsabilidades en que el obligado hubiera podido incurrir.*
- *La responsabilidad de los productores u otros poseedores iniciales de residuos domésticos y comerciales, concluye, cuando los hayan entregado en los términos previstos en las ordenanzas locales y en el resto de la normativa aplicable".*

Las Entidades Locales habilitarán espacios, establecerán instrumentos o medidas para la recogida separada de residuos domésticos y en su caso, comerciales a los que es preciso dar una gestión diferenciada bien por su peligrosidad, para facilitar su reciclado o para preparar los residuos para su reutilización.

Otro punto de gran importancia también indicado en la normativa vigente nacional en la *Disposición transitoria tercera sobre Contratos en vigor de las Entidades Locales para la gestión de residuos comerciales* es que:

- *"Los contratos en vigor de las Entidades Locales para la gestión de residuos comerciales continuarán desplegando sus efectos en el plazo que tengan previsto. En el momento de su renovación se aplicará el régimen jurídico de esta Ley".*

Sobre quién debe asumir los costes de la gestión de los residuos comerciales, la *Ley 22/2011* en el *Artículo 11* establece que:

- *"En la determinación de los costes de gestión de los residuos domésticos, y de los residuos comerciales gestionados por las Entidades Locales, deberá incluirse el coste real de las operaciones de recogida, transporte y tratamiento de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, y el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos".*

Por lo tanto, y según lo expuesto, la *Ley 22/2011* muestra un enfoque diferente a la *Ley 10/1998* ya que con la nueva normativa, las Entidades Locales pueden asumir la gestión sin perjuicio de que los productores de los residuos puedan gestionarlos de forma privada. Resaltar también el hecho de que las Entidades Locales podrán imponer de forma motivada la gestión de estos residuos con sus medios, basado en un principio de mayor eficiencia y eficacia. De esta forma se especifica que la prestación de este servicio por parte de las administraciones locales pasa de ser obligatorio a ser voluntario. El productor de residuos, en el caso de que decida gestionar por su parte los residuos deberá de acreditar su correcta gestión ante la administración pública y si no, deberá de adherirse al sistema público de gestión cuando exista, según las ordenanzas de la Entidad Local.

Otro aspecto importante es que además esta fórmula inicia la posibilidad del cobro de pago por generación a los comercios dependiendo del tipo de residuo y de la cantidad que generen, en el caso de que los residuos comerciales sean gestionados por la Administración Pública. Permite además crear incentivos para la prevención y el reciclaje. Todos estos aspectos deben de ser especificados en todo caso en las diferentes Ordenanzas locales.

CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Las distintas actividades económicas presentan un patrón muy diferente en cuanto al tipo de residuo y las cantidades que generan. Por ello, y sobre todo si se busca establecer una fiscalidad de pago por generación, es necesario establecer una clasificación comercial. Hasta el momento no existe ningún tipo de clasificación estandarizada, y las Entidades Locales están considerando en sus ordenanzas sus propias agrupaciones.

CLASIFICACIÓN BASADA EN EL TIPO DE RESIDUOS GENERADO

Una posible clasificación, que se puede formar basada en el tipo de residuo que se genera, es la siguiente:

a. Generadores de rechazo y cartón.
b. Generadores de rechazo y papel.
c. Generadores de rechazo, envases y vidrio.
d. Generadores de materia orgánica, rechazo y cartón.
e. Generadores de orgánica, rechazo, papel, cartón, envases y vidrio.

Esta clasificación toma como partida las divisiones establecidas en el IAE (Impuesto de Actividades Económicas) y el CNAE (Clasificación Nacional de Actividades Económicas). Está basada en los precios públicos para el año 2015 de los servicios de recogida de residuos comerciales e industriales asimilables a urbanos del Ayuntamiento de Barcelona (BOPB, 2014), así como en la ordenanza de recogida de residuos comerciales de El Prat de Llobregat *(Ordenanza 24/2015)*.

a. Generadores de rechazo y cartón

Dentro de los principales generadores de rechazo y cartón se encuentran fundamentalmente las actividades económicas relacionadas con el comercio minorista. De ellas destacar sobre todo los establecimientos destinados a la venta de textil, calzado y complementos. También resaltar la generación de cartón en tiendas de bazar y artículos del hogar así como en estancos. Normalmente este tipo de actividades generan cartón además de film retráctil y bolsas de plástico.

Fracción	Fracción Resto	Cartón	Papel	Envases Ligeros	Plásticos	Vidrio	Materia Orgánica	Otros
Generación	Baja	Alta	-	-	Baja	-	-	-

Algunas actividades que se encuentran en estas categorías son:
- Comercio mayorista de productos textiles.
- Comercio minorista de textiles, piel y calzado.
- Establecimientos de perfumería y cosmética.
- Farmacias, parafarmacias y ópticas.
- Comercio minorista de artículos para el hogar y construcción.
- Comercios de mobiliario doméstico.
- Comercios de decoración y bazares.
- Comercio minorista de vehículos y combustibles.
- Comercio minorista de vinos y bebidas.
- Estancos y loterías.
- Comercio minorista de bienes usados.
- Comercio minorista no especificado.
- Servicios de informática y telefonía.
- Instalaciones y montajes.
- Acabados de obra.
- Salones de belleza y estética.
- Editoriales y artes gráficas.

b. Generadores de rechazo y papel

Este grupo de actividades está formado principalmente por oficinas y servicios administrativos, donde el tipo de residuo más abundante es el papel.

Fracción	Fracción Resto	Cartón	Papel	Envases Ligeros	Plásticos	Vidrio	Materia Orgánica	Otros
Generación	Baja	-	Media	-	-	-	-	-

Las actividades económicas que pertenecen a este grupo son:
- Servicios financieros.
- Entidades de seguros.
- Servicios de promoción inmobiliaria.
- Servicios de gestión de la propiedad inmobiliaria.
- Agencias de viajes.
- Servicios de publicidad y relaciones públicas.
- Servicios fotográficos y fotocopiadoras.
- Consultorios médicos.
- Clínicas veterinarias.
- Servicios jurídicos, técnicos, contables.
- Servicios administrativos.
- Bibliotecas y Museos.
- Centros culturales.
- Centros de enseñanza sin comedor.
- Centro de organismos oficiales.
- Radio, televisión y telecomunicaciones.

c. Generadores de rechazo, envases y vidrio

Como generadores de rechazo, envases y vidrio se encuentran las actividades relacionadas con el ocio donde no es frecuente servir comidas. Hay que tener en cuenta que la generación de este grupo se ve muy influenciado normalmente por la estacionalidad y/o se genera en momentos muy puntuales. La generación de residuos está compuesta mayoritariamente por envases ligeros y vidrio, y en menor medida film retráctil, cartón y fracción resto.

Fracción	Fracción Resto	Cartón	Papel	Envases Ligeros	Plásticos	Vidrio	Materia Orgánica	Otros
Generación	Baja	Media	-	Alta	Media	Alta	-	-

Las actividades que se incluyen dentro de esta categoría son:
- Espectáculos teatrales, musicales y taurinos.
- Salas de baile y discotecas.
- Actividades de juego, recreativas.
- Instalaciones deportivas, gimnasios.
- Cines.
- Cafeterías, heladerías que no sirven comidas.
- Hospedaje sin comedor.

d. Generadores de orgánica, rechazo y cartón

En esta categoría se engloban sobre todo los comercios destinados a la venta de productos alimenticios por lo que se generan grandes cantidades de materia orgánica. Además, los supermercados por ejemplo generan film y grandes cantidades de cajas de cartón ondulado, así como bandejas y separadores de cartón o cartoncillos que suelen encontrarse en el interior de las cajas o separando mercancías. Resaltar las fruterías que presentan una alta generación de cajas de plástico y de madera así como algunos servicios de alimentación que generan residuos de poliexpan.

Fracción	Fracción Resto	Cartón	Papel	Envases Ligeros	Plásticos	Vidrio	Materia Orgánica	Otros
Generación	Baja	Alta	-	-	Media	-	Alta	Cajas de madera

Las actividades que forman esta categoría son:

- Comercio minorista de productos alimenticios (pescaderías, fruterías, carnicerías, pastelerías, panaderías, etc.).
- Comercio minorista de flores y plantas.
- Mercados.
- Supermercados.

e. Generadores de orgánica, rechazo, papel, cartón, envases y vidrio

Está compuesto fundamentalmente por las actividades pertenecientes al sector HORECA (Hostelería, Restauración y Catering), junto con hospederías e instituciones que tengan servicio de restauración.

Fracción	Fracción Resto	Cartón	Papel	Envases Ligeros	Plásticos	Vidrio	Materia Orgánica	Otros
Generación	Baja	Baja	-	Media	Baja	Alta	Alta	-

Esta categoría está formada por:

- Hoteles.
- Restaurantes y catering.
- Hospitales y centros sanitarios.
- Instituciones con comedor.
- Colegios mayores y residencias de estudiantes.
- Centros de enseñanza con comedor.

CLASIFICACIÓN POR USO CATASTRAL

Otra posible clasificación puede centrarse en el uso catastral de cada actividad económica. Como ejemplo el Ayuntamiento de Madrid bajo este enfoque divide las actividades económicas en varios grupos:

- Almacén–Estacionamiento.
- Oficinas.
- Comercial.
- Ocio y hostelería.
- Industrial.
- Deportivo.
- Sanidad y beneficencia.
- Culturales y religiosos.
- Espectáculo.

Aparte de estas clasificaciones basadas en el tipo de residuo que generan o en el uso catastral, hay infinitos factores adicionales que intervienen en la cantidad de residuos generados por cada comercio. Por ello a partir de aquí se pueden establecer subclasificaciones en función de criterios que permitan diferenciar la generación dentro de cada tipo de comercio o institución. Algunos de estos criterios pueden ser:

- **Tamaño del comercio o institución:** el tamaño del comercio se puede establecer en función de:
  - Superficie del comercio.
  - Número de empleados.
  - Número de habitaciones, camas, estancias, etc. para establecimientos con alojamiento.
  - Categoría del comercio, como número de estrellas en hoteles o de tenedores en restaurantes.
  - Número de alumnos para centros de enseñanza.
  - etc.
- **Emplazamiento:** en relación a la ubicación del comercio:
  - Zona comercial o no comercial.
  - Zona por renta per cápita.
- **Volumen de negocio:** facturación anual.

Si se pretende fiscalizar la generación afinando al máximo por tipo de comercio se puede elaborar una clasificación en función de estas características.

GRANDES GENERADORES

Bajo el término de grandes generadores se engloban aquellas actividades económicas que por la gran cantidad de residuos o por la composición de los mismos exige una gestión individualizada. En ocasiones también se les acuña el término

de grandes productores o generadores singulares. Algunos de los ejemplos de actividades que habitualmente forman parte de este grupo son:

- Centros comerciales, Hipercor, El Corte Inglés, etc.
- Mercados.
- Parques y zonas verdes.
- Centros sanitarios (hospitales, clínicas, etc.).
- Centros institucionales.
- Centros deportivos y estadios.
- Puntos de transporte (estaciones de tren y autobús).
- Hoteles.
- Grandes restaurantes y empresas de catering.
- Torres empresariales.
- Etc.

La gestión de los residuos procedentes de grandes generadores se puede hacer de forma pública o de forma privada a través de gestores autorizados. Son las Ordenanzas de las diferentes entidades locales las que determinan qué tipo de actividades económicas se denomina grandes generadores. Por ejemplo:

- **Ayuntamiento de Madrid.** Según la Ordenanza de Limpieza de los Espacios Públicos y Gestión de Residuos del municipio de Madrid, se define como grandes productores de residuos urbanos: *"Las personas físicas o jurídicas y demás entidades que en el ejercicio de su actividad generen un volumen diario de producción de residuos superior a 10 m^3".*
  Además, en el *artículo 30* de dicha Ordenanza se especifica que los grandes productores están obligados a separar envases ligeros, papel/cartón, vidrio y resto, no así la materia orgánica de manera diferenciada.
- **Ayuntamiento de Barcelona.** La ordenanza municipal denomina *Establecimientos Singulares "aquellos que generen un volumen superior a 600 litros/día e inferior o igual a 900 litros/día de orgánica y resto conjuntamente o un volumen superior a 600 litros e inferior o igual a 900 litros por semana de papel/cartón, vidrio y envases ligeros". Del mismo modo define Grandes Generadores "aquellos que generen un volumen superior a 900 litros/día de orgánica y resto conjuntamente o un volumen superior a 900 litros por semana de papel/cartón, vidrio y envases ligeros".*

GENERACIÓN COMERCIAL

En cuanto a las cantidades de generación de residuos comerciales y otros asimilables a urbanos, se estima que supone más de un 15% de la generación total de residuos dentro del ámbito urbano. No existe mucha información al respecto debido a que la forma mayoritaria de gestionar este tipo de residuos ha sido hasta el momento el canal doméstico, lo que no ha permito diferenciar estos flujos. Son pocos los estudios específicos que se han elaborado para conocer la composición y cantidades de residuos comerciales por cada tipo de comercio. Algunas referencias se especifican a continuación.

GENERACIÓN DE PAPEL/CARTÓN COMERCIAL

En relación a los residuos de papel/cartón con origen comercial, la Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón (ASPAPEL) en el año 2010, mediante un Grupo de Trabajo elaboró el documento *"Recomendaciones para el diseño de un servicio municipal de recogida puerta a puerta de papel/cartón comercial"*. En este documento se presenta un Anexo con la estimación de la generación diaria de papel/cartón por tipo de comercio y tamaño (basado en superficie y número de empleados del establecimiento).

TIPO GENERAL	TIPO DETALLE	RANGO	SUPERFICIE (m^2)	EMPLEADOS	GENERACIÓN (Kg/día)
Alimentación	Carnicería Pescadería/ Congelados Frutería Ultramarinos Frutos secos Panadería/ Pastelería Supermercado Mercadillo de otros	Pequeña	< 50	1	1,5
		Mediana	50 - 100	> 1	3,9
		Grande	> 100	≥ 2	6,4
		Supermercado	> 100	≥ 4	10,3
HORECA	Bar/Cafetería/Pub	Bar pequeño	< 50	1	0,9
		Bar mediano	50 - 100	≥ 2	1,8
		Bar grande	> 100	≥ 3	2,8
	Restaurante	Restaurante pequeño	< 100	≤ 2	1,9
		Restaurante grande	> 100	≥ 3	3,1
	Comida rápida	C.R. pequeño	≤ 80	≤ 2	1,9
		C.R. grande	> 80	>2	5,1
Textil calzado Moda Complementos	Ropa/Calzado Deportes Joyería/Bisutería Mercería/ Lencería/Tienda de telas Maletas y bolsos/ complementos Mercadillo de ropa/ Calzado	Pequeña	< 75	1	0,6
		Mediana	75 - 120	≥ 2	2,3
		Grande	> 120	≥ 3	9

TIPO GENERAL	TIPO DETALLE	RANGO	SUPERFICIE (m^2)	EMPLEADOS	GENERACIÓN (Kg/día)
Mobiliario Doméstico	Alfombras/ Colchones	Pequeña	< 100	≤ 2	0,3
	Baños/Cocinas/ Carpintería/ Muebles	Mediana	100 - 175	≥ 3	1,5
	Electrodomésticos	Grande	> 175	≥ 3	4,5
Decoración	Menaje y decoración	Pequeña	< 70	1	0,3
	Ropa del Hogar	Mediana	70 - 120	>1	1,5
	Lámparas	Grande	> 120	≥ 2	4,5
Bazar	Regalos/Souvenir/ Artesanía	Pequeño	< 60	1	1,5
	Decomisos/todo a un euro	Mediano	60 - 100	≥ 2	3,2
	Juguetería	Grande	> 100	≥ 3	6,4
Informática y Telefonía	Tiendas de informática Consolas y ordenadores Telefonía Videojuegos y programas informáticos	Pequeño	< 50	1	0,1
		Mediano	50 - 75	2	0,6
		Grande	> 75	≥ 2	3,2

TIPO GENERAL	TIPO DETALLE	RANGO	SUPERFICIE (m^2)	EMPLEADOS	GENERACIÓN (Kg/día)
Reparación Servicio Técnico	Arreglos de ropa/ Tintorería Reparación calzado y cuero Llaves/Rotulado Reparación de muebles Reparación informática	Pequeño	< 50	1	1
	Electrodomésticos y aparatos eléctricos	Mediano	50 - 75	≥ 2	2,3
	Reparación joyas	Grande	> 75	≥ 3	3,2
Farmacia Parafarmacia Ortopedia	Farmacia/ Parafarmacia	Pequeña	< 40	1	0,4
	Ortopedia	Mediana	40 - 75	≥ 2	0,5
	Herbolario	Grande	> 75	≥ 3	1,3
Droguería Perfumería	Droguería y perfumería	Pequeña	< 40	1	1,9
Cosméticos		Mediana	40 - 75	≥ 1	2,6
		Grande	> 75	≥ 2	3,9
Ferretería Bricolaje	Ferretería Materiales para reformas	Pequeña	< 40	1	0,8
		Mediana	40 - 75	≥ 1	2,6
		Grande	> 75	≥ 2	3,2

TIPO GENERAL	TIPO DETALLE	RANGO	SUPERFICIE (m^2)	EMPLEADOS	GENERACIÓN (Kg/día)
Papelería Fotocopias Artes Gráficas	Librería/Papelería/ Petrografía Eventos Agencia de viajes Asociación/ Academia Asesoría/ Inmobiliaria/ Seguros	Pequeña	< 35	1	1,3
	Banco y caja de ahorros	Mediana	35 - 75	≥ 2	1,9
	Concesionario automóviles	Grande	> 75	≥ 3	4,5
Prensa Revistas	Prensa/Revistas	Prensa/revistas	<70	≥ 1	0,6
Tabacos y Sellos	Estanco	Estanco	<70	≥ 1	2,3
Lotería	Lotería	Grande	<50	≥ 1	0,5
Óptica	Óptica	Pequeña	< 40	1	0,5
Visión Fotografía	Fotografía	Grande	> 40	> 1	1,3
Peluquería Belleza Estética	Peluquería	Pequeña	< 50	≤ 3	0,4
	Salón de belleza	Grande	> 50	> 3	1,2

TIPO GENERAL	TIPO DETALLE	RANGO	SUPERFICIE (m^2)	EMPLEADOS	GENERACIÓN (Kg/día)
Varios	Antigüedades/ Música Floristería Veterinario Gasolinera Dentista	Pequeño	< 50	1	0,4
	Otros médicos	Mediano	50 - 100	1 a 2	1,3
	Otros	Grande	> 100	≥ 3	2,8
	Máquinas y servicios	Pequeño	< 50	1	0,4
	Gimnasio Albergue/ Camping/Motel				
	Apartahotel	Grande	>100	≥ 3	2.8
	Hotel/Hostal/ pensión Centro comercial				

GENERACIÓN DE PAPEL EN OFICINAS Y COLEGIOS

Las oficinas y administraciones tienen el papel como principal tipo de residuo generado. Según un estudio de ASPAPEL en el año 2005, basado en experiencias piloto de recogida específica de papel en oficinas se obtuvo un promedio de 47,2 Kg/empleado y año de generación de papel/cartón.

Oficina/Administración	Empleados	Generación de PC [Toneladas/ año]	[Kg/ empleado y año]
Parque Empresarial Grupo Santander	6.000	420	70,0
Oficinas Shell	230	11,1	48,3
Oficinas de una Industrial: Holmen Paper Madrid	198	11,5	58,1
Pequeña oficina: Canal de Comunicaciones Unidas	26	0,5	19,2
Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes	696	28	40,2

47,2 Kg / empleado y año

Valores de generación de papel en oficinas / *Fuente:* Cómo reciclar papel en oficinas. ASPAPEL. 2005

En el caso de colegios la experiencia concluyó con una generación de 3,4 Kg/ alumno y año.

Colegio	Alumnos	Generación de PC [Toneladas/ año]	[Kg/ empleado y año]
Colegio: Colegio de Tres Cantos	4.000	13.500	3,4

Valores de generación de papel en oficinas / *Fuente:* Cómo reciclar papel en oficinas. ASPAPEL. 2005

GENERACIÓN DEL SECTOR HORECA Y CENTROS CON SERVICIO DE RESTAURACIÓN

El Plan de Gestión de Residuos Urbanos de Castilla la Mancha (PGCRU-CLM) diseñado para los años 2009-2019, presenta una recopilación en el Anexo IX sobre valores de generación de materia orgánica en algunas actividades económicas de Cataluña y Guipúzcoa que pueden servir como referencia.

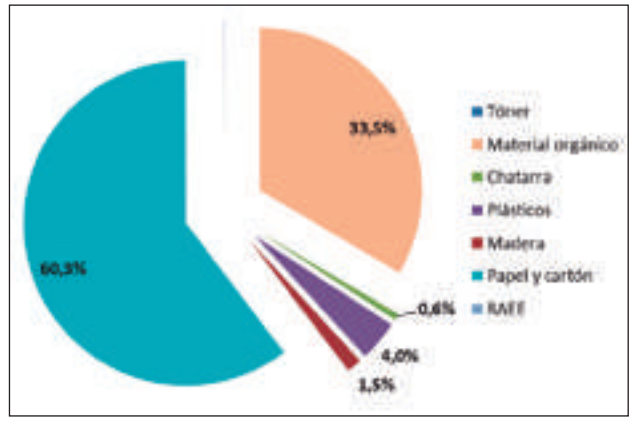
VALORES TÍPICOS DE GENERACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DIARIA		
Actividad	**Cataluña**	**Guipúzcoa**
Hoteles	0,84 (kg/estancia)	0,40 (kg/hab)
		0,33 (kg/cama)
Camping	0,65 (kg/estancia)	
Residencia universitaria		0,15 (kg/cama)
Residencia ancianos + centro día		0,85 (kg/cama)
Hospital	2 (kg/cama)	0,44 (kg/cama)
Comedor escolar	0,1 (kg/alumno)	0,065 (kg/comida)
Comedor universitario		0,076 (kg/comida)
Comedor empresarial		0,083 (kg/comida)
Cementerio		0,0004 (kg/hab)
Grandes restaurantes		0,19 (kg/comida)
Restaurantes	27,96 (kg/restaurante)	0,25 (kg/comida)
		12 (kg/restaurante)
		17,3 (kg/restaurante)
Empresa de catering		1,9 (kg/trabajador)
Escuela de hostelería		0,45 (kg/alumno)
Centro penitenciario		0,21 (kg/comida)
Sector alimenticio cotidiano de < 500 m²	7,05 (kg/comercio)	
Fruterías		0,23 (kg/m²)
		6,59 (kg/trabajador)
		9,58 (kg/fruteria)
Comercio mixto < 500 m²	7,5 (kg/comercio)	
Comercio mixto 500 - 2500 m²	124 (kg/comercio)	
Comercio mixto > 2500 m²	536 (kg/comercio)	
Supermercado		0,16 (kg/m²)

VALORES TÍPICOS DE GENERACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DIARIA		
Actividad	**Cataluña**	**Guipúzcoa**
Mercado municipal		0,45 (kg/m²)
Centro comercial		0,23 (kg/m²)
Centro comercial + mercado municipal		0,10 (kg/m²)
Bares-cafeterías	10,65 kg/estableci.día	3,38 (kg/trabajador)
		1,46 (kg/mesa)
		5,23 (kg/bar-caf.)

Fuente: PGCRUCLM 2009-2019

GENERACIÓN EN SUPERMERCADOS

Los supermercados son productores de una gran variedad de residuos. Su componente mayoritario es el cartón, la materia orgánica y los plásticos. La composición aproximada que se corresponde con este tipo de generadores es:



Composición de residuos procedentes de supermercados / *Fuente:* cadena de supermercados DIA. Memoria de Actividades 2012

Tipo de Residuo	%
Tóner	0,0%
Material orgánico	33,5%
Chatarra	0,6%
Plásticos	4,0%
Madera	1,5%
Papel/cartón	60,3%
RAEE	0,0%

Composición de residuos procedentes de supermercados / *Fuente:* elaboración propia con datos de la cadena de supermercados DIA. Memoria de Actividades 2012

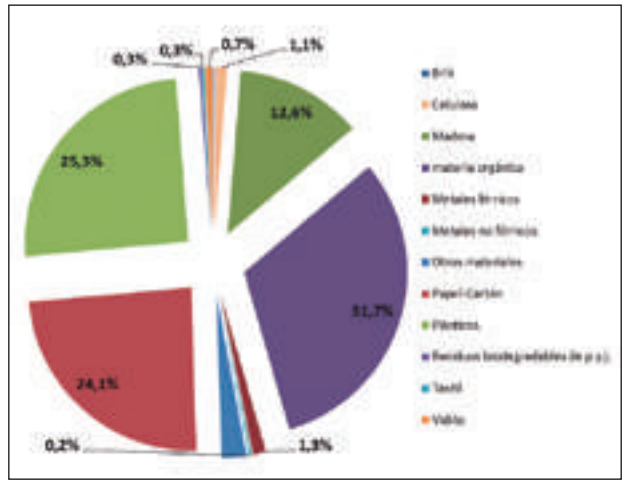
Las cantidades de generación dependen considerablemente del volumen de negocio que pueda presentar cada cadena. A continuación se muestran algunos ratios obtenidos:

Tipo de residuo	Año	Generación por facturación [tn/millón €]	Generación por empleado [kg/empleado y día]
Mercadona	2011	8,9	7,6
	2012	8,3	6,5
	2013	8,3	7,4
	2014	8,6	7,8
DIA	2011	15,4	12,2
	2012	14,2	12,0

Ratios de generación por cadena de supermercado / *Fuente:* elaboración propia con datos de la memoria de actividades de Mercadona y Cadena DIA

GENERACIÓN EN MERCADOS

Los mercados están formados por un amplio abanico de establecimientos donde los más numerosos son los destinados a la venta de alimentos (frutas, verduras, carnes, pescado, etc.), seguido de establecimientos donde no se comercializan alimentos (perfumerías, etc,) y en bastante menor medida por establecimientos de servicios (oficinas, bancos, etc.). Esto hace que el residuo mayoritario sea el formado por la materia orgánica, aunque la composición de los residuos de cada mercado depende mucho de su actividad predominante. Según el Ayuntamiento de Madrid, la caracterización promedio procedente de la recogida de residuos en mercados entre los años 2008 y 2011 se corresponde con:



Composición de residuos procedentes de mercados / *Fuente:* elaboración Propia con datos de la memoria PTV. Ayuntamiento de Madrid

Tipo de Residuo	%
Brik	0,7%
Celulosa	1,1%
Madera	12,6%
Materia orgánica	31,7%
Metales férricos	1,3%
Metales no férricos	0,2%
Otros materiales	2,5%
Papel/Cartón	24,1%
Plásticos	25,3%
R. Biodegradables de p y j.	0,3%
Textil	0,3%

Composición de residuos procedentes de mercados / *Fuente:* elaboración propia con datos de la Memoria PTV. Ayuntamiento de Madrid

ESTUDIO DE GENERACIÓN DE RESIDUOS COMERCIALES DE CATALUÑA

Como se hace referencia en el primer capítulo de este libro, la Agencia de Residuos de Cataluña, ha llevado a cabo un interesante estudio en colaboración con ECOEMBES y ECOVIDRIO en el que se muestra una estimación de la generación de residuos asociada a la actividad comercial. Los resultados de este estudio muestran que los residuos comerciales suponen el 36,5% de los residuos municipales de Cataluña.

El análisis basado fundamentalmente en cuestionarios y entrevistas a los diferentes grupos de actividad comercial, concluye que para algunas fracciones de residuos, la generación comercial tiene una gran importancia, suponiendo un 43,2% del vidrio, un 29,8% de los envases de plástico y envases metálicos (con y sin punto verde) y un 45,2% de la materia orgánica generada en Cataluña. Especial peso tiene la generación de residuos de papel y cartón comercial que

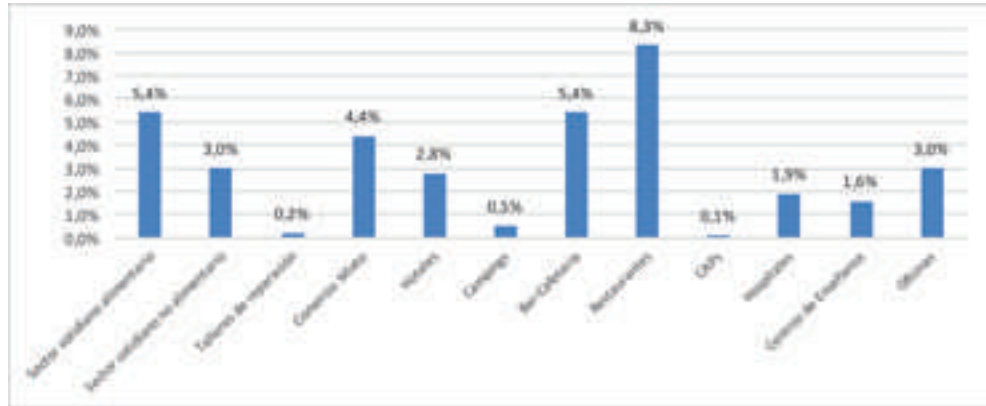
supone el 71,2% de los residuos de este tipo en el ámbito municipal *(Agencia de Residuos de Cataluña, 2014)*.

A continuación se muestra una tabla con algunos ratios de generación obtenidos en el estudio para cada tipo de actividad y para las diferentes fracciones.

Generación de Residuos Comerciales en Cataluña										
Tipologías de actividad			Fracción							
			Papel-cartón con punto verde	Papel-cartón sin punto verde	Vidrio (con punto verde)	Envases ligeros	Envases de plástico y metal sin punto verde	Materia orgánica	Otros	Total
Comercio	Sector cotidiano alimentario	kg/vecino		664,99			220,29	1.844,07	95,02	6.840,26
	Sector cotidiano no alimentario	kg/vecino		2.077,87			62,61			2.240,09
	Talleres de reparación	kg/vecino		723,26						773,06
	Comercio mixto	kg/vecino		15.589,79	81,70		997,40	1.394,90		17.983,80
Hostelería	Hoteles	kg/pernocta	0,06	0,20	0,25	0,58	0,14	0,68	0,02	2,21
	Campings	kg/pernocta	0,20		0,08	0,36		0,02	0,01	1,27
Restauración	Bar-Cafetería	kg/trabajador	179,49	443,16	462,50	352,17	80,19	1.674,29		3.192,80
	Restaurantes	kg/vecino	381,67	2.799,61	2.392,74	837,61	437,67	6.423,61		13.461,60
Centros sanitarios	CAPs	kg/vecino	2.102,33		4,90	489,04		4,90	2.911,09	5.422,34
	Hospitales	kg/cama	331,37		204,82	75,58	58,41	857,14	942,76	1.927,88
Centros de enseñanza		kg/alumno		21,16	0,91	2,30	1,72	23,91		49,80
Oficinas		kg/trabajador		70,64		3,10		3,87	4,02	81,63

Generación media de residuos por establecimiento de cada tipología de actividades / *Fuente:* Agencia de Residuos de Cataluña

Otra de las conclusiones principales muestra que los restaurantes, bares-cafeterías y el sector cotidiano de alimentación son las actividades que realizan mayor aportación a la generación de residuos municipales de Cataluña *(Agencia de Residuos de Cataluña, 2014)*.



Aportación de las diferentes tipologías de actividades comerciales y de servicios a la generación de residuos municipales de Cataluña / *Fuente:* Agencia de Residuos de Cataluña

MODELOS DE GESTIÓN DEL RESIDUO COMERCIAL

Como se ha comentado anteriormente, según la legislación actual la mayor parte de los residuos comerciales, institucionales e industriales del ámbito urbano, se pueden gestionar bajo el canal de la administración pública (siempre que esté implantado y así lo permitan las ordenanzas municipales) o mantener una gestión privada. En la actualidad existen varios modelos de gestión que se pueden diferenciar de la siguiente forma:

Diagrama de modelos de gestión de residuos comerciales / *Fuente:* elaboración propia

GESTIÓN PÚBLICA

Los modelos de gestión del residuo comercial, institucional e industrial del ámbito urbano que se está llevando a cabo desde la administración pública consisten principalmente en:

Recogida mediante contenedores. La recogida de residuo comercial puede llevarse a cabo a través del canal domiciliario mediante los contenedores instalados en la vía pública (siempre que lo permita la Ordenanza Municipal). Es decir adherirse al sistema de recogida de residuos domésticos que esté implantado utilizando los contenedores de fracción resto, envases ligeros, papel/cartón, vidrio y materia orgánica. El uso de este sistema tiene algunos inconvenientes:

- Evita separar la generación comercial de la doméstica por lo que dificulta la fiscalización separada de ambos flujos. Es decir, los ciudadanos podrían estar pagando parte del coste del servicio de recogida y tratamiento de los residuos comerciales.
- Algunos residuos comerciales, institucionales e industriales recuperados además suelen ser de gran calidad, por lo que no es recomendable mezclarla con los residuos domésticos que generalmente presentan más impropios.

En algunas entidades, en los que la recogida de residuos se hace con contenedores de poca capacidad (generalmente carga trasera), el método de gestión seguido es el de entregar contenedores individualizados para cada uno de los comercios e implantar una tasa en función del volumen de los contenedores de cada comercio y la frecuencia con la que son recogidos.

Recogida puerta-puerta de residuos comerciales. El servicio de recogida puerta-puerta es un servicio que se puede impulsar para la recogida específica de residuos comerciales. Aunque se puede implantar para recoger cualquier fracción de residuos, está principalmente extendido para la retirada de cartón comercial. Esto es debido a que, fundamentalmente el pequeño comercio, genera grandes cajas de embalaje, y si no cuenta con un servicio específico utiliza el contenedor azul destinado a la recogida de papel/cartón doméstico. El resultado es que frecuentemente lo bloquea, produciendo además desbordes en los entornos de los contenedores de recogida separada.

Servicio de recogida puerta-puerta de cartón comercial / *Fuente:* Cátedra Ecoembes

El sistema de recogida puerta-puerta es una solución que consiste en implantar una ruta específica para recoger los residuos de los comercios, generalmente en la misma puerta del comerciante o en puntos de acopio comunes previamente pactados con los comerciantes.

Las ventajas de utilizar este sistema son:

- Se obtienen grandes cantidades de material recogido y en buen estado para su reciclaje.
- Mejora de la limpieza viaria porque se establecen unos horarios específicos en los que el comerciante debe sacar sus residuos a la calle, con lo cual se evita la presencia casi permanente de cajas de embalaje comercial en los alrededores de los contenedores.
- Desahogo de los contenedores específicos para la recogida doméstica.
- Algunos ayuntamientos ofrecen en la actualidad este servicio de forma gratuita. Pero este modelo de gestión divide completamente el residuo producido por actividades económicas lo que puede permitir diferenciar el coste de este servicio de la gestión de los residuos domésticos, de tal forma que quede repartido únicamente entre sus usuarios.

Las desventajas de este sistema vienen dadas por:

- Las rutas de puerta-puerta de estas características se realizan normalmente sólo en zonas con una gran densidad comercial debido a que el servicio se encarece de forma exponencial al tener que recoger comercios aislados en todo el territorio municipal.

A la hora de impulsar este modelo y en busca del éxito en su funcionamiento es recomendable:

- Comunicar con anterioridad a los establecimientos los pasos a seguir en cuanto al horario en la que deben sacar sus residuos y la frecuencia de recogida.
- La forma de entregar el material. Por ejemplo en el caso del cartón comercial se pide que se entregue plegado y atado.
- Se deben realizar tareas de seguimiento y control por parte de la administración para garantizar que el servicio se está realizando de forma correcta y que los comerciantes no sacan el residuo a horas indebidas o los depositan en lugares no acordados.

A continuación se muestran ejemplos de casos de éxito en el caso de implantación de rutas de recogida puerta a puerta del cartón comercial:

Entidad Local	Año	Establecimientos	Frecuencia [veces/ semana]	Cantidad [toneladas/ año]	Promedio [Kg/ comercio y año]
Barcelona	2008	24.000	3	11.500	475
A Coruña	2008	2.500 potenciales	3	974	-
Segovia	2009	801	5	285	356
Lucena	2008	450	3	217	482
Gijón	2008	178 puntos recogida	5	717	-
Granada	2008	1.900	6	678	356

Recomendaciones para el diseño de un servicio municipal de recogida puerta a puerta de papel/cartón comercial. Grupo de trabajo de residuos. Editado por ASPAPEL (2010)

GESTIÓN PRIVADA

Gestor privado. Algunos productores de residuos optan por gestionar directamente sus residuos mediante una entidad privada. El productor debe acreditar documentalmente la gestión de los residuos por esta vía ante la administración pública. Este es el caso más frecuente para centros comerciales y grandes almacenes e incluso para algunos mercados. Las ventajas de este modelo son:

- Se recupera gran cantidad de material y de buena calidad lo que permite alcanzar tasas de reciclado muy elevadas.
- Se disminuye la presencia de residuos en la vía pública.

- El coste de gestión de los residuos de tipo comercial es asumido exclusivamente por cada comercio o actividad.

Logística Inversa. Algunas actividades económicas optan por un sistema de recogida de residuos de logística inversa, en el que el proveedor de los productos, al llevar mercancía nueva, retira los residuos generados para luego gestionarlos a través de un gestor privado. Las principales ventajas son las mismas que en el caso anterior:

- Se recupera gran cantidad de material y de buena calidad lo que permite alcanzar tasas de reciclado muy elevadas.
- Se disminuye la presencia de residuos en la vía pública.
- El coste de gestión de los residuos de tipo comercial es asumido exclusivamente por cada comercio.

El principal inconveniente de este modelo es la necesidad de almacenar durante cierto tiempo los residuos. Este sistema es muy utilizado por grandes cadenas de textil y supermercados. Otro ejemplo de este modelo de recogida es el implantado para los estancos en Barcelona[1]. La iniciativa promovida por el Ayuntamiento de Barcelona junto con la empresa suministradora Logista y la Asociación de Expendedoras de Tabacos y Timbres de Barcelona, consiste en que la empresa que suministra las cajas de tabaco ofrece la posibilidad de retirar las cajas vacías y plegadas.

1 Fuente: Ayuntamiento de Barcelona.

IDEAS PRINCIPALES

A modo de resumen se presentan algunas ideas principales.

- Generalmente, cuando los residuos comerciales, institucionales e industriales del ámbito urbano se mezclan con los residuos domésticos, suelen saturar los circuitos de recogida convencionales.
- Con la *Ley 22/2011*, tanto las empresas privadas como las Entidades Locales pueden gestionar los residuos comerciales, industriales e institucionales lo que abre el camino para implantar formas de pago por tipo de residuo y generación.
- No existe ninguna clasificación clara que relacione cada comercio con el tipo residuo y la cantidad que generan. Esto es debido sobre todo a la cantidad de factores que influyen en la generación de residuos (tamaño, ubicación del comercio, etc.).
- Queda patente la falta de información sobre composición y generación de residuos de esta índole por la falta de estudios específicos realizados hasta el momento.

BIBLIOGRAFÍA

OTROS RESIDUOS DE ORIGEN DOMICILIARIO. PUNTOS LIMPIOS, RECOGIDA TEXTIL Y ACEITES

Leyes, directivas y documentos

- **BOE (2015)**. *REAL DECRETO, de 21 de febrero de 2015, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*. Boletín Oficial del Estado nº 45. Pg. 14211.
- **BOE (2011).** *Ley 22/2011, de 28 de julio de residuos y suelos contaminados*. Boletín Oficial del Estado, nº 181, pg. 85650.
- **BOE (2009).** Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015.Boletín Oficial del estado nº 49 pg. 19893.
- **BOE (2015).** *REAL DECRETO 710/2015 de 24 de julio* por el que se modifica el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- **Boletín Oficial del Estado, nº 37**, pg. 7399.
- **BOE (2006).** *REAL DECRETO 679/2006, de 2 de junio*, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- **Boletín oficial del estado nº132**, pg. 21061.
- **BOC (2002).** *Decreto 29/2002, de 25 de marzo*, por el que se regula el funcionamiento de las instalaciones denominadas Puntos Limpios.

- **Boletín Oficial de Canarias nº48**, de 15.4.2002; c.e. B.O.C. 49, de 17.4.2002 y B.O.C. 65, de 22.5.2002).

Citas Web

- **Ecopilas**. http://www.ecopilas.es/
- **lavanguardia.com**. Mataró - Maresme 30/03/2013. http://www.lavanguardia.com/local/maresme/20130330/54371838595/sant-vicenc-de-montalt-500-familias-pagan-menos-basuras.html
- **Ofipilas.** http://www.ofipilas.es/preguntas-frecuentes.aspx#010
- **Ofiraee**. http://www.ofiraee.es/
- **Ordenanza marco de residuos FEMP**. http://www.femp.es/files/11-4108-fichero/ORDENANZA_PEN_definitiva%20(2).pdf

RESIDUOS COMERCIALES, INSTITUCIONALES E INDUSTRIALES DEL ÁMBITO URBANO

Publicaciones

- **ASPAPEL**. Cómo reciclar papel en Oficinas. ASPAPEL. (2005).
- **ASPAPEL**. Recomendaciones para el diseño de un servicio municipal de recogida puerta a puerta de papel/cartón comercial. Grupo de trabajo de residuos. (2010).
- **Ayuntamiento de Madrid. Servicios de la Dirección General de Gestión Ambiental Urbana.** Memoria de Actividades año 2011.
- **Ayuntamiento de Madrid.** Memoria de actividades del Parque Tecnológico de Valdemingómez. Subdirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez año 2011.
- **Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente.** Plan de Gestión de Residuos Urbanos de Castilla la Mancha (PGCRUCLM) 2009-2019.
- **DIA. Memoria de Actividades de la Cadena de Supermercados DIA.** (2012).
- **Gobierno de Navarra**. Informe Estatal de Medio Ambiente 2012. (Noviembre 2012).
- **Mercadona.** Memoria de Actividades. (2011, 2012, 2013, 2014).
- **Vázquez, D**. Algunos apuntes sobre la nueva ley de residuos. Implicaciones prácticas de la Ley de Residuos. Asociación Española para la Calidad (AEC). 2012.

Leyes, directivas y documentos

- **BOE (2011). Ley 22/2011, de 28 de julio de residuos y suelos contaminados.** Boletín Oficial del Estado, nº 181, pg. 85650.
- **BOAM (2009) Ordenanza de Limpieza de los Espacios Públicos y Gestión de Residuos.** Ayuntamiento de Madrid. BO. Ayuntamiento de Madrid 24/03/2009 num. 5904 pag. 6-24.
- **BOPB (2014).** Preus públics dels serveis de recollida de residus comercials i industrials assimilables a municipals.
- **(2015). Ordenanza Fiscal nº24 - Taxa per la recollida i gestió de residus comercials.** Exercici 2015. Ayuntamiento de El Prat de Llobregat.

Citas Web

- **Agencia de Residuos de Cataluña**. http://www20.gencat.cat. Consultado: 2015.
- **Ayuntamiento de Barcelona.** http://w110.bcn.cat. Consultado: 2015.

6

ELABORACIÓN DE PLIEGOS Y CASO PRÁCTICO

COLABORA:

POLITÉCNICA

FEMP
FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MUNICIPIOS Y PROVINCIAS

ECOEMBES

CÁTEDRA ECOEMBES MEDIO AMBIENTE

- Pliegos de condiciones 621
- Caso práctico 653

Pliegos de condiciones

María Martínez Abraldes.
Diputación de Pontevedra - FEMP.

- Introducción 623
- Antecedentes 625
- Análisis de la situación 639
- Pliego de prescripciones técnicas 643

INTRODUCCIÓN

La gestión de los residuos por parte de los medianos y pequeños municipios ha supuesto siempre un problema económico de importancia, en particular por la dificultad de generar masas críticas que optimicen los medios empleados por una parte, y por otra por el desfase existente entre las tasas o precios públicos de recogida y tratamiento y el coste real del servicio. En la actualidad este problema se agudiza con la crisis económica al descender los ingresos municipales y mantenerse el coste de este servicio. Por lo tanto, los residuos municipales se convierten no sólo en un problema ambiental, sino también económico de primer orden para los responsables municipales.

Según lo dispuesto en la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados,* corresponde a las Entidades Locales como servicio obligatorio, la recogida, el transporte y el tratamiento de los residuos domésticos generados en los hogares, comercios y servicios en la forma en que establezcan sus respectivas ordenanzas y en el marco jurídico establecido en esta ley, en las que en su caso dicten la Comunidades Autónomas y en la normativa sectorial en materia de responsabilidad ampliada del productor. La prestación de este servicio corresponde a los municipios, que lo podrán realizar de forma independiente o de forma asociada.

La Diputación de Pontevedra junto con los ayuntamientos de la provincia, conscientes de las sinergias que se generan fusionando los servicios de recogida, han considerado positivo el establecimiento de una fórmula intermunicipal de gestión del servicio de recogida y tratamiento de los residuos domésticos y asimilables, así como de los puntos limpios, con la intención de introducir una visión global del servicio, tanto en los aspectos funcionales (intentando alcan-

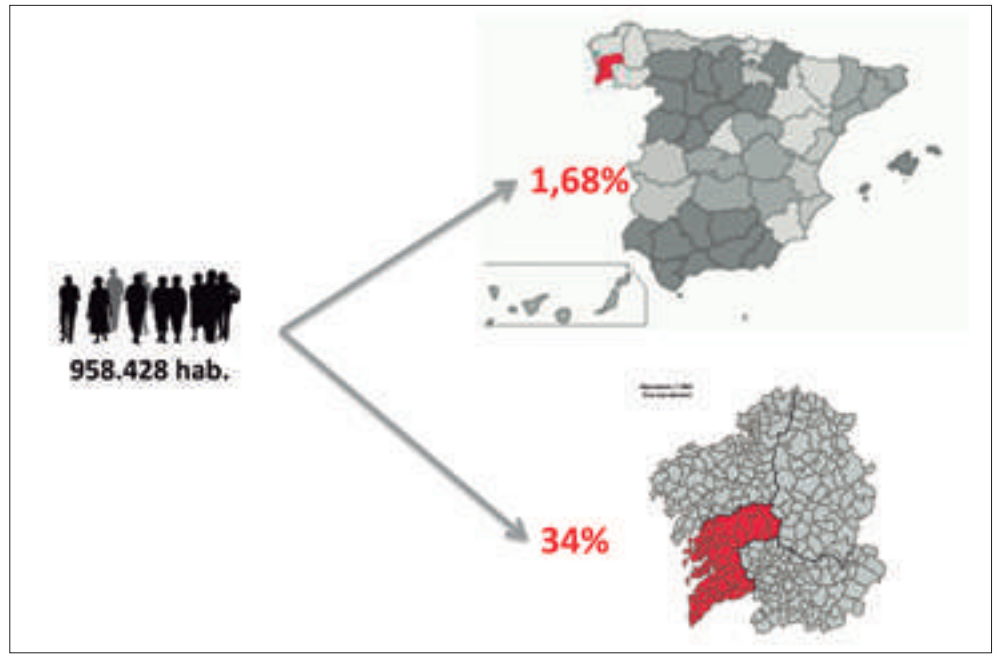
zar un servicio integral), como desde el punto de vista territorial (estableciendo fórmulas de prestación estables en el tiempo y equitativas desde el punto de vista económico que, superando las naturales limitaciones técnicas, económicas y administrativas de cada municipio, garanticen en condiciones de igualdad, el acceso a un servicio de calidad a todos los ciudadanos cualquiera que sea su lugar de residencia).

Desde este punto de vista, las partes, consideraron que para abordar acciones de modernización, ampliación y mejora del servicio resultaba conveniente la colaboración de la Diputación Provincial de Pontevedra en cuanto que es el elemento institucional vertebrador de las relaciones intermunicipales que garantizan, por una parte contar con un soporte administrativo estable y, por otra, en su condición de gobierno local intermedio, el ejercicio de una función de coordinación e intermediación entre los ayuntamientos implicados.

La fórmula elegida, para alcanzar estos objetivos, es la Delegación de Competencias de los ayuntamientos en la Diputación, para que esta proceda a su ejercicio de una forma conjunta. Desde el punto de vista legal esta fórmula encaja en lo dispuesto, entre otros, en los artículos 27 y 36 a 38 de la *Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases de Régimen Local,* en el artículo 66 del Texto Refundido de las disposiciones legales vigentes en materia de régimen local, aprobado por el *Real Decreto Legislativo 781/1986*, de 18 de abril y en el artículo 117 de la *Ley 5/1997, de 22 de julio, de Administración Local de Galicia*. Dicho servicio se realizará a través de una gestión externa (concurso público) y por tanto, es de gran importancia el usar indicadores que determinen las necesidades reales de esta gestión y que posibiliten el seguimiento del mismo, tanto en su calidad como en su eficiencia, y vincular el cumplimiento de unos determinados valores con el pago del servicio.

ANTECEDENTES

La Provincia de Pontevedra presenta una población de 958.428 habitantes dispersos en un total de 4.496,60 km², lo que representa el 34% de la población gallega y el 2% de la población española. La densidad de población media es de 274,14 hab/km², concentrándose principalmente en la costa.



Fuente: Diputación de Pontevedra

El entramado de asentamientos de la Provincia de Pontevedra está formado por una serie de elementos simples: aldeas, parroquias, villas y ciudades. Es significativo que, de las 61.594 entidades singulares de población existentes en España, 30.148 se encuentran en Galicia (tabla adjunta).

Distribución de la población

	España	Galicia	A Coruña	Lugo	Ourense	Pontevedra
Municipios	8.116	315	94	67	92	62
Entidades colectivas (parroquias)	4.920	3.772	926	1264	916	666
Entidades singulares	61.594	30.148	10.430	9.781	3.689	6.248

Fuente: Instituto Gallego de Estadística, 2012

Es decir, en el 5,9% del territorio español se sitúa el 50% de dichas entidades, lo que da una densidad de 1,5 núcleos por km^2. Esta dispersión es uno de los factores primordiales a tener en cuenta en cualquier planteamiento de gestión. Otro factor importante es el relieve, ya que incide de forma directa en el transporte de los residuos, tanto desde el punto de vista de las necesidades de equipamiento, como de los costes. Por tanto esta dispersión poblacional, junto con la difícil orografía y la elevada pluviometría existente en nuestra provincia dificultan, todavía más, la organización logística de este servicio (factores que repercuten directamente en la cuantificación del personal y por tanto del coste del mismo), punto primordial que permitirá optimizar la cooperación entre los diferentes colectivos implicados y aumentar la eficiencia y eficacia, mejorando los resultados finales del modelo de gestión.

Todos los residuos de origen municipal recogidos en la Provincia de Pontevedra son tratados en el complejo Medioambiental del municipio de Cerceda (Provincia de la Coruña) y gestionado por la Sociedad Gallega de Medioambiente (SOGAMA, S.A.). Esta sociedad está constituida por capital público (51% Xunta de Galicia) y por capital privado (49% Gas Natural-Fenosa). El complejo medioambiental de Cerceda (figura adjunta) está formado por:

- Una planta de clasificación de envases y embalajes. Aquí toda la bolsa amarilla recogida en la provincia es clasificada para su posterior reciclaje, a través del Sistema Integrado de Gestión ECOEMBES.
- Una planta de cogeneración. Instalación donde se utiliza el calor procedente de la planta termoeléctrica para secar los residuos antes de ser transformados en combustible.
- Una planta de elaboración de combustible derivado de los residuos (PRTE). En esta instalación, todos los residuos que no han sido separados por los ciudadanos en los diferentes contenedores dispuestos en las calles (envases, papel, vidrio, otros), son procesados y transformados en un combustible denominado CDR.
- Una planta de valorización energética o termoeléctrica. En ella se incinera el CDR, anteriormente elaborado, en un horno de tecnología de lecho fluido para obtener calor por un lado y, por otro, energía eléctrica que es enviada a la red nacional.
- Depósito de escorias y cenizas. Este receptáculo es donde se derivan todas las cenizas y escorias para ser inertizadas.

Fuente: SOGAMA S.A.

El marco legal de SOGAMA fue la *Ley Regional 10/1997,* en la cual se especificaban las funciones de los diferentes colectivos implicados en la gestión de los residuos. Estas funciones consisten:

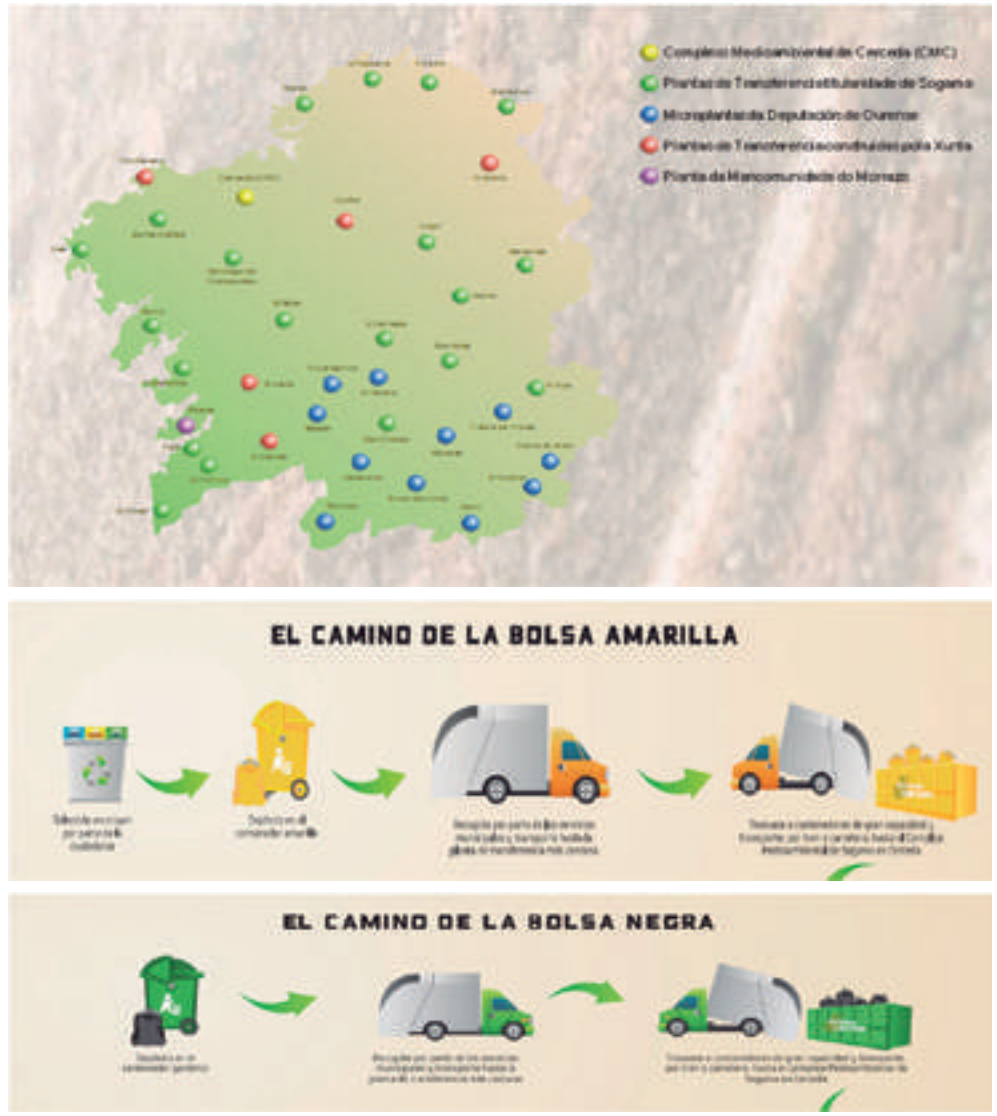
- SOGAMA
  - Transporte de residuos.
  - Almacenamiento de los residuos.
  - Tratamiento de los residuos.

- Valorización energética.
- Eliminación controlada de los residuos.

• MUNICIPIOS
- Recogida de los residuos del ámbito local.
- Transporte de los residuos recogidos a las estaciones de transferencia de SOGAMA.
- Posibilidad de agregarse en consorcios.

• XUNTA DE GALICIA
- Planificación y coordinación (desarrollo y ejecución del Plan de Gestión de Residuos de la Comunidad Gallega).
- Control del proceso de gestión de los residuos.
- Promoción de la reducción de residuos.

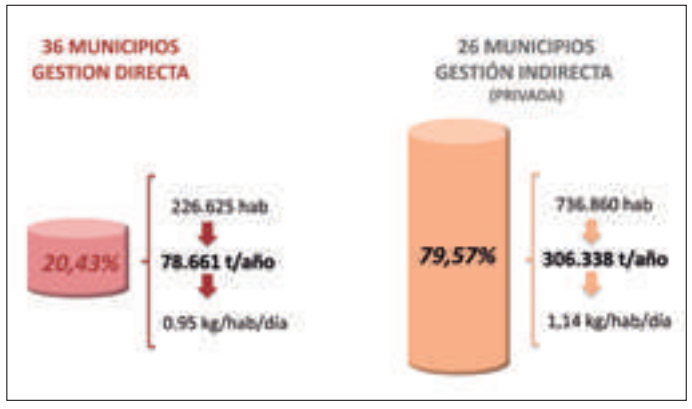
En base a este marco, la función principal de los municipios quedaba centrada en la recogida de sus residuos y en su transporte a las estaciones de transferencia dispersas por todo el territorio gallego; y de ahí, todos los residuos serían trasladados al Centro Medioambiental de Cerceda para su tratamiento.



Fuente: SOGAMA

Para proceder a la contratación del servicio de recogida de los residuos de origen municipal es necesario redactar el "Pliego de Prescripciones Técnicas" y, para ello, los servicios de la Diputación desarrollaron metodologías para la optimización de la gestión y la elaboración de indicadores y modelos para su análisis. Sin embargo, previo a esta redacción del Pliego se realizó una ardua labor de toma de datos de todos los municipios de la Provincia. Esta toma de datos consistió en:

- Determinar qué municipios, de los 62 que constituye la provincia de Pontevedra, estaban interesados en este proyecto de gestión agregada. Para ello, analizamos el tipo de gestión de recogida de los residuos que llevaban a cabo (figura adjunta). Así se logró separar los municipios que realizaban una gestión directa, es decir, con medios propios del ayuntamiento, de los que estaban llevando a cabo una recogida a través de una empresa concesionaria (contratos privados de larga duración).



Fuente: Diputación de Pontevedra, 2009-2010

Con estos datos iniciales, nos centramos en los municipios con recogida de los residuos de forma directa (medios propios) y en aquellos municipios cuyos contratos privados estaban en prórroga o en período de finalización.

Fuente: Diputación de Pontevedra, datos 2009-2010

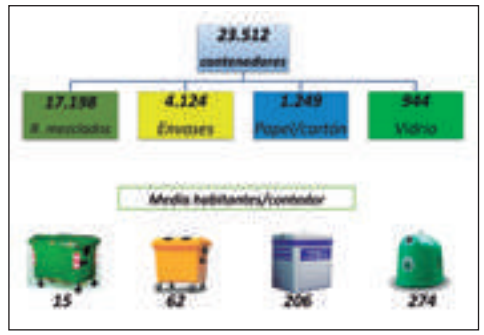
Distribución de la población de los municipios analizados

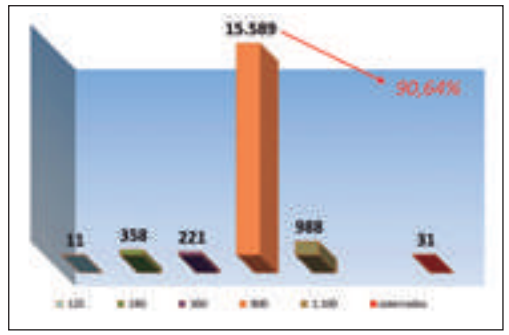
	Número de municipios	Habitantes
Hasta 2.000	4	5.800
De 2.001 a 5.000	18	63.134
De 5.001 a 10.000	8	53.373
De 10.001 a 20.000	9	141.513
Más de 20.001	1	21.657
	40	285.517

Fuente: Instituto Gallego de Estadística, 2012

- En los municipios con gestión directa, realizamos un estudio pormenorizado del tipo de contenerización existente incluyendo: número, tipo de contenedor, capacidad y uso (fracción resto, envases ligeros, papel, vidrio y otros).

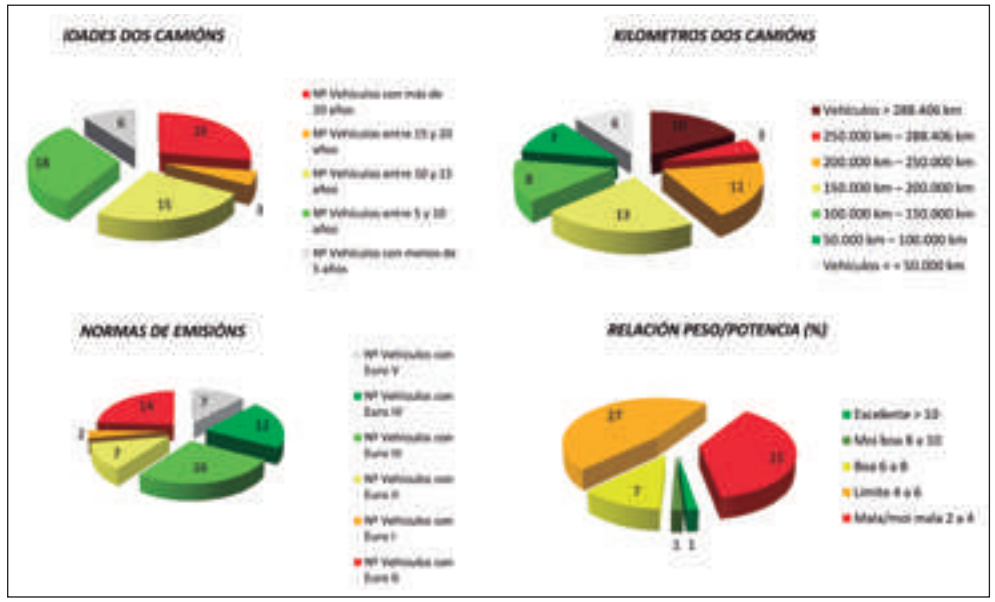
Número de contenedores instalados por tipo y capacidad





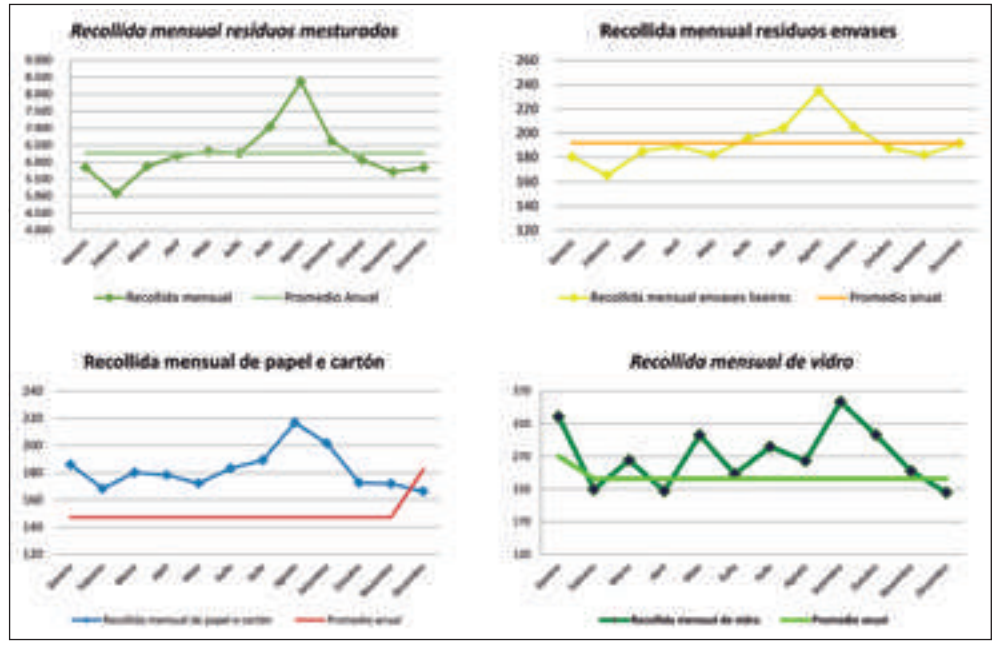
Fuente: Diputación de Pontevedra

- Estudiamos el tipo de vehículo de recogida, atendiendo al: número, tipo de carga (lateral, trasera, superior, etc.), capacidad, tipo de combustible, antigüedad y emisiones.



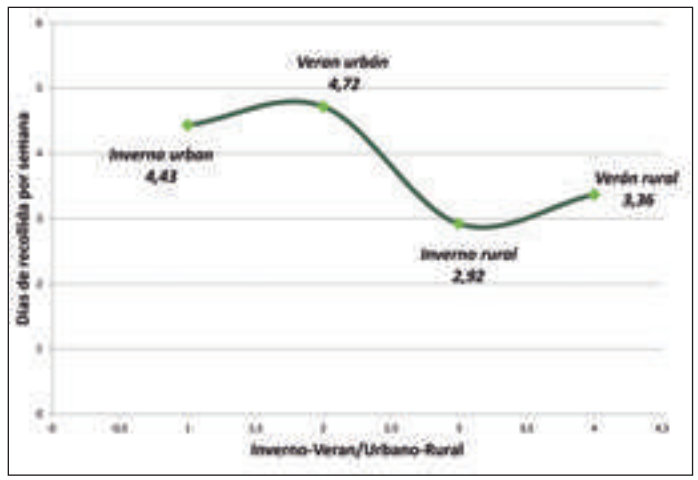
Fuente: Diputación de Pontevedra

- Recopilamos las cantidades recogidas de residuos de forma mensual para cada flujo, y diferenciamos las rutas utilizadas: fracción resto (residuos mezclados que no han sido segregados por los ciudadanos y depositados en el contenedor de recogida separada correspondiente), fracción de envases y embalajes, fracción de papel/cartón, fracción vidrio y otros.



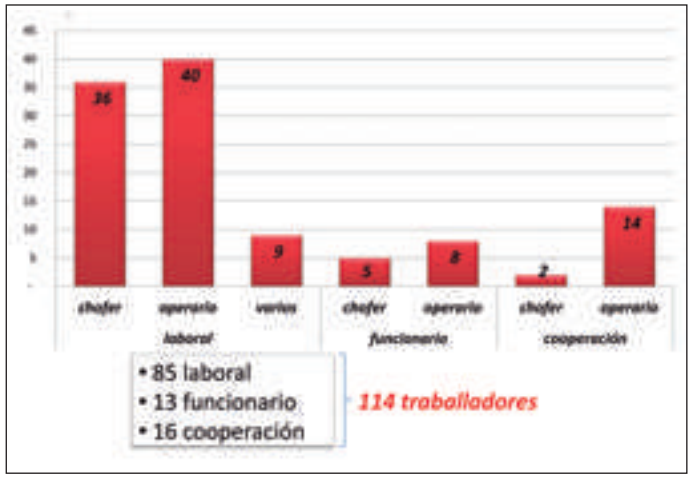
Fuente: Diputación de Pontevedra

- Estudiamos las frecuencias y horarios de recogida para cada fracción distinguiendo la recogida de zonas rurales y de zonas urbanas, y teniendo en cuenta la estacionalidad de la recogida: días de recogida semanal (verano o invierno), fiestas patronales y ferias, y lugares singulares (plazas de abastos, mataderos, hospitales, centros penitenciarios, etc.).



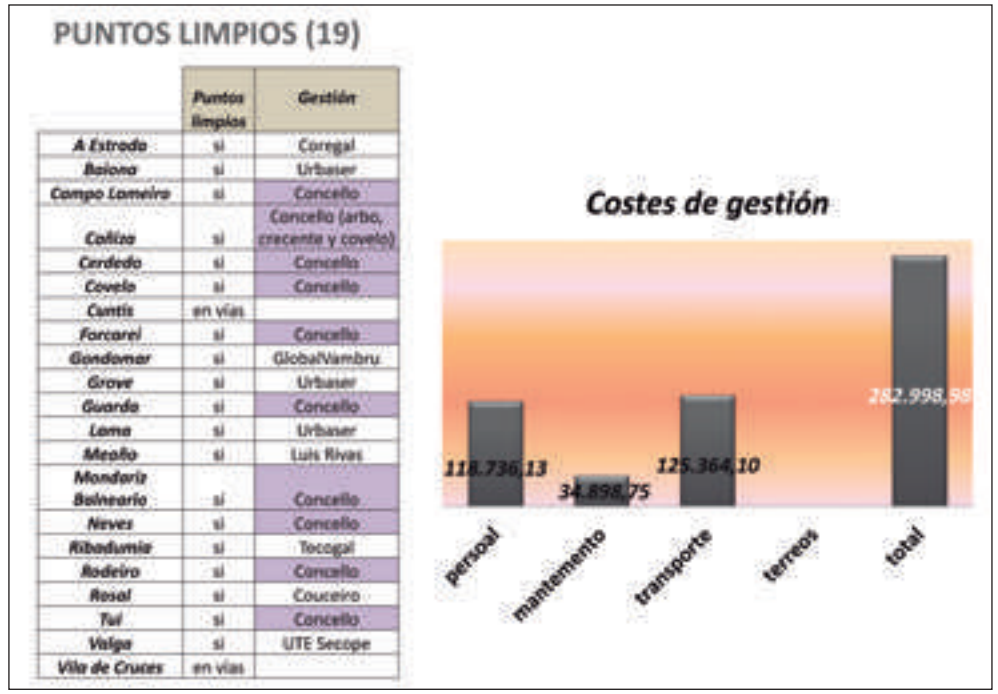
Fuente: Diputación de Pontevedra

- Analizamos el personal empleado en cada municipio: por categoría (operario, conductor, conductor-operario, etc.), tipo de contrato (funcionario, laboral, cooperación) y vacaciones, salarios y antigüedades.



Fuente: Diputación de Pontevedra

- Identificamos los puntos limpios donde los ciudadanos pueden aportar directamente sus residuos voluminosos: emplazamiento, residuos aceptados, horarios de apertura, personal y coste de gestión.

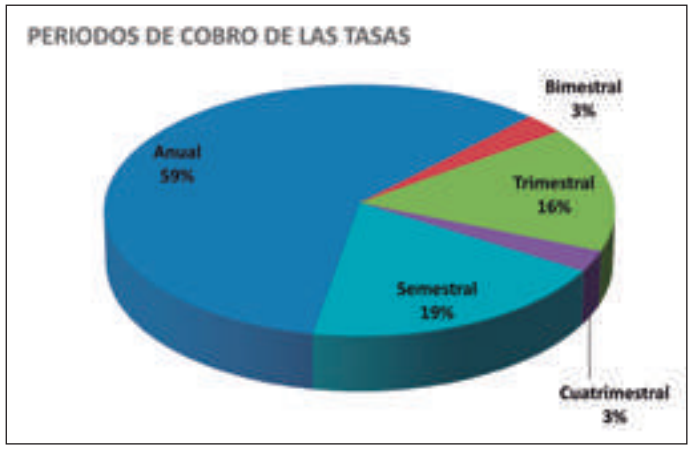


PUNTOS LIMPIOS (19)

	Puntos limpios	Gestión
A Estrada	si	Coregal
Baiona	si	Urbaser
Campo Lameiro	si	Concello
Cañiza	si	Concello (arbo, crecente y covelo)
Cerdedo	si	Concello
Covelo	si	Concello
Cuntis	en vías	
Forcarei	si	Concello
Gondomar	si	GlobalVambru
Grove	si	Urbaser
Guarda	si	Concello
Lama	si	Urbaser
Meaño	si	Luis Rivas
Mondariz Balneario	si	Concello
Neves	si	Concello
Ribadumia	si	Tocogal
Rodeiro	si	Concello
Rosal	si	Couceiro
Tui	si	Concello
Valga	si	UTE Secope
Vila de Cruces	en vías	

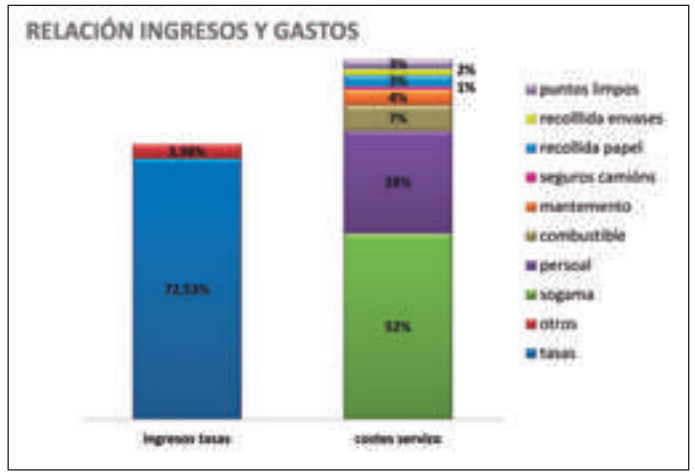
Fuente: Diputación de Pontevedra

- Recopilamos y analizamos las ordenanzas municipales de cada ayuntamiento: tasa de gestión de residuos para las viviendas y para las empresas, tipo de tarificación, periodicidad en el cobro, morosidad del cobro y recaudación total.



Fuente: Diputación de Pontevedra

- Identificamos los gastos del servicio de recogida por: personal, combustible, mantenimiento de vehículos, seguros, coste de recogida por fracciones y tratamiento final (SOGAMA).
- Cuantificamos los ingresos de los ayuntamientos: por tasas (vivienda y empresa) y por los Sistemas Integrados de Gestión (ECOEMBES, ECOVIDRIO, etc.).

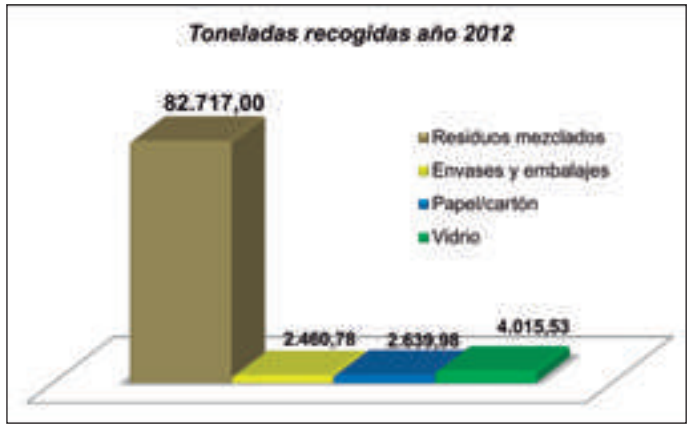


Fuente: Diputación de Pontevedra

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

Una vez recopilados todos los datos de los municipios, procedimos a su análisis obteniendo los resultados generales siguientes:

- Gran estacionalidad en la producción de residuos. Los ayuntamientos de la provincia de Pontevedra son mayoritariamente turísticos donde, en algunos casos, su población se multiplica por 10 durante el período estival.
- Elevado número de contenedores de recogida de residuos dispuestos en las calles. La dispersión poblacional en las zonas rurales origina que haya que emplazar una mayor cantidad de contenedores por habitante (6.248 entidades singulares en la provincia).
- Altos tiempos muertos de descarga (poca eficiencia). Esta elevada disposición de contenedores origina mayores tiempos de descarga por parte de los operarios, así como un menor grado de llenado de los mismos (recoger un contenedor por debajo del 75% de llenado es un indicador de la ineficiencia de la recogida).
- Escasa participación ciudadana en la separación de residuos susceptibles de ser reciclados. Consideramos que este punto está originado por dos motivos principales: falta de nociones por parte de los ciudadanos (los residuos que deben separar, los beneficios directos de esta separación -ambientales y económicos-, los ahorros económicos para la Administración Local) y falta de contenedores de las fracciones de recogida separada y/o una inadecuada ubicación de los existentes.



Fuente: Diputación de Pontevedra

- Elevado número de personal. El alto grado de contenerización, debido a la dispersión, incide directamente en un mayor número de rutas de recogida y por tanto en una mayor carga de personal.
- Los vehículos de recogida, en muchos casos, están infrautilizados y envejecen sin haber dado un buen rendimiento (más del 58% de los camiones presentan una antigüedad mayor a 10 años).
- Escasa limpieza y mantenimiento de los contenedores.
- Heterogeneidad en las tasas municipales de recogida, en la periodicidad del cobro, como en la tarificación de la ordenanza.
- Escasos medios para la realización de campañas de información y concienciación.
- Déficit del servicio, los costes totales no son cubiertos por la recaudación de la tasa municipal.

Con esta situación, la Diputación de Pontevedra se marca unos objetivos generales a la hora de diseñar el servicio y unos objetivos específicos que establecerán la estrategia de gestión. Los objetivos generales son:

- Garantizar un servicio de calidad y homogéneo para todos los ciudadanos, cualquiera que sea su lugar de residencia.
- Impulsar la separación de los residuos generados para ser debidamente tratados en los procesos de reciclaje y poder devolverse a los ciclos comerciales.
- Optimizar los recursos necesarios para reducir los costes del servicio y hacerlo sostenible en términos económico-financieros.

Objetivos específicos:

- Establecer una ordenanza única de ámbito provincial.

- Unificar la clasificación de actividades profesionales y empresariales y su tarificación.
- Actualizar los padrones tanto de empresas como de viviendas.
- Ordenar los períodos de cobro (dos recibos al año).
- Organizar y optimizar los recursos tanto humanos como materiales (camiones, contenedores, puntos limpios, etc.) para la prestación del servicio.
- Establecer los días de recogida para cada fracción de residuos, en función de la generación de residuos en zonas rurales y cascos urbanos.
- Articular instrumentos para el fomento de la reducción y la separación de los residuos por parte de los ciudadanos.

Tras la concreción de estos objetivos, iniciamos un proceso que consistió en:

1. Elaboración de un Convenio Marco de Adhesión para regular el régimen del personal y medios adscritos a los servicios municipales. Los puntos básicos de este convenio son:
   - **a.** El personal funcionario de cada servicio seguirá perteneciendo a la plantilla municipal correspondiente.
   - **b.** El personal laboral pasará a depender de la empresa que en el futuro preste el servicio, previa negociación con la Diputación.
   - **c.** Se traspasará la gestión de los medios municipales como camiones, contenedores, puntos limpios, a la Diputación mientras dure el contrato.
   - **d.** Se creará una comisión de seguimiento integrada por todos los Alcaldes de los Ayuntamientos adheridos y miembros de la Diputación.

2. Solicitar la aprobación del Convenio de Adhesión, mediante una sesión plenaria del ayuntamiento interesado en el proyecto de gestión conjunta de los residuos, en el cual se contempla la delegación de competencias a favor de la Diputación de Pontevedra del servicio de gestión de residuos municipales.

3. Aprobación del Reglamento del Servicio.

4. Realización del estudio económico, en el cual se puntualizan los costes necesarios para llevar a cabo el servicio, y propuesta de la tasa municipal para viviendas y empresas que cubrirán los costes reales del servicio, evitando el déficit estructural de las Administraciones Locales.

5. Aprobación de la Ordenanza Fiscal Provincial.

6. Licitación del concurso de gestión.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

A continuación se detalla el contenido que debe incluir el Pliego de Prescripciones Técnicas que regirá el concurso para la "prestación del servicio de recogida y transporte de los residuos municipales, y la explotación de los puntos limpios". Los contenidos que se mencionan son de tipo general y de tipo específico. Los primeros mencionan epígrafes que debe tener el Pliego y definen el contenido de los mismos, y los segundos incluyen condiciones específicas a incluir. En cualquier caso, la elaboración del Pliego se realizará dentro del marco legal existente, teniendo en cuenta las diferentes normativas existentes sobre las competencias de las Entidades Locales, protección del medio ambiente, residuos y contratación con las Administraciones Públicas, siendo esta normativa a aplicar tanto estatal, como autonómica y local. Los epígrafes y contenidos son:

- **Aspectos generales del servicio.** Se incluirán aquí:
  - Introducción. Se explicarán las razones que dan lugar al concurso y sus objetivos de tipo ambiental, económico, social y otros que se consideran oportunos.
  - Objeto del pliego. Se relacionarán los servicios objeto de licitación así como, en su caso, los flujos de residuos considerados dentro de los diferentes servicios.
  - Ámbito funcional. Se clasificarán los servicios y su definición, así como aquellas otras funciones que sirvan para completar cada servicio.
  - Ámbito territorial. Se definirán los municipios donde se presenten los diferentes servicios así como cuales son prestados.
  - Régimen jurídico y marco contractual. Se definirá el tipo de contrato,

la normativa a la que se sujeta dicho contrato, así como mencionará el resto de los documentos contractuales incluyendo el contenido del propio pliego que conforma el marco contractual, la responsabilidad del adjudicatario incluyendo los seguros que deberá tener contratados.

- Duración del contrato. Se indicará la duración del contrato prevista para la prestación de los servicios.
- Precio del contrato. Se especificará la cantidad que servirá de base para la licitación y que se abonará, en este caso, por la Diputación de Pontevedra. También se definirán otros ingresos que complementan la cifra anterior y su vinculación con determinadas actividades. También se definirán los servicios incluidos en la cantidad base de la licitación y se fijará qué impuestos y tasas incluye y cuáles son.
- Contraprestación por la recogida separada. Se ampliará el contenido del epígrafe anterior relativo a "otros ingresos"; se relacionarán las fuentes financieras para el pago de dichos servicios así como las condiciones a las que se someterán los mismos (convenios de los Sistemas Integrados de Gestión). También se fijará quien efectuará el pago de estos servicios al contratista.

• **Características del servicio.** En este epígrafe se recogerán los aspectos específicos del servicio que se va a prestar, de manera que éste quede perfectamente definido en su alcance y en la definición de las obligaciones del contratista en cuanto a las prestaciones a realizar:

– Consideraciones generales. El pliego presentará los aspectos de solvencia técnica, medioambientales y del sistema de calidad que deben cumplir los licitadores para poder presentar oferta. Asimismo indicará la posibilidad de que varias empresas se presenten formando una unión temporal de empresas y posibilidades que tiene de subcontratar.
– Marco jurídico particular. Se definirá la normativa vigente tanto estatal como autonómica y municipal, que regula los distintos aspectos de la prestación del servicio así como las relativas al medio ambiente, a los contratos con las administraciones públicas y de las competencias municipales.
– Definición de los flujos. Se hará una definición detallada de los diferentes flujos a considerar así como de los servicios especiales que se han de prestar.
– Alcance territorial y temporal. Se definirán, para cada uno de los servicios prestados, el municipio donde se prestará y la fecha de inicio de la prestación. Se tendrá en cuenta que la fecha en que se dejará de prestar es la que viene fijada por la duración del contrato licitado.

– Actividades que se van a realizar como parte integrante de la prestación del servicio. Se recogerán como mínimo las siguientes:
  - Contenerización. Se definirán los trabajos a realizar durante el proceso de recogida en lo que afecta a la contenerización, tipo de contenedores a utilizar, la propiedad de los mismos, las reglas a tener en cuenta para determinar la situación de los contenedores, la reserva que el adjudicatario debe de tener de los mismos, logotipos y serigrafías. También la limpieza, mantenimiento y reposición de los mismos y la incorporación de elementos con fines de comunicación y recogida de información.
  - Recogida de residuos depositados en contenedores. Se definirán los criterios que permitan definir los vehículos que la empresa adjudicataria dispondrá para realizar la prestación del servicio así como los requisitos a cumplir para que el servicio sea operativo; se definirán aquellas características técnicas que se considera necesario incorporen los vehículos para optimizar el servicio así como aquellos elementos de información y/o de pesada que faciliten dicho objetivo (sistemas GPS, chips informáticos, etc.).
  - Se definirán los criterios para determinar las frecuencias y rutas de recogida propuestas por los ofertantes, o bien se definirán directamente las rutas y las frecuencias, o alguna de ellas. También se definirá la documentación relativa a los vehículos y a las características que han de presentar los ofertantes y aquella otra que el adjudicatario deberá presentar previo al comienzo de las operaciones.
- Se definirán los criterios para realizar las operaciones de recogida, incluyendo los que permitan fijar los horarios del servicio; también se incorporarán aquellos criterios que sean necesarios para que se realicen los servicios de forma que no se cause molestias a terceros.
- Se definirá el tipo de información a proporcionar a la Diputación, por el adjudicatario, de los servicios realizados y el tratamiento que debe ser dado a dicha información.
- Se definirán para cada flujo los criterios para definir dónde se entregarán los residuos recogidos.
- Servicios especiales. Se fijarán los criterios que permitan definir las actividades de recogida y aquellos aspectos que condicionarán su ejecución. Se incluirá el alcance mínimo de estos servicios.
- Puntos limpios. Se definirán los criterios que permitan determinar la forma en que se gestionarán estos centros indicando claramente qué es lo que incluye esta gestión, así como aquellas actividades

complementarias a las de explotación de puntos limpios que deban ser realizadas por el adjudicatario.
- Zonificación y frecuencias:
  - Se definirán las diferentes tipologías de las poblaciones para cada municipio, distinguiendo entre núcleos y zonas rurales.
  - Se definirán las frecuencias mínimas de recogida para cada tipo de flujo así como para los residuos especiales y otros tipos de residuos que haya que recoger. Se fijarán los criterios que permitan definir las frecuencias a aplicar por motivos de estacionalidad. Se determinarán los eventos y situaciones que den lugar a la realización de recogidas especiales, y se definirán los documentos y planes de actuación que deben presentar los ofertantes y, posteriormente, el adjudicatario.

- **Medios humanos y materiales.** En este capítulo se definirán los criterios y condiciones generales para la gestión de los medios humanos por parte del contratista, así como las correspondientes que han de cumplir en el diseño de la imagen e identificación, que tanto el personal como vehículos y otros elementos utilizados para la prestación del servicio, deben utilizar.
  - Medios humanos:
    - Se definirán los requisitos a cumplir por el personal en relación a su capacitación, así como las labores de control y vigilancia a realizar.
    - Las obligaciones del adjudicatario en relación a los documentos a presentar, relativos al personal, previos al inicio de la actividad. Se considerarán aquellos aspectos que puedan influir en el adecuado desarrollo de los trabajos indicándose las acciones a realizar por el adjudicatario.
    - Se definirán los sistemas de registro del personal.
    - Se definirán las obligaciones en cuanto a equipamiento del personal.
    - Se determinarán los vínculos del personal empleado por el contratista.
    - Se definirán las obligaciones del contratista con respecto al personal que viniera haciendo el servicio licitado, con anterioridad a la licitación.
  - Medios técnicos y materiales:
    - Se definen aquí los criterios a utilizar para el desempeño del trabajo del contratista, los de operatividad de los equipos tanto de propiedad del contratista como los que, siendo propiedad de los municipios, son cedidos para la realización del servicio.
    - La antigüedad admisible de los distintos equipos, tanto de propiedad del contratista como cedidos, para poderlos adscribir al servicio.
    - La relación de equipos que deba presentar antes del inicio del servicio y las características que deban incluir.
    - Se definirán otras obligaciones que se consideran adecuadas para la prestación del servicio.
    - Se definirán también los criterios sobre los logotipos a utilizar. Se indicará los elementos de seguimiento y localización que deberán incorporar los distintos tipos de vehículos.
    - Se definirán los diferentes medios necesarios para el servicio con indicación específica de los medios humanos mínimos, definiendo su cualificación profesional. También se definirán los criterios que permitan definir la cantidad de vehículos necesarios para prestar el servicio.

- **Organización general.** En este capítulo se deberán definir los criterios que deben cumplir las ofertas y en su caso el adjudicatario para definir adecuadamente los servicios técnicos, administrativos, el número de almacenes, la forma de controlar y vigilar el servicio, el número de talleres y otros elementos comunes a todo el servicio. Incluirá como mínimo los siguientes epígrafes:
  - Servicios comunes:
    - Dirección, vigilancia y control.
    - Servicios médicos.
    - Elementos auxiliares.
  - Instalaciones fijas. Se definirán los criterios para determinar número y ubicación de:
    - Oficina central.
    - Oficina de administración.
    - Aparcamiento de vehículos.
    - Vestuarios para el personal.
    - Talleres, almacenes y otras instalaciones para atender a los clientes.
  - Organización y planificación del trabajo. Se fijarán los criterios sobre los requisitos de organización y planificación del trabajo además de relacionar los documentos que los licitadores deberán incluir en su oferta.
  - Trabajos extraordinarios. El pliego indicará la posibilidad de que el licitador presente un listado de trabajos vinculados al objeto principal del servicio fijándose el importe mínimo que, para estos fines, deberán considerar los licitadores en su oferta.
  - Modificaciones del servicio. Se fijarán los criterios que permitan determinar qué actividades se consideran como una modificación del servicio y cuáles no. También se determinarán los criterios que per-

mitan definir los motivos y umbrales que dan lugar a una revisión o compensación económica.
  - Servicios de comunicación, concienciación y sensibilización ciudadana. Se fijará el importe que deberá dedicar el contratista para actuaciones de información, sensibilización, concienciación y educación ambiental u otras destinadas a fines similares. Se fijarán los criterios de actuación del adjudicatario con respecto a estos objetivos. Se determinarán las condiciones de administración de dichas cantidades y su traspaso entre diferentes ejercicios. Se determinarán las obligaciones de información y atención al ciudadano.

- **Seguimiento, control y gestión de los servicios.** Se fijarán los criterios y condiciones de funcionamiento que permitan definir adecuadamente lo siguiente:
  - Comunicación entre adjudicatario y Diputación.
  - Seguimiento de los trabajos.
  - Control de los trabajos.
  - Informática y comunicación. Se definirá, en su caso, la necesidad de crear un centro de procesamiento de datos y los criterios para su funcionamiento. Se definirán las funciones del sistema de gestión informatizada y las actividades cuyos datos hay que almacenar y tratar. Incluirá las obligaciones del concesionario en cuanto a suministro de programas y licencias. También la obligación del adjudicatario en cuanto al suministro de información sobre la gestión realizada y su periodicidad.
  - Control y evaluación de la calidad del servicio. Se definirá un "índice de calidad y eficiencia global" del servicio para permitir su evaluación mensual y fijar las correcciones a efectuar en las cantidades a pagar por la prestación del servicio. Se fijará también el procedimiento de vigilancia y control a realizar por la propia Diputación. Se fijarán los parámetros que determinarán el valor de dicho índice e incluso se definirán indicadores e índices complementarios que servirán para determinar el denominado "índice global". Por último se fijará el plazo que se estime como necesario para evaluar y contrastar el propio índice, antes de su aplicación práctica. Se fijarán también los porcentajes que se utilizarán para corregir la certificación según los valores del índice.

Ejemplos de indicadores

Indicadores de calidad	Índices de eficiencia
Tapa levantada	Ubicación del contenedor
Presencia voluminosos cerca del contenedor	Cumplimiento de frecuencias de lavado
Estado de limpieza	Cumplimiento de tiempos establecidos
Residuos fuera del contenedor	Número de operarios según programa
Presencia de olores	
Estado del contenedor	
Número de quejas registradas	

Fuente: Diputación de Pontevedra

  - Por último, se definirá la compatibilidad de los descuentos que resultan de la aplicación de este índice y otros descuentos por el desempeño incorrecto del servicio o por la aplicación de sanciones o penalidades. Se fijarán los plazos para que el contratista manifieste su disconformidad con los resultados obtenidos del valor del índice, en su fase ya operativa, así como el procedimiento para resolver sobre dicha disconformidad y consecuencias de la resolución.

- **Ejecución del contrato y sistema de pago.** Aquí se fijarán los criterios para determinar el sistema de abono y certificación del servicio, las revisiones de precios, motivos de incumplimiento del contrato, los tipos de faltas y las sanciones administrativas. En particular se considerarán los siguientes epígrafes:
  - Abonos y certificaciones de servicio. Se definirá la periodicidad de las certificaciones para los siguientes casos:
    - Para el pago de servicios ordinarios.
    - Para el pago de los incentivos que se hayan considerado por diversos motivos.
    - Para el pago originado por posibles modificaciones de las condiciones del servicio.
  - Revisiones de precios. Se definirá el proceso de revisión y las fórmulas de revisión.
  - Incumplimiento del contrato y sanciones administrativas. Se fijarán los criterios que permitan definir las situaciones que darán lugar a la comisión de faltas y la gravedad de las mismas. Se definirán las cuantías

de las sanciones correspondientes según la gravedad de las faltas. Se considerarán al menos los siguientes casos:
  - Atraso en la iniciación de la prestación de los servicios.
  - Deficiente prestación de los servicios.

- **Contenido de la oferta.**
  – Se fijarán los criterios para definir el contenido de las ofertas, los documentos que deben incorporar desde el punto de vista técnico.
  – Se definirá la posibilidad de incorporar ofertas alternativas con propuestas de funcionamiento del servicio modificando los valores de los parámetros definidos en el pliego.

El pliego contendrá como mínimo los siguientes epígrafes relativos al contenido de la oferta:

– Relación de contenidos de valoración no cuantitativa. Se fijarán los documentos a presentar con el número máximo de páginas de cada uno e indicando los diferentes capítulos en función de los trabajos a realizar en la prestación del servicio. Se solicitará al ofertante la presentación, como mínimo, de los siguientes documentos:
  - Memoria.
  - Dimensionamiento de los servicios y su justificación.
  - Mejoras de propuesta en relación con el servicio a prestar.
  - También se definirán las consecuencias, para el ofertante, de la inclusión de una referencia económica en alguno de estos documentos.

– Relación de contenidos de valoración cuantitativa:
  - Se definirá la forma en que se plasmará el precio del servicio en la oferta indicándose si se trata de un número, de un porcentaje o de ambos.
  - Se determinarán los documentos y cálculos justificativos a incluir como presupuestos, análisis de tareas y actividades, valoración de mejoras, cuadros de precios unitarios, mediciones, etc.
  - Se definirán asimismo las tablas o documentos que de forma obligatoria se incluirán como resumen de la oferta.
  - Se indicarán en las consecuencias de que la justificación de la oferta económica sea incompleta.
  - Se fijarán los criterios que determinarán la forma de elaboración del precio ofertado por el licitador.
  - Obligatoriamente se incluirá un párrafo donde se indique que el licitador acepta todas las condiciones expresadas en el pliego de condiciones.
  - También se mencionará expresamente que el licitador debe incluir en la propia oferta sus propios pliegos de condiciones internos relativos a la calidad en la gestión y control del servicio.
  - Se dirá expresamente que, estos últimos, regirán la realización del servicio de forma complementaria al propio pliego de prescripciones técnicas.

– Criterios de valoración. En este apartado se fijarán los criterios que se van a utilizar para valorar las ofertas y las puntuaciones de cada uno de los criterios enunciados, debiendo contemplar al menos los siguientes aspectos:
  - Proyecto de prestación del servicio:
    - Memoria. Criterios de calidad, precisión y adecuación de la propuesta organizativa y de gestión.
    - Dimensionamiento de los servicios. Personal, vehículos y material necesario. Justificación de la solución organizativa adoptada.
  - Mejoras propuestas en relación al servicio.
  - Oferta económica. Se definirá la fórmula que permita calcular, de forma objetiva, la puntuación obtenida por cada una de las ofertas económicas. Se determinará también si se consideran bajas temerarias y, en su caso, cuando una oferta se considera baja temeraria.

– Formatos y presentación de las propuestas. Se definirán los formatos en que se han de presentar las ofertas, de manera que se facilite su comparación.

– Se definirán las consecuencias de no cumplir las reglas que se definen con ese objeto.

Caso práctico

Alberto Fernández Santamaría y Javier López Domingo.
ECOEMBES.

- Introducción 655
- Caso práctico 1. Recogida 657
- Cuestionario del caso práctico 1 659
- Caso práctico 2. Selección 663
- Cuestionario del caso práctico 2 665
- Resultados de cuestionarios 669
  - Respuestas correctas del cuestionario del Caso Práctico 1 669
  - Respuestas correctas del cuestionario del Caso Práctico 2 673

INTRODUCCIÓN

El objeto del caso es aplicar los conceptos que se han podido ver a lo largo de los distintos capítulos del libro, de manera que sirva de repaso de los conceptos adquiridos y de aplicación de los mismos a un caso sencillo.

Es indudable que la gestión de los residuos es un aspecto prioritario de la gestión municipal que requiere de elevadas inversiones y por tanto de especial atención de ciudadanos, técnicos y responsables políticos.

A lo largo de este libro se ha visto:

- La cuantificación del problema, los canales de gestión del residuo, públicos y privados (cantidades generadas y composición). ¿Cuál es el problema?
- Las políticas en materia de protección del medio ambiente, compromisos, obligaciones y prohibiciones recogidos en las normas. ¿Qué objetivos nos marcamos como sociedad para resolver el problema? (prevención, valorización material, valorización energética, vertido mínimo…) ¿Cómo? (recogidas separadas, planificación…)
- Las alternativas de gestión dentro de cada fase (recogida, transporte, tratamiento y valorización material o energética). ¿Qué me proporciona la tecnología para ello?
- Cómo se dimensionan los servicios, qué aspectos relevantes deben conocerse para enfocar o plantear la gestión. ¿Por qué elegir una alternativa u otra en el marco de la norma y en función de mis necesidades y posibilidades?

Y todo ello enmarcado en la necesaria eficiencia de los procesos dentro de un marco de recursos escasos y que por tanto deben ser empleados con rigor y responsabilidad (costes).

Este libro está enfocado entre otros a técnicos de Administraciones Locales que deben dimensionar y valorar los servicios que los municipios precisan en aplicación a la planificación, ya sea a través de gestión directa o indirecta, y proponer y plantear alternativas de gestión eficientes, calcular sus costes y plantear sus líneas de financiación a través de las tasas. A lo largo de este caso se van a repasar conceptos de dimensionamiento y coste desde un ejercicio simplificado de planificación de un servicio.

Las soluciones de los cuestionarios planteados en cada caso, se pueden consultar en las páginas finales.

CASO PRÁCTICO 1. RECOGIDA

El Ayuntamiento "A", con 60.000 habitantes, decide reordenar su sistema de recogida de residuos sólidos para **los próximos 10 años.** Para ello, implantará un sistema de recogida en áreas de aportación para las fracciones de vidrio, papel y envases ligeros, situándose el contenedor de residuos resto en proximidad. La aportación esperada de residuos sólidos es:

Datos de generación

Fracción	Aportación o producción	Densidad
Resto	0,8 kg x habitante y día	120 kg/m^3
Envases Ligeros	10 kilos x habitante y año, de los cuales el 25% son impropios	25 kg/m^3
Papel y Cartón	20 kg x habitante y año	65 kg/m^3
Vidrio	10 kg x habitante y año	200 kg/m^3

Para su sistema de recogida se decide emplear para el residuo resto la carga trasera y para las fracciones envases, papel y cartón y vidrio la carga superior o iglú de 3 m^3. Se dimensionarán todas las fracciones de recogida separada por el número de contenedores necesarios para la fracción envases ligeros. La frecuencia de recogida para la fracción resto sería diaria, incluso domingos y festivos, y considera que su sistema debería ser capaz de asumir puntas de producción de hasta un 20% más de residuos. La ciudad es compacta y la distribución territorial homogénea.

CUESTIONARIO DEL CASO PRÁCTICO 1

1. ¿Cuántos contenedores de carga trasera de 1.000 litros necesitará? **¿Qué ratio supone en contenedores por habitante?**

a. 1 contenedor cada 90 hab.
b. 1 contenedor cada 100 hab.
c. 1 contenedor cada 120 hab.
d. 1 contenedor cada 125 hab.

2. **¿Cuántos contenedores iglú de 3.000 litros será necesario instalar** para realizar la recogida de envases ligeros con una frecuencia de 1 vez por semana disponiendo de al menos 1/4 de capacidad disponible en el momento de la recogida como margen de seguridad?

a. 104.
b. 153.
c. 205.
d. 275.

3. **¿Qué porcentaje de llenado** presentará cada contenedor de papel/cartón si vacío el contenedor iglú de 3.000 litros 1 vez por semana?

a. 75%.
b. 58%.
c. 66%.
d. 50%.

4. ¿**Qué frecuencia** propones para el vaciado de vidrio si se cuenta con un mismo contenedor de volumen de 3.000 litros y el mismo margen de seguridad de 1/4?

a. 1 vez cada 15 días.
b. 1 vez al mes.
c. 1 vez cada dos meses.
d. 1 vez al trimestre.

5. Por tiempo cada camión puede hacer dos viajes o portes completos. Además, el fabricante del camión me indica que tiene una capacidad de compactación de 5,6 a 1.

Para la fracción de residuo resto **¿Cuántos camiones y de qué volumen cada uno de ellos (si fuera necesario más de uno) compraré?** No hay problemas de espacio para la utilización de camiones de gran tamaño.

a. 1 de 40 m^3.
b. 2 de 18 m^3.
c. 2 de 23 m^3.
d. 3 de 12 m^3.

6. Cada camión consume 55 litros de gasóleo a los 100 km, la planta de tratamiento está a 25 km del municipio y en la recogida realiza 10 km en cada porte o recorrido. El gasóleo está a 1,21 €/litro (importe con IVA[1]) El camión empieza a recoger nada más salir y se guarda nada más llegar.

¿Qué coste tiene exclusivamente en gasóleo cada camión al año?

a. 15.148 €.
b. 19.071 €.
c. 24.090 €.
d. 28.426 €.

7. Cada neumático cuesta 300 € (IVA incluido) y se cambian cada 40.000 km. Cada vehículo cuenta con 8 neumáticos.

¿Cuánto cuestan para cada año y cada camión sus neumáticos?

a. 2.172 €.
b. 2.627 €.
c. 2.034 €.
d. 2.137 €.

1 El IVA a efectos de este ejercicio no se considera coste (compensación IVA soportado IVA repercutido). IVA de aplicación al gasóleo 21%.

8. Calcular con la mejor estimación posible la tabla de maquinaria adjunta para el camión del problema actual:

Camión Recolector Compactador de carga trasera

Coste de adquisición		
	180.000 €	
Costes Fijos		**€/año**
	1 Amortización (10 años)	¿?
	2 Financiación (5%)	¿?
	3 Seguros e impuestos	2.400
	Total costes fijos	¿?
Costes Variables		**€/año**
	4 Combustibles	¿?
	5 Lubricantes (10% combustible)	¿?
	6 Reparaciones y mantenimiento	1.800
	7 Neumáticos	¿?
	Total costes variables	¿?
	Total costes	¿?

9. Cada camión va con dos peones o ayudantes. Cada trabajador trabaja 40 horas semanales, 8 horas por jornada, tiene un día de descanso a la semana, además de los domingos y festivos, un mes de vacaciones al año, incluidos domingos, disfruta de 14 festivos además de los domingos y dispone de 2 días de asuntos propios. Si estimamos que cada trabajador falta por motivos de salud un 7% de su tiempo efectivo.

¿Cuántas personas equivalentes tendré que contratar para la recogida de Residuo Resto? Sumando conductores y ayudantes.

a. 6.
b. 9,94.
c. 10,56.
d. 12.

10. El conductor del camión percibe un importe bruto al mes de 1.800 € en 14 pagas iguales todos los conceptos son salariales, el peón 1.600 € al mes. Seguridad social conductor (38,6%) s/s peón (35%).

¿Cuál es el coste de cada equipo de recogida? Camión + personal. Incluida S/S empresarial.

a. 212.226 €.
b. 223.695 €.
c. 264.026 €.
d. 215.182 €.

11. Un contenedor de fracción resto de 1.000 lts le cuesta entre adquisición, mantenimiento y lavado 100 € al año (sin IVA).

¿Cuánto le cuesta cada tonelada recogida **de RSU**? Sin IVA

a. 21,03 €/ton.
b. 24,22 €/ton.
c. 28,28 €/ton.
d. 30,04 €/ton.

12. La corporación decide realizar el servicio mediante gestión indirecta y el margen de gastos generales y beneficio industrial de la empresa concesionaria es del 18%.

¿Cuánto le costará a cada ciudadano la basura (residuo resto) que genera al año?[2] IVA 10%

a. 7,31€/hab.
b. 8,43 €/hab.
c. 10,72 €/hab.
d. 9,86 €/hab.

2 IVA incluido al 10% al tratarse de un consumidor final.

CASO PRÁCTICO 2. SELECCIÓN

El Ayuntamiento "A" pertenece a la provincia homónima y lleva sus envases a la planta provincial de tratamiento de envases ligeros. Se trata de una planta manual, cuya tecnología ya quedó obsoleta y tiene crecientes gastos de mantenimiento. Coincidiendo con que el contrato de explotación finaliza a 31/12/2015, la Comisión de Medio Ambiente de la Diputación Provincial estudia que, dado que la planta está completamente amortizada, podría licitar también la construcción de una nueva planta para el tratamiento de los envases junto con el concurso de explotación. La nueva planta debería dar servicio durante los siguientes diez años. La provincia tiene una población de 310.000 habitantes, que se mantiene sin apenas variaciones en los últimos cinco años. Las aportaciones unitarias de envases al contenedor amarillo en la zona, han sido las siguientes:

Aportaciones unitarias de envases ligeros

Año	kg/hab y año
2011	9,03
2012	9,30
2013	9,58
2014	9,87
2015	10,16

Se estima que en los próximos 10 años, debido al todavía gran potencial de recogida, y a la mayor concienciación que se está obteniendo mediante las campañas de sensibilización, se mantendrá la tendencia en el crecimiento de las aportaciones unitarias. Asimismo, por la próxima inauguración de una plataforma logística en el año 2018 se prevé que la provincia crecerá en 30.000 nuevos habitantes desde principios de ese año, manteniendo el ritmo de aportación unitaria.

CUESTIONARIO DEL CASO PRÁCTICO 2

1. Con los datos anteriores **¿qué tipo de línea de envases habría que solicitar en el concurso de 2016?**

a. Manual.
b. Automática.
c. Dejarlo abierto y que lo proponga el licitante.
d. Los primeros años manual y los siguientes automática.

2. Las entradas mensuales a la planta no permanecen constantes a lo largo del año, de hecho, en el mes de agosto, la aportación cae un 20% con respecto a la media, y en los meses de abril, mayo y diciembre, se recoge un 5%, 5% y 10% respectivamente por encima de la media. Considerando que el convenio colectivo aplicable es de 1.650 horas/año, que al cabo de 10 años la planta debería trabajar a 1,5 turnos durante 247 días/año, que tendría una disponibilidad de línea del 90% y que cada turno dispone de 7 horas útiles de trabajo.

¿Qué capacidad de diseño estándar debería tener la línea de tratamiento de envases?

a. 2,0 t/h.
b. 3,0 t/h.
c. 4,0 t/h.
d. 4.600 t/año.

3. Trabajando a la capacidad de diseño anterior, ¿a **cuántos turnos trabajará** en promedio durante 2016?

a. Aproximadamente a 0,5 turnos.
b. Aproximadamente a 0,7 turnos.
c. A un turno completo.
d. A un turno y medio como estaba previsto.

4. La provincia "B", lindante a la provincia "A", también va a construir una nueva línea de envases que entrará en funcionamiento a partir del 2016, por lo que, tras numerosas conversaciones, los municipios de ambas provincias deciden finalmente aprovechar sinergias y constituir una Mancomunidad con el nombre de **"Eficiente"** y con el objeto de construir una **única instalación de tratamiento con una línea de envases** que dé servicio a ambas provincias. La provincia "B" tiene una población total de 450.000 habitantes, y cerrará 2015 con una aportación promedio de 10 kg/hab y año, manteniendo un crecimiento anual en las aportaciones y una distribución mensual similares a la provincia "A".

Considerando que el convenio colectivo que aplica al personal de la planta es de 1.700 horas/año, que la planta trabajará a 2 turnos durante 247 días/año, y que tendrá una disponibilidad de línea del 95%, **¿qué capacidad deberá tener la línea de envases?**

a. 3 t/h.
b. 10.000 t/año.
c. 4 t/h.
d. Ninguna de las anteriores.

5. La dirección técnica de "Eficiente" está elaborando el pliego de prescripciones técnicas para el concurso de construcción y explotación de la nueva planta. La composición representativa de los materiales procedentes del contenedor amarillo que se entregarán en la futura planta se mantiene prácticamente constante con los años. En particular, por la última caracterización representativa supondría que:

Material	Envases PET	Envases PEAD	Envases Film	Otros envases plásticos	Brik	Envases Acero	Envases Al	Papel y cartón	Impropios
%	21,06%	15,70%	9,31%	7,44%	9,73%	10,84%	0,86%	6.03%	25,06%

Uno de los principales objetivos planteados por "Eficiente" será conseguir un **85% de efectividad** de recuperación de envases ligeros (excluyendo el papel y cartón) en la planta. ¿Cuál sería el **rendimiento de la planta**? Si la efectividad mínima admisible es del 70% ¿cuál es el **rendimiento por debajo del cual "Eficiente" deberá penalizar a la empresa explotadora**?

a. 63,7 % y 52,5% respectivamente.
b. 63,7 % y 50 % respectivamente.
c. 50 % en ambos casos.
d. Ninguna de las anteriores.

6. Como primer punto técnico a discutir, está el área de almacenamiento de los residuos en la planta. Los técnicos de "Eficiente" constatan que en la actual planta se dispone de un espacio rectangular con dos paredes de apoyo de 3 m de altura.

Teniendo en cuenta que se ha acordado que no habrá recogida selectiva los domingos y la densidad de los residuos descargados en la playa es de 70 kg/m^3. ¿Cuál crees que sería la **solución técnica y económicamente más viable**?

a. Playa de superficie aproximada de 200 m^2.
b. Playa de superficie aproximada de 500 m^2.
c. La solución más rentable económicamente es la construcción de un foso.
d. Ninguna de las anteriores.

7. La Mancomunidad pertenece a la Asociación Nacional de Plantas de Selección de Envases, y a través de ella ha conocido y estudiado con detalle los *Estándares de Diseño y Pago*[3] consensuados por el sector. Una de las cuestiones que se plantea la Mancomunidad, es la luz de malla a utilizar para el cribado de materiales finos. Una luz de malla muy grande supone la pérdida de materiales de pequeño tamaño tales como yogures, alguna lata, envases unidosis,... mientras que una luz de malla muy pequeña supone un considerable coste de mantenimiento para evitar que la malla se tupa.

¿Qué rango de luces de malla debería poner la Mancomunidad?

a. 80-100 mm.
b. 250 mm.
c. 20 mm.
d. 40-50 mm.

8. Si la Mancomunidad decidiese que la nueva planta sea automática, un punto clave a estudiar es la posible secuencia de separadores ópticos.

3 Consultar el documento de "Estándares de Diseño y Pago" de ASPLARSEM y Ecoembes. Disponible en el enlace: http://www.catedraecoembes.upm.es/guiaresiduos/

En ese caso **¿qué configuración de ópticos sería más adecuada para el primer óptico?**

a. Monoválvula plástico / no plástico.
b. Doble válvula PET / CBA.
c. Monoválvula PET.
d. Doble válvula PET / Otros plásticos.

9. La dirección técnica de "Eficiente" está analizando la selección de Film de forma automática. **¿Dónde deben disponerse las bocas de aspiración?**

a. Antes de los separadores ópticos en la corriente de rodantes y tras el triaje de planares.
b. Antes de los separadores ópticos en la corriente de rodantes y en la corriente de planares.
c. Es más rentable económicamente la selección manual del film.
d. Ninguna de las anteriores.

10. Un material de gran valor y que hay que seleccionar es el aluminio, por ello "Eficiente" se ha puesto en contacto con diferentes proveedores de **separadores de Foucault** para analizar su viabilidad. ¿En qué **posición del proceso** se debería implantar?

a. En la corriente de planares.
b. En la corriente de finos.
c. Previo a los separadores ópticos.
d. En el rechazo de la corriente de rodantes.

11. Asimismo, de cara a planificar la plantilla, y considerando los Estándares de Diseño, ¿cuánto **personal de selección** será necesario que contrate el explotador **en cada turno** con el objetivo de llegar al 85 % de efectividad de selección?

a. 1 triador de voluminosos + 4 de control de calidad + 2 de fin de línea.
b. 2 triadores de voluminosos + 5 de control de calidad + 2 de fin de línea.
c. 2 triadores de voluminosos + 6 de control de calidad + 3 de fin de línea.
d. 1 triador de voluminosos + 6 de control de calidad + 2 de fin de línea.

12. Se necesita disponer de información para dimensionar el almacenamiento del rechazo a fin de línea. Suponiendo que la densidad media del material no seleccionado sea de 80 kg/m³, **¿cuánto rechazo generará** la planta?

a. 95 m³ por turno.
b. 8 m³ a la hora.
c. 12,5 m³ a la hora.
d. Ninguna de las anteriores.

RESULTADOS DE CUESTIONARIOS

RESPUESTAS CORRECTAS DEL CUESTIONARIO DEL CASO PRÁCTICO 1

1) **d)** 1 contenedor cada 125 hab.

Producción día = 60.000 x 0,8 = 48.000 kg
Volumen producido = 48.000 kg x 1 m³/120 kg = 400 m³
Dimensionamiento para punta = 400 x 1,2 = 480 m³
480 contenedores de 1.000 lts;
Ratio = 60.000/480 = 1 contenedor cada 125 hab.

2) **c)** 205.

Producción semanal = 60.000 hab. x 10 kg / hab. y año x 1 año / 52 semanas = 11.538 kg.
Volumen semanal = 11.538 kg x 1 m³ / 25 kg = 461 m³ semana producidos.
Volumen disponible por contenedor = 3 m³ x 75% de espacio útil = 2,25
Nº contenedores necesarios = entero (461/2,25) + 1 = 205 contenedores.

3) **b)** 58%.

Producción semanal = 60.000 hab. x 20 kg/hab. y año x 1año / 52 semanas = 23.076 kg.
Volumen que ocupa el residuo = 23.076 kg x 1m³/65 kg = 355 m³.
Volumen instalado = 205 contenedores x 3m³ = 615 m³.
Porcentaje de llenado = 355/615 = 58%.

4) **c)** 1 vez cada dos meses.

Producción anual = 60.000 x 10 = 600.000 kg.
Volumen producido = 600.000 kg x 1m³/200 kg = 3.000 m³.
Volumen disponible de contenedores = 205 cont. x 3m³/cont. x 75% (margen de llenado) = 461 m³ cada vez que vació.
Entero (3.000 m³/año/461 m³/vez) +1 = 6,5 veces año (1 cada dos meses).

5) **c)** 2 de 23 m³.

Producción diaria residuo resto = 400 m³ / día en contenedor. Ej. *(3)*.
Compactación = 400 / 5,6 = 71,42 m³ de caja de camión.
Como cada camión hace 2 viajes = 71,42 / 2 = 35,71 m³ de camión.
Máx. capacidad de carrozado = 23 m³.
Número de camiones = 35,71 / 23= 1,5 camiones = 2 camiones.
Solución posible: 2 de 18 m³.
Solución mejor: 2 de 23 m³ pues así podré asumir puntas de producción.

6) **c)** 24.090 €.

Kilómetros por jornada = 10 (ruta) +25 (1º descarga) + 25 (vuelta)+10 ruta 2+ 25 (2ª descarga) + 25 (vuelta) = 120 kms / jornada.
120 kms x 55 lts / 100 kms = 66 lts.
66 lts x 1€/lt = 66 €/jornada.
66 x 365 = 24.090 €/año.

7) **a)** 2.172 €.

8 neumáticos x (120 kms/jornada x 365 (jornadas/año)) km/año /40.000 km /1 neumático = 8,76 neumáticos
8,76 neumáticos x 300 €/neumáticos/1,21 = 2.171,9 euros.

8)

Coste de adquisición		
	180.000 €	
Costes Fijos		**€/año**
	1 Amortización (10 años)	18.000
	2 Financiación (5%)	4.910
	3 Seguros e impuestos	2.400
	Total costes fijos	25.310
Costes Variables		**€/año**
	4 Combustibles (ver solución 6)	24.090
	5 Lubricantes (10% combustible)	2.409
	6 Reparaciones y mantenimiento	1.800
	7 Neumáticos (ver solución 7)	2.172
	Total costes variables	30.471
	Total costes	55.781

9) **c)** 10,56.

Jornadas operario = 365-52-52-22-14-2 =223 jornadas año.
Absentismo (7%) = 15,61 jornadas/año.
Jornadas efectivas = 223 - 15,61 = 207,39.
Necesito 2 equipos (ver punto 5) 365 días al año.
365/207,39 = 1,76 plantilla por cada puesto de trabajo.
1,76 x 2 conductores = 3,52 conductores.
1,76 x 2 peones x 2 equipos = 7,04 peones.
Total: 10,56.

10) **b)** 223.695 €.

Coste conductor = 1.800 € x 1,386 x 14 = 34.927 € /conductor.
Coste de peón = 1.600 € x 1,35 x 14 = 30.240 € /peón.
Necesidades por equipo de recogida:
1,76 x 34.927 € = 61.471 € conductores
1,76 x 2 x 30.240 € = 106.443 € peones
Total mano de obra = 167.914 €
Total maquinaria = 55.781 € *(ver punto 8)*
Total coste = 223.695 €/equipo

11) **c)** 28,28 €/ton.

Coste total de recogida = 2 x 223.695 € = 447.390 €.
480 cont. x 100 €/cont. = 48.000 €/año.
Total coste = 495.390 €/año.
Toneladas recogidas = 60.000 hab. x 0,8 kg/hab. y día x 365 días x 1ton/1.000 kg = 17.520 ton.
495.390/17.520 = 28,28 €/ton.

12) **c)** 10,72 €/hab.

Total coste servicio de recogida = 447.390 €
Total coste contenedores = 48.000 €
Total servicio = 447.390 € + 48.000 € =495.390 €.
Gg y bi = 18% y 89.170 €
Total = 584.560 €
IVA 10% = 58.456 €
Total = 643.016 €

643.016 € / 60.000 hab. = 10,72 €/hab.

RESPUESTAS CORRECTAS DEL CUESTIONARIO DEL CASO PRÁCTICO 2

1) **b)** Automática.

Con los primeros años manual, y los siguientes automática.

El crecimiento anual es del 3%. Con la producción por habitante, ya en 2013 se superan las 3.000 t/año, por tanto, la planta debe ser automática.

	Año	Kg/hab. año.	Hab	T/año
	2011	9,03	310.000	2.799
	2012	9,30	310.000	2.883
	2013	9,58	310.000	2.970
	2014	9,87	310.000	3.059
	2015	10,16	310.000	3.151
	2016	10,47	310.000	3.245
	2017	10,78	310.000	3.343
+30.000 hab.	2018	11,11	340.000	3.776
	2019	11,44	340.000	3.889
	2020	11,78	340.000	4.006
	2021	12,14	340.000	4.126
	2022	12,50	340.000	4.250
	2023	12,87	340.000	4.377
	2024	13,26	340.000	4.509
	2025	13,66	340.000	4.644

2) **b)** 3,0 t/h.

La planta debe estar diseñada para tratar, con un margen del 10%, las toneladas del mes de mayor producción. Será el mes de diciembre de 2025 con 426 t.

AÑO 2025		
t/año		
		4.644
t/mes		
	Enero	387
	Febrero	387
	Marzo	387
5%	Abril	406
5%	Mayo	406
	Junio	387
	Julio	387
-20%	Agosto	310
	Septiembre	387
	Octubre	387
	Noviembre	387
10%	Diciembre	**426**

Si recordamos la fórmula para establecer la capacidad de diseño:

$$\text{Capacidad de diseño} = 1{,}1 \times \frac{\text{Toneladas en mes de mayor entrada en el año 10}}{\left(\dfrac{\dfrac{\text{días}}{\text{año}} \times 2\,\dfrac{\text{turnos}}{\text{días}} \times \dfrac{\text{h. útiles}}{\text{turnos}}}{12}\right) \times 0{,}95}$$

Aplicando los parámetros del enunciado (ver que se requiere que trabaje a 1,5 turnos y 0,90 de disponibilidad de línea):

$$\text{Capacidad de diseño} = 1{,}1 \times \frac{426}{\left(\dfrac{247 \times 1{,}5 \times 7}{12}\right) \times 0{,}90} = 2{,}41$$

Para dar ese nivel de servicio se requiere una planta de 3 t/h (una de 2 t/h no lo puede absorber).

3) **b)** Aproximadamente a 0,7 turnos.

Aplicando la misma fórmula con los kilos promedio de 2016:

$$3\ \text{t/h} = 1{,}1 \times \frac{3.245/12}{\left(\dfrac{247 \times \text{turnos} \times 7}{12}\right) \times 0{,}90} = 2{,}41$$

Despejando, se obtiene 0,76 turnos.

4) **c)** 4 t/h.

Con un crecimiento del 3% anual, en 2025, año de mayor aportación, recogerá 13,05 kg/hab año, lo que para 450.000 habitantes supone 5.871 toneladas para el caso de la provincia "B". Sumadas a las 4.644 de "A", la planta recibirá 10.515 toneladas en 2025. El mes de mayor aportación será diciembre (+10% respecto a la media) con 964 toneladas. Aplicando la fórmula de capacidad de diseño (ver respuesta 2), se obtiene 3,87 t/h, por tanto, debe tener una capacidad de diseño de 4 t/h.

5) **a)** 63,7 % y 52,5% respectivamente.

Si recordamos,

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Selección envases ligeros (kg)}}{\text{Entradas totales (kg)}}$$

$$\text{Efectividad (\%)} = \frac{\text{Selección envases ligeros (kg)}}{\text{Entradas de envases ligeros (kg)}}$$

Por tanto,

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Efectividad (\%) x entradas eell (kg)}}{\text{Entradas totales (kg)}}$$

Así, para una efectividad de 85%, con una pureza de entradas de envases ligeros del 74,94 sobre un total de 100, resulta un rendimiento del 63,7%. Con la misma fórmula de rendimiento y mismo material de entrada, para una efectividad mínima del 70%, el rendimiento mínimo admisible es del 52,5%.

6) **b)** Playa de superficie aproximada de 500 m².

En la documentación se indicó que el foso no es habitual, salvo para plantas de gran capacidad o uso compartido con fracción resto. El caso del ejemplo no es ninguno de los anteriores, por tanto, se debe descartar el foso. A final del periodo, se generan unas 28,8 t/día. Los lunes deberá haber espacio para almacenar 57 toneladas. Con una densidad de 70 kg/m³ del material descargado, habrá que almacenar un volumen aproximado de 814 m³. Si se cuenta con dos paredes de apoyo y una altura de 3 m, la superficie que ocupará el residuo será superior a 271 m² (814 m³ / 3 m altura) dado que al remontar el residuo con la pala, adquirirá una pendiente natural de caída en la zona en la que no esté apoyado contra la pared. Suponiendo que la pendiente natural de caída sea de 45º y que el residuo esté dispuesto semicircularmente, la zona ocupada por el residuo será del orden de 316 m². Si a esta superficie ocupada por el residuo se suma la necesaria para el paso de los camiones la pala, sería suficiente con una superficie aproximada de 500 m².

7) **d)** 40-50 mm.

Con una luz de malla de 250 mm es evidente que se perderían la práctica totalidad de los envases. También pasarían los envases pequeños tipo yogur, lata, etc. por una malla de 80-100 mm. Sin embargo, una malla de apenas 20 mm se tupiría rápidamente y requeriría continuo mantenimiento. La malla adecuada para finos está entre los 40 y 50 mm, tal y como se puede verificar en los gráficos del documento de *Estándares de Diseño y Pago*.

8) **c)** Monoválvula PET.

En el documento de *Estándares de Diseño y Pago* se puede observar que en el estándar de plantas de 4 t/h el primer óptico es un monoválvula de PET. Información a mayores: la motivación de tal disposición es porque ECOEMBES ha medido un mejor rendimiento de los equipos monoválvula que los doble válvula, y porque para 4 t/h se justifica un óptico que sople un único material cuando éste es abundante, como es el caso del PET.

9) **c)** Antes de los separadores ópticos en la corriente de rodantes y en la corriente de planares.

El film es un material que si no se retira entorpece los procesos posteriores de selección (ver la tabla "Descripción de operaciones y tecnología asociada"). Por tanto, es necesario retirarlo previamente a la cascada de ópticos y a la selección manual de planares (ver diagrama de bloques y balance de materia para estándar de 4 t/h del documento de *Estándares de Diseño y Pago*). Evidentemente, su selección manual requeriría de gran cantidad de mano de obra y nunca sería rentable.

10) **d)** En el rechazo de la corriente de rodantes.

Recurriendo nuevamente a la tabla "Descripción de operaciones y tecnología asociada" y al diagrama de bloques y balance de materia para estándar de 4 t/h del documento de *Estándares de Diseño y Pago*, se puede observar que el separador de inducción siempre debe ir colocado como la última separación automática de la corriente de rodantes.

11) **a)** 1 triador de voluminosos + 4 de control de calidad + 2 de fin de línea.

En el documento de *Estándares de Diseño y Pago* se indica que el personal de proceso de triaje y control de calidad para una planta de 4 t/h debe ser de 1 operario de voluminosos, 4 de control de calidad y 2 operarios de triaje.

12) **d)** Ninguna de las anteriores.

Con el material de entrada (pureza del 74,94%) y efectividad del 85%, el rendimiento de la planta será del 63,7%. Por tanto, irá a rechazo el 36,3%. En un turno de 7 horas, tratando 4 t/h con una disponibilidad de línea del 95%, se tratarán (7 x 4.000 x 0,95) 26.600 kg. De este modo, irán a rechazo (26.600 x 36,3%) 9.656 kg. Aplicando una densidad de 80 kg/m^3, este rechazo supone aproximadamente 120 m^3 por turno, o 17,2 m^3 a la hora.

2ª EDICIÓN
2015

GUÍA TÉCNICA

LA GESTIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES

La *Guía Técnica sobre la Gestión de Residuos Municipales* es fruto de la colaboración entre la Universidad Politécnica de Madrid, la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) y ECOEMBES, y de las líneas de formación en materia de gestión de residuos orientadas a técnicos de las Administraciones Locales que se han desarrollado conjuntamente.

A través de la participación de profesionales del sector, el libro muestra con una visión técnica y un enfoque práctico aspectos tales como la prevención de residuos, los distintos sistemas de recogida y sus costes asociados, así como los diferentes tipos de tratamiento de residuos y valorización, todo ello enmarcado en el contexto legal vigente. Otra parcela de contenido importante está destinada a la fiscalidad, ordenanzas y contratación, y a los procedimientos y criterios a tener en cuenta para la elaboración de pliegos de condiciones.

En esta segunda edición, se mantiene el objetivo de ser un libro de referencia para los técnicos de las Entidades Locales encargados de la gestión de los residuos y cuya dedicación va dirigida a mejorar este servicio prestado a los ciudadanos.

COLABORA

POLITÉCNICA

FEMP
FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MUNICIPIOS Y PROVINCIAS

ECOEMBES

CÁTEDRA ECOEMBES MEDIO AMBIENTE