



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS

León, Julio de 2015

Autor: Alberto Castro Prieto
Tutor: Alberto González Martínez

El presente proyecto ha sido realizado por D./Dña. **Alberto Castro Prieto**, alumno/a de la **Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas** de la **Universidad de León** para la obtención del título de **Grado en Ingeniería de la Energía**.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D./Dña. **Alberto González Martínez**, profesor/a del **Grado en Ingeniería de la Energía**.

Visto Bueno

Fdo.: D./Dña. **Alberto Castro Prieto**

El autor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: D./Dña. **Alberto González Martínez**

El Tutor del Trabajo Fin de Grado

A mi familia, por haber estado siempre dándome su apoyo,
en especial a mi madre, padre y hermano.

A los maravillosos amigos que he hecho al venir a estudiar a León.

A mis compañeros de clase, compañeros de fatigas y muy buenos amigos también.

A Ainoa.

RESUMEN

La correcta gestión de los residuos es de gran importancia en el mundo de hoy. Actualmente se están produciendo más residuos de los que somos capaces de procesar.

Para luchar contra esto, el gobierno propone con su nueva ley (la ley de residuos y suelos contaminados de 2011), una reducción del uso de recursos, su reutilización y su reciclado.

A la hora de su tratamiento, no cabe duda que será más fácil cuánto más separados estén los diferentes tipos de residuos. El grado de separación a la hora de su tratamiento dependerá en sobremanera del sistema de recogida de residuos del país o región; siendo el sistema predominante en España la recogida selectiva por sistemas integrados de gestión (SIG), aunque existen otras como la recogida neumática y la recogida puerta a puerta. El famoso sistema del norte de Europa, que consiste en pagar una fianza por envase para ser recuperada al devolver los envases de los ciudadanos, no se ha visto favorecido con la ley de 2011.

En España aún muchos residuos de categorías muy diversas acaban en el vertedero. Esto es debido a la mala separación en origen a la hora de clasificar los residuos en los contenedores de colores, y hace imposible un aprovechamiento de esos residuos. Además en España no se incinera tanto porcentaje de residuos como en los países bálticos; un método de tratamiento para los residuos que, aunque los reduce de forma considerable, da ciertos problemas como los humos tóxicos o la dependencia de quemar basura.

Por último comentar los diversos problemas que se han generado en diversas partes del mundo que están repletas de basura, como China y el Caribe; problemas de gran contaminación del territorio y de toxicidad para las personas que viven junto y de la basura, de subempleos consistentes en el tratamiento de esos residuos en las condiciones más pobres.

ABSTRACT

Proper waste management is so important in today's world. Actually there are being produced more waste than we are able to process.

To fight against that, government proposes a reduction in resources use, it reuse and it recycling with their new law (the 2011 waste and contaminated soil law).

When is time to it treatment, there is no doubt there is gonna be easier as the waste are better separated. The separation degree at it treatment time will depend greatly on the waste collection system in the country or region; being the predominant system in Spain the separate collection for integrated management systems; although another waste collection system exist in Spain, like pneumatic collection and the of door to door collection system. The famous system in North Europe, which consists on paying a deposit per container to be retrieved when returning containers, has not been favoured by the 2011 law.

A lot of waste categories still finish in the dump in Spain. This is due to the bad source separation at the time of classify waste in the colored containers, and it makes impossible to take advantage of this waste. Further, in Spain not as much percentage is incinerated as much as in Baltic States; a treatment way for waste which, despite it reduces considerably the waste

amount, it gives some problems with toxic fumes or the dependence of burning garbage.

Finally discuss the various problems that have arisen in various parts of the world which are full of garbage, such as China and the Caribbean; major pollution problems of toxicity territory and toxicity problems for the people who lives near the garbage and living garbage, by underemployment which consist on the treatment of that waste in the poorest conditions.

ÍNDICE

1	Introducción	1
2	Legislación.....	3
2.1	Sobre la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.....	3
2.1.1	Objeto	3
2.1.2	Contenidos y materia que no abarca la Directiva	4
2.1.3	Jerarquía de residuos	7
2.1.4	Gestión de residuos	7
2.1.5	Valorización energética.....	8
2.1.6	Autorizaciones y registros.....	9
2.1.7	Fin de la condición de residuo	9
2.1.8	Subproducto.....	10
2.1.9	Planes y programas	10
2.1.10	Contexto.....	11
2.2	Comentarios sobre la nueva ley de residuos: Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados	11
2.2.1	La quinta ley de residuos española	11
2.2.2	Norma cabecera en la normativa de residuos	13
2.2.3	Características de la nueva ley	14
2.2.4	Principales novedades	16
2.2.5	Ley 11/2012, de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente	21
2.2.6	Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.....	26
3	Residuo	30
3.1	Definición	30
3.2	Clasificación.....	30
3.2.1	Clasificación según su estado físico:	30
3.2.2	Clasificación según su procedencia:.....	31
3.2.3	Clasificación según el marco legal, en este caso según la Ley de Residuos:	32
4	Residuos Sólidos Urbanos (RSU) – Residuos domésticos.....	36
4.1	Definición	36
4.2	Origen	36
4.3	Cantidad producida.....	39
4.4	Composición	39
4.4.1	Vidrio.....	41
4.4.2	Papel y cartón	50
4.4.3	Envases.....	56

4.4.4	Biorresiduos	66
4.4.5	Aparatos eléctricos y electrónicos	78
4.4.6	Textil y calzado	86
4.4.7	Pilas y acumuladores.....	91
4.4.8	Aceites de cocina usados	98
4.4.9	Medicamentos	101
4.4.10	Fracción resto.....	106
5	Recogida de los residuos domésticos.....	113
5.1	Actuales sistemas de recogida de los residuos domésticos en España.....	113
5.1.1	Recogida selectiva de residuos domésticos mediante Sistemas Integrados de Gestión (SIG) 114	
5.1.2	Sistema de tecnología neumática	127
5.1.3	Recogida puerta a puerta.....	135
5.2	Sistemas de recogida de basura fuera de España	137
5.2.1	Sistema SDDR (Sistema Depósito Devolución Retorno).....	137
5.3	Costes de la recogida de los residuos domésticos.....	152
5.3.1	Optimización de estrategias de recogida en cuanto a costes	154
5.3.2	Sistemas y herramientas para la recogida de residuos de comida	157
5.3.3	Frecuencia de recogida para residuos residuales (resto).....	158
5.3.4	Tiempo de recogida reducido y optimización de flotas de vehículos de recogida	160
5.3.5	Una evaluación de estrategias maduras y optimizadas	161
5.3.6	Tasas vinculadas a la generación de residuos	162
6	Clasificación de los residuos domésticos en planta	168
6.1	Centros de transferencia	168
6.1.1	Descripción de los centros de transferencia	169
6.2	Centros de tratamiento (CTR).....	171
6.2.1	Zonas del centro de tratamiento	172
6.2.2	Secuencia de actividades en un Centro de Tratamiento	178
6.3	Papel y cartón.....	179
6.3.1	Equipos necesarios para la selección de papel y cartón	180
6.3.2	Descripción del proceso	185
6.4	Envases	189
6.4.1	Fracción de finos, fracción de planares y fracción de rodantes.....	190
6.4.2	Clasificación de la fracción pesada o rodante	196
6.5	Residuos destinados a incineración	209
6.5.1	Tecnología de la incineración.....	210
6.5.2	Ventajas e inconvenientes	216
6.5.3	Uso a nivel mundial.....	217
7	Coste de la recogida, eliminación y tratamiento de residuos.....	218
8	Regiones con niveles críticos de basura	221
8.1	Europa.....	222

8.2	China	224
8.3	Latinoamérica y el Caribe	225
8.4	Los “Gyros”	227
9	Conclusiones.....	228
10	Bibliografía.....	231

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 3.1.– Diagrama para determinar si un residuo es o no peligroso.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 4.1.- Porcentaje de residuos generados al año según las categorías de los actuales cuatro contenedores</i>	<i>40</i>
<i>Figura 4.2.– Comparación de la estructura atómica de un cristal y la estructura atómica del vidrio.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 4.3.- Clasificación de los biorresiduos domésticos en función de su gestión</i>	<i>68</i>
<i>Figura 4.4.- Ejemplo de los diferentes tipos de metales presentes en un teléfono móvil</i>	<i>82</i>
<i>Figura 4.5.- Evolución de la generación de residuos de medicamentos</i>	<i>101</i>
<i>Figura 5.1.– El ciclo de la materia orgánica.....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 5.2.– Funcionamiento del sistema de aspiración neumática fijo.....</i>	<i>128</i>
<i>Figura 5.3.– Funcionamiento del sistema de aspiración neumática móvil</i>	<i>129</i>
<i>Figura 5.4.- Mujer haciendo uso de una máquina SDDR en Alemania</i>	<i>137</i>
<i>Figura 5.5.- Regiones del mundo que han implantado el sistema SDDR (indicadores verdes) y regiones del mundo que tienen iniciativas para implantarlo (indicadores morados)</i>	<i>141</i>
<i>Figura 5.6.– Israel y las regiones europeas que han implantado el sistema SDDR (indicadores verdes) y regiones que tienen iniciativas para implantarlo (indicadores morados)</i>	<i>142</i>
<i>Figura 5.7.– Canadá y los estados de EEUU que han implantado el sistema SDDR (indicadores verdes) y los estados que tienen iniciativas para implantarlo (indicadores morados)</i>	<i>142</i>
<i>Figura 5.8.– Micronesia y los estados de Australia que han implantado el sistema SDDR (indicadores verdes) y los estados que tienen iniciativas para implantarlo (indicadores morados)</i>	<i>143</i>
<i>Figura 6.1.- Proceso de un centro de transferencia de residuos</i>	<i>170</i>
<i>Figura 6.2.– Camión en la báscula del CTR de Palencia.....</i>	<i>173</i>
<i>Figura 6.3.– Camión procedente de un centro de transferencia descargando en el CTR de Palencia</i>	<i>173</i>
<i>Figura 6.4.– Camión de recogida de basura descargando en el CTR de Palencia</i>	<i>174</i>

Figura 6.5.– Pala cargadora recogiendo los residuos depositados en el CTR de Palencia	174
Figura 6.6.– Nave de clasificación del CTR de Palencia	175
Figura 6.7.– Nave de fermentación del CTR de Palencia	175
Figura 6.8.– Compost refinado	176
Figura 6.9.– Balsas de lixiviados en el CTR de San Román de la Vega	176
Figura 6.10.– Filtros de aire en el proceso de compostaje	177
Figura 6.11.– Taques de producción de biogás del CTR de Palencia	177
Figura 6.12.– Generador de electricidad del CTR de Palencia	178
Figura 6.13.– Selector de discos de la empresa Recovery S.A.	182
Figura 6.14.– Varios paper – spike en paralelo	183
Figura 6.15.– Separador óptico de papel y cartón	184
Figura 6.16.- Proceso de separación de papel y cartón en una planta destinada a ello	185
Figura 6.17.– Flujo de papeles y cartones pequeños	187
Figura 6.18.– Cabina de triaje	188
Figura 6.19.– Material prensado	189
Figura 6.20.- Proceso de separación de envases en una planta destinada a ello	190
Figura 6.21.– Aspecto exterior de un separador balístico	193
Figura 6.22.– Esquema de entradas y salidas de un separador balístico	194
Figura 6.23.– Aspecto de la fracción ligera o planar	195
Figura 6.24.– Aspecto de la fracción de los finos	195
Figura 6.25.– Aspecto de la fracción de los finos	196
Figura 6.26.– Imán overband real	199
Figura 6.27.- Overband colocado transversalmente sobre la cinta transportadora	199
Figura 6.28.- Overband colocado longitudinalmente sobre la cinta transportadora	200
Figura 6.29.– Separación mediante el sistema de tambor	200
Figura 6.30.– Separación mediante el sistema de rodillo magnético	201
Figura 6.31.– Separación mediante el sistema de imanes en cascada	201
Figura 6.32.– Separación mediante separadores ópticos	203
Figura 6.33.– Típico separador óptico en un centro especializado en separación de residuos del contenedor amarillo	204

Figura 6.34.– Separador óptico de envases de la marca Titech en un modelo 3D	205
Figura 6.35.– Corrientes de Foucault inducidas en una placa de conductor	206
Figura 6.36.– Cinta separadora de corrientes de Foucault	208
Figura 7.1.– Media del ingreso y gasto del servicio por habitante según el tramo de población	220
Figura 8.1.– Cantidad de residuos (en kg) producidos al año en la UE por habitante...	223
Figura 8.2.- Ubicación de los cinco grandes "Gyros"	227

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 4.1.- Posibles orígenes de la contaminación urbana</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 4.2.- Orígenes de los residuos de vidrio</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 4.3.- Cantidad de residuos de vidrio producido</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 4.4.- Origen de los residuos de papel y cartón</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 4.5.- Cantidad de residuos de papel y cartón producidos</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 4.6.- Origen de los residuos de envases</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 4.7.- Cantidad de residuos de envases producidos</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 4.8.- Origen de los biorresiduos.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 4.9.- Características de la Fracción Orgánica (FO) y la fracción Vegetal (FV) - Poda</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 4.10.- Categorías de los AEE.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 4.11.- Materiales contenidos (en %) en los AEE.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 4.12.- Origen de los residuos textiles y de calzado</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 4.13.- Origen de los residuos de pilas y acumuladores</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 4.14.- Origen de los residuos de aceites usados</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 4.15.- Cantidad de residuos generados para los contenedores azul, amarillo e iglú verde</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 5.1.- Herramientas principales para optimizar estrategias de recogida para residuos de comida</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 5.2.- Propuesta para la frecuencia de recogida de la fracción resto.....</i>	<i>158</i>
<i>Tabla 5.3.- Frecuencia de recogida de diferentes tipos de residuos en Italia</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 5.4.- Coste de recogida de diferentes tipos de residuos en algunas ciudades de Italia.....</i>	<i>162</i>
<i>Tabla 7.1.- Principales indicadores de la EIEL</i>	<i>219</i>

1 Introducción

La cuestión de los residuos afecta en general y de forma horizontal a todas las actividades, personas y espacios, convirtiéndose en problema no sólo por lo que representa en términos de recursos abandonados sino por la creciente incapacidad para encontrar lugares que permitan su acomodo correcto desde un punto de vista ecológico. Esta incapacidad viene determinada no sólo por la excesiva cantidad de residuos que generamos sino por su extraordinaria peligrosidad en determinados casos.

A pesar de generar más residuos que bienes útiles, debido a nuestra baja eficiencia en las actividades económicas, no se conoce ni la cuantía ni la peligrosidad de los mismos. En España no existe una contabilidad de los recursos naturales abandonados en forma de residuos, pero se puede estimar en unos seiscientos millones de toneladas anuales (fuente: UPM) los residuos materiales generados en las actividades de extracción, transformación, distribución y consumo; casi la mitad de esta cifra corresponde tanto a residuos gaseosos (CO₂ neto, en su absoluta mayoría) como a residuos sólidos (en gran parte materia orgánica fermentable).

Una gestión "sostenible" de los recursos naturales traspasa necesariamente el marco espacial de la ciudad y obliga a actuar de forma global y coordinadamente a lo largo de todas las actividades económicas: extracción, transformación, distribución y consumo, integrando en las mismas los objetivos de prevención y aprovechamiento de los residuos con el fin de reducir progresivamente la actividad extractiva y las agresiones ambientales derivadas de la generación de residuos.

Evolucionar hacia una mayor sostenibilidad en la gestión de los recursos implica ser capaz de evaluar la eficiencia alcanzada en términos de ahorro de recursos naturales (tanto materiales como energéticos) y evitación de residuos. La metodología que intenta ponerse a punto actualmente, no sin dificultades, para evaluar comparativamente la eficiencia en el uso de los recursos se basa en el estudio integral del "ciclo de vida" de los productos, con el propósito de conocer el balance económico, energético y ecológico de todo el proceso: extracción, transformación, distribución, consumo, reutilización, reciclaje, disposición final de los residuos (tanto materiales como energéticos). Lógicamente gestionar de forma más sostenible los recursos implica acercarse progresivamente hacia la "producción limpia", objetivo que implica no sólo el menor consumo de recursos (materias primas y energía), sino la drástica disminución de los

residuos gracias a la integración de la reutilización y el reciclaje de los mismos en el proceso productivo; los bienes así producidos deben a su vez ser diseñados para alcanzar una mayor durabilidad (duplicar la vida útil de los objetos significa reducir a la mitad los residuos) en su fase consuntiva y una posterior reciclaje.

No obstante la producción limpia y las estrategias de durabilidad (sólo posibles generalmente en países de alto nivel tecnológico y gran capacidad de planificación e integración social en los sectores productivos) lejos de ser extensible al resto del planeta, sólo está desarrollada en algunos limitados sectores. En España los conceptos de "ecobalance", "producción limpia" o "durabilidad" apenas son manejados fuera de las simples estrategias del "marketing" verde, y la prevención y reducción de residuos no son objetivos aún perseguidos ni por las administraciones públicas ni por los sectores de la producción y el consumo.

El presente Trabajo de Fin de Grado recoge los métodos más adecuados para la selección y separación de los Residuos Domésticos (anteriormente conocidos como Residuos Sólidos Urbanos o RSU) una vez que éstos han llegado a la planta de tratamiento.

Toda automatización que se logre en la separación de los residuos domésticos, por pequeña que sea, supondrá un gran ahorro a largo plazo para la planta, pues estos procesos requieren aún de mucha mano de obra.

Para poder abarcar el tema en toda su plenitud el presente TFG también incluye un apartado en el que se habla de toda la legislación actual concerniente a residuos, tanto a nivel comunitario como a nivel nacional. También se hablará tanto de los residuos en general y sus posibles orígenes, como de los residuos domésticos, también con sus posibles orígenes. Las clases de recogida también son importantes de cara a la separación que luego debe hacerse en planta de los residuos. Finalmente se expodrán todos los procesos que existen y aquellos que están en desarrollo para la más óptima separación de residuos domésticos.

2 Legislación

En el presente punto se tratará toda la legislación referente a residuos que afecta al país, se tratará por tanto la legislación a nivel comunitario y la legislación a nivel nacional.

2.1 Sobre la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas

2.1.1 Objeto

La nueva Directiva simplifica la legislación comunitaria dado que sustituye a tres directivas en vigor: la Directiva marco sobre residuos, la Directiva sobre productos peligrosos y la Directiva sobre los aceites usados.

Esta nueva Directiva expresa, a través del Parlamento Europeo y del Consejo, la necesidad de regular expresamente determinados aspectos básicos de la gestión de residuos como:

- La necesidad de disminuir la generación de residuos, con el refuerzo de las disposiciones sobre prevención, con la obligación que los Estados miembros creen programas nacionales de prevención.
- El establecimiento de nuevos objetivos de reciclaje que deberán ser conseguidos por los Estados miembros para el año 2020, incluidos un porcentaje de reciclaje del 50% en los residuos domésticos y similares y del 70% en los residuos de la construcción.
- El establecimiento de una jerarquía clara en la gestión en cinco categorías, según la cual la prevención es la mejor opción, seguida de la reutilización, el reciclaje, otras formas de valorización –incluida la valorización energética y la eliminación segura como último recurso.
- La Directiva fija por primera vez los límites de eficiencia energética a partir de los que la incineración de residuos municipales se puede considerar como una operación de valorización energética.

- Clarifica diversas definiciones importantes y determina cuándo se ha de considerar residuo cualquier sustancia u objeto resultante de un proceso de producción.
- Incide en el principio de la responsabilidad del productor.

La finalidad de toda la normativa sobre residuos que le Unión Europea saca a delante podría resumirse, según palabras de la UE, de la siguiente manera:

“Cada año se producen casi dos mil millones de toneladas de residuos en los Estados miembros, incluidos residuos especialmente peligrosos, y esta cifra no deja de aumentar. El almacenamiento de estos residuos no es una solución sostenible y su destrucción no resulta satisfactoria debido a los desechos que se producen como derivados y a los residuos muy concentrados y contaminantes. La mejor solución sigue consistiendo en prevenir la producción de residuos y en reintroducirlos en el ciclo de producción mediante el reciclado de sus componentes cuando existan soluciones sostenibles desde los puntos de vista ecológico y económico”.

2.1.2 Contenidos y materia que no abarca la Directiva

La presente Directiva establece un marco jurídico para el tratamiento de los residuos en la Unión Europea. Su objetivo es proteger el medio ambiente y la salud humana mediante la prevención de los efectos nocivos que suponen la producción y la gestión de residuos.

Se excluyen del ámbito de aplicación de la Directiva los siguientes residuos:

- Efluentes gaseosos
- Residuos radiactivos
- Explosivos desclasificados
- Materias fecales

- Aguas residuales
- Subproductos animales
- Cadáveres de animales que hayan muerto de forma diferente al sacrificio
- Residuos procedentes de recursos minerales

Todos los residuos anteriormente nombrados, que no están regulados por la directiva 2008/98/CE, tienen su propia normativa para sentar las bases para su correcta regulación y tratamiento en la Unión Europea. El resto de normativa comunitaria sobre residuos es la siguiente:

- Marco general
 - Estadísticas de gestión de residuos
 - Vertido de residuos
 - Incineración de residuos
 - Traslados de residuos
 - Estrategia sobre la prevención y el reciclado de los residuos
 - Gestión de los biorresiduos en la Unión Europea
- Residuos peligrosos
 - Convenio de Basilea
 - Gestión controlada de los residuos peligrosos (hasta finales de 2010)Archivos
- Residuos generados por los bienes de consumo
 - Los envases y sus residuos

- Eliminación de los policlorobifenilos y policloroterfenilos
- Eliminación de las pilas y acumuladores usados
- Vehículos al final de su vida útil
- Reutilización, reciclado y valorización de los vehículos de motor
- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
- Sustancias restringidas en aparatos eléctricos y electrónicos
- Residuos generados por la actividad humana
 - Emisiones industriales
 - Prevención y control integrados de la contaminación (hasta 2013)
 - Gestión de los residuos de las industrias extractivas
 - Estrategia para mejorar el desguace de los buques
 - Retirada y eliminación de instalaciones marítimas de petróleo y gas en desuso
 - Utilización de lodos de depuradora en agricultura
 - Instalaciones portuarias receptoras de desechos generados por buques y residuos de carga
 - Dióxido de titanio
 - Eliminación de los residuos industriales de dióxido de titanio
 - Supervisión y control de los residuos de dióxido de titanio
 - Reducción de la contaminación provocada por los residuos industriales de dióxido de titanio
- Residuos y sustancias radiactivos

- Movimientos de residuos radiactivos: vigilancia y control
- Traslado de sustancias radiactivas
- Situación en 1999 y perspectivas de la gestión de residuos radiactivos
- Gestión del combustible nuclear gastado y los residuos radioactivos

2.1.3 Jerarquía de residuos

Con el fin de proteger mejor el medio ambiente, los Estados miembros deberán adoptar medidas para tratar los residuos de conformidad con la siguiente jerarquía de prioridades:

- Prevención
- Preparación para la reutilización
- Reciclado
- Otro tipo de valorización, por ejemplo, la valorización energética
- Eliminación

Los Estados miembros podrán poner en marcha medidas legislativas destinadas a reforzar esta jerarquía en el tratamiento de los residuos. En todo caso, deberán garantizar que la gestión de los residuos no ponga en peligro la salud humana ni perjudique el medio ambiente.

2.1.4 Gestión de residuos

Cualquier productor o poseedor de residuos deberá realizar el tratamiento de los residuos por sí mismo o encargar su realización a un negociante o a una entidad o empresa. Los Estados miembros podrán cooperar, cuando sea necesario, para establecer una red de instalaciones de eliminación de residuos. Dicha red estará concebida de tal

manera que permita a la Comunidad en su conjunto llegar a ser autosuficiente en materia de eliminación de residuos.

Los residuos peligrosos deberán ser almacenados y tratados en unas condiciones que aseguren la protección del medio ambiente y de la salud humana. Además, en ningún caso deberán ser mezclados con otras categorías de residuos peligrosos y deberán estar envasados o etiquetados conforme a las normas internacionales o comunitarias.

2.1.5 Valorización energética

La Directiva establece un criterio más claro de cuándo la incineración de residuos municipales puede ser considerada una operación de valorización energética.

De esta forma, en la lista de operaciones de valorización se especifica cuándo el tratamiento térmico (incineración) de residuos municipales puede ser considerado una operación de valorización y cuándo ha de ser considerado, porque no cumple los límites de eficiencia energética establecidos, una operación de eliminación.

La incineración o co-incineración con valorización energética sólo podrá efectuarse si esta valorización de energía presenta un alto nivel de eficiencia energética. Como dato, decir que dicha eficiencia energética deberá ser mayor de 0.6 si se trata de instalaciones aún en funcionamiento que fueron autorizadas a operar antes de la legislación comunitaria del 1 de Enero de 2009; o deberá ser mayor de 0.65 si se trata de instalaciones que fueron autorizadas a operar después del 31 de Diciembre de 2008.

A pesar de que uno de los objetivos de la negociación de la Directiva, en un inicio, fue poder establecer objetivos para distinguir claramente la valorización de la eliminación, especialmente en casos de tratamiento térmico de residuos, la Directiva sólo establece un criterio claro para definir la valorización energética de los residuos municipales. Para el resto de residuos, aunque es previsible un tratamiento semejante, no se establecen límites y, por tanto, de momento se ha de seguir trabajando con los criterios fijados por el Tribunal de Justicia de la UE para distinguir ambas operaciones.

2.1.6 Autorizaciones y registros

Toda aquella entidad o empresa que quiera tratar residuos deberá obtener una autorización de las autoridades competentes, las cuales se encargarán de determinar la cantidad y el tipo de residuos tratados, el método utilizado, así como las operaciones de seguimiento y control.

2.1.7 Fin de la condición de residuo

El artículo 6 de la Directiva indica que se han de establecer criterios para determinar cuándo un residuo que ha estado sometido a operaciones de recuperación, incluidas el reciclaje, ha de dejar de ser considerado residuo.

Para fijar estos criterios se ha de tener en cuenta:

- Si la sustancia u objeto se utiliza normalmente para finalidades específicas.
- Si existe mercado o demanda para esta sustancia u objeto.
- Si cumple los requisitos técnicos para su uso específico y cumple la normativa y estándares aplicables a los productos.
- Si su uso no causa efectos negativos sobre el medio o la salud de las personas.

Los criterios han de incluir, cuando sea necesario, valores límites para los contaminantes y han de tener en cuenta los posibles efectos negativos sobre el medio ambiente. Como mínimo se han de establecer criterios para los conglomerados, papel, vidrio, metal, neumáticos y textiles.

Cuando un residuo deja de tener la consideración de residuo también pierde esta consideración para el cumplimiento de los objetivos de las directivas de envases, RAES, VFU y pilas.

Mientras estos criterios no estén definidos, los Estados miembros pueden decidir caso por caso cuándo un residuo ha dejado de ser residuo teniendo en cuenta la jurisprudencia aplicable y han de notificar estas decisiones a la Comisión.

2.1.8 Subproducto

El artículo 5 de la Directiva indica que cualquier sustancia u objeto resultante de un proceso de producción que no tenía como objetivo principal la producción de esta sustancia u objeto, puede no ser considerado residuo cuando se cumplan las condiciones siguientes:

- El uso posterior de la sustancia u objeto es cierto.
- Puede ser usado directamente sin ninguna otra transformación fuera de la práctica industrial habitual.
- La sustancia u objeto se produce como una parte integral del proceso de producción.
- Su uso ulterior es legal, es decir, la sustancia u objeto cumple los requisitos pertinentes para los productos y la protección ambiental y de la salud, y no pueden conducir a efectos negativos sobre el medio o la salud de las personas.

Sobre esta base, la Comisión ha de determinar los criterios que han de cumplir objetos y sustancias específicas para poder ser considerados subproductos.

2.1.9 Planes y programas

Las autoridades competentes deberán establecer uno o varios planes de gestión de residuos, de modo que cubran todo el territorio del Estado miembro correspondiente. Estos planes deberán incluir, en particular, el tipo, la cantidad y la fuente de los residuos, los sistemas existentes de recogida y los criterios de emplazamiento.

Asimismo, deberán elaborarse programas de prevención, cuya finalidad será romper el vínculo entre el crecimiento económico y los impactos medioambientales asociados a la generación de residuos.

Los Estados miembros deberán notificar estos planes a la Comisión Europea.

2.1.10 Contexto

La producción de residuos aumenta cada vez más en la Unión Europea. Por este motivo, es esencial delimitar ciertas nociones básicas, como la recuperación de energía y la eliminación, con el fin de regular mejor las actividades de gestión de residuos.

Además, es necesario reforzar las medidas en materia de prevención y reducción del impacto medioambiental que tienen la producción y la gestión de residuos. El objetivo último es fomentar la valorización de los residuos para preservar los recursos naturales.

Esta Directiva deroga las Directivas 75/439/CEE, 91/689/CEE y 2006/12/CE.

2.2 Comentarios sobre la nueva ley de residuos: Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados

2.2.1 La quinta ley de residuos española

La ley 22/2011, de 28 de Julio, de residuos y suelos contaminados (LRSC, en adelante) es la quinta ley de residuos en la historia de la legislación nacional.

La primera ley de residuos a nivel nacional fue la ley 19/1975, de deshechos y residuos sólidos urbanos. La imposición de normas por la Unión Europea a nivel comunitario obligó a completar la ley del 75 con una nueva ley, llamada ley 20/1986, de 14 de Mayo de residuos tóxicos y peligrosos. Dichas leyes estuvieron vigentes hasta su derogación por la ley 10/1998, de 21 de Abril, de residuos. Poco antes se había aprobado otra ley relativa a los envases, que fue derogada en parte por la nueva LRSC.

Excepto la primera de las leyes de residuos españolas, todas las demás han tenido que adaptarse a las directivas comunitarias. La LRSC es una adaptación a la directiva comunitaria 2008/98/CE, del Parlamento Europeo y Consejo de 19 de Noviembre.

El objeto de la LRSC es el siguiente (artículo 1):

“Esta ley tiene por objeto regular la gestión de los residuos impulsando medidas que prevengan su generación y mitiguen los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados a su generación y gestión, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos. Tiene así mismo, como objeto, regular el régimen jurídico de los suelos contaminados”.

Al igual que hizo la anterior ley 10/1998 de residuos, se incluye también la regulación legal de los suelos contaminados, sólo que ahora se incorpora al título de ley. Por tanto, la nueva ley regula los residuos y los suelos contaminados.

Según el artículo 1 de la RLSC, la ley tiene tres finalidades prioritarias:

- Prevenir la generación de residuos.
- Mitigar los impactos adversos en la salud humana y el medio ambiente asociados a su generación y gestión.
- Mejorar la eficiencia del uso de los recursos

Éstos objetivos principales también lo eran de la anterior ley.

El presente trabajo se centrará en los aspectos relativos a los residuos, y no en los suelos contaminados, por no tener éstos últimos relación con el tema principal del TFG.

2.2.2 Norma cabecera en la normativa de residuos

Tanto la Directiva europea, como la LRSC, se caracterizan por tener una estructura muy sectorializada. A partir de una norma general relativa a todo tipo de residuos, se ramifican en una serie de disposiciones relativas, bien a tipos específicos de residuos o bien a actividades de gestión de residuos. Es decir, que en ellos se puede apreciar una doble sectorización normativa:

En primer lugar, una sectorialización relativa a las actividades de gestión de residuos que trata de garantizar que dichas actividades se realicen en condiciones óptimas desde el punto de vista sanitario y ambiental. Son las normas que se ocupan de los requisitos técnicos y jurídicos exigibles a determinadas operaciones de gestión: normas sobre la incineración de residuos, sobre vertederos, sobre traslados transfronterizos de residuos, etc.

En segundo lugar, la sectorialización por categorías específicas de residuos. Ésta se fundamenta en la consecución de los objetivos de la política de residuos. La peligrosidad, las dificultades de gestión, la cantidad o volumen generado son los factores que empujan a establecer un régimen especial para un tipo determinado de residuo. Existen así normas relativas a residuos peligrosos, a los envases y residuos de envases, a las pilas y acumuladores, a los vehículos fuera de uso, etc.

La abundante y dispersa normativa de residuos hace más necesaria que en otros casos la presencia de una norma cabecera del grupo normativo que dé coherencia al mismo. Las normas cabecera de grupo normativo cumplen una triple función: orientadora, porque contiene los criterios conforme a los cuales debe ser desarrollado e interpretado; preservadora, frente a modificaciones fortuitas; y economizadora, porque mediante simples referencias a la norma cabecera se evitan las reiteraciones normativas.

Ese triple papel –orientador, preservador y economizador– es el que debe cumplir la LRSC.

La función que con mayor claridad realiza la LRSC es la de orientar mediante el establecimiento de directrices. En este aspecto, en la LRSC encontramos los objetivos de la política de residuos (art. 8), los instrumentos (art. 14) y las medidas de dicha política

(art. 21), sino también al incluir objetivos cuantitativos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización (art. 22).

La función preservadora del grupo normativo queda reflejada en el carácter meramente habilitante de muchos de sus preceptos. Esas habilitaciones generales exigen que las medidas concretas sean precisadas en cada norma relativa a específicos tipos de residuos, por ejemplo, en relación con las obligaciones de los gestores de residuos (arts. 17, 18, 20) o con la responsabilidad ampliada del productor del producto (art. 31). Al permitir que su concreción sea hecha en normas de nivel reglamentario facilita que esas obligaciones vayan evolucionando y adaptándose a las cambiantes circunstancias sin tener que acudir a los lentos y complejos procesos de reforma legal.

Finalmente, la función economizadora también es patente en la LRSC. En ella se encuentran definiciones conceptuales (arts. 3 a 6), la proclamación de los principios de la política de residuos (arts. 7 a 11), los instrumentos de la política de residuos (arts. 14 a 16), las obligaciones generales del productor y poseedor inicial (arts. 17 y 18) y de los gestores de residuos (art. 20), así como la regulación de la responsabilidad, vigilancia, inspección y control de residuos (arts. 42 a 44). Todas estas determinaciones generales evitan tener que establecerlas para cada regulación específica de concretos tipos de residuos, logrando con ello economizar las dimensiones del ordenamiento de los residuos.

2.2.3 Características de la nueva ley

La LRSC se caracteriza por los siguientes puntos:

- Gran cantidad de normativa. La LRSC consta de 56 artículos, 15 disposiciones adicionales, 8 disposiciones transitorias, 1 disposición derogatoria, 4 disposiciones finales y 12 anexos. No sólo hay más normas que en la anterior LR, sino que también las nuevas normas tienen mayor profundidad. La ley 10/1998, fue una ley que se caracterizó por ser principalmente orientativa, siendo muchas de sus normas muy abiertas y ambiguas. La LRSC es mucho más concreta en las obligaciones que impone, aunque al igual que la ley 10/1998 también deja apartados susceptibles de ser concretados en el futuro.

- Mejora de la claridad y de la sistemática. Uno de los objetivos de la LRSC ha tratado de ser más claro conceptualmente y de mejorar su sistemática (por ejemplo, al agrupar y distinguir las obligaciones de las distintas operaciones de gestión de los residuos).
- Ampliación de la regulación. Ahora sí está regulado todo el ciclo de vida de los materiales. Las anteriores leyes ya lo regulaban, aunque de manera muy abierta. Ahora se le han asignado responsabilidades al productor, estableciendo objetivos cuantitativos de reutilización, reciclaje y valorización. Dichas responsabilidades podrán afectar al diseño del producto, su composición, comercialización o cualquier otro tipo de característica.
- Simplificación de las cargas a costa de aumentar el control de las actividades. La LRSC ha pretendido una simplificación de cargas, sustituyendo una parte de los requerimientos de autorizaciones de la anterior ley por comunicaciones. Esto ha afectado por ejemplo al transporte de residuos peligrosos; pero en este caso y otros tantos, no siempre implica una reducción de controles, simplemente cambian los mecanismos de control.

Pero ahora, en algunos casos, deben comunicarse operaciones que antes no estaban sujetas a intervención alguna (como la producción de residuos no peligrosos y las actividades de los agentes y negociantes de residuos). Se ve cómo mientras algunas de las cargas de gestión se aligeran, otras adquieren unas cargas que antes no tenían.

También comentar que se ha aumentado la potestad de las diferentes administraciones que intervienen en el proceso (inspección, sanción, reparación de daños, etc.). La regulación de dichas potestades se encuentra en el Título VII de la LRSC. Se incluye como novedad la posibilidad de ejercitar medios para la ejecución forzosa en el caso de que infractores de la ley no indemnicen o reparen los daños que hayan causado.

- Centralización. Mediante la LRSC se crean una serie de elementos centralizadores, como son la fijación de unos objetivos nacionales sobre reciclado, la creación de una Comisión de coordinación en materia de residuos o la creación de un Registro de producción y gestión de residuos, único para todo el país.

2.2.4 Principales novedades

Se presentan a continuación los aspectos principales de la LRSC, señalando sus principales novedades respecto de la anterior legislación. Como ya se mencionó anteriormente, no se van a tratar los suelos contaminados por no estar muy relacionados con el tema del presente TFG.

- Más y más concretas definiciones: la LRSC contiene un total de 26 definiciones, frente a las 18 de su predecesora, la LR. De las 26 definiciones, 20 se han tomado de la Directiva, las otras 6 son propias de la LRSC. Lo positivo de esto es la mayor clarificación respecto de la anterior ley, al haber más definiciones, y algunas de las que ya había, haber sido concretadas.
- Distribución de las competencias y de la organización: El artículo 12 de la LRSC establece las competencias para las tres administraciones territoriales (estado, autonomía y localidad). No hay novedades destacables para las dos primeras, pero sí para el ámbito local. La innovación más destacable consiste en la creación de la Comisión de coordinación en materia de residuos, en la que participará la Administración General del Estado, de todas las CCAA y de representantes de las entidades locales, con importantes funciones consultivas y decisorias (como, por ejemplo, en relación con las autorizaciones de los sistemas colectivos de responsabilidad ampliada del productor).
- Desaparición de los Residuos Sólidos Urbanos en detrimento de los Residuos Domésticos: la LRSC acaba con la definición de residuo sólido urbano y pasan a ser residuos domésticos. Los residuos sólidos urbanos constituyeron durante mucho tiempo una categoría de residuos de derecho común (pues comprendía todos aquellos residuos que no tuvieran un régimen específico). Ahora que esos residuos son denominados residuos urbanos, se han reducido los tipos de residuos incluidos en dicho concepto, pues no todos los residuos no peligrosos pertenecen a esa categoría, sino sólo aquellos que, por su naturaleza o composición, sean asimilables a los residuos generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios.

Se incluyen también otros residuos producidos en los hogares que se mencionan expresamente como los que se generan 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.

Finalmente, sí se clasifican como residuos domésticos a los *“procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados”*.

Por otro lado, la LRSC incluye sendas definiciones para los residuos industriales y los residuos comerciales. Estos tipos de residuos, tradicionalmente clasificados como urbanos, abandonan el ámbito del servicio obligatorio municipal de gestión de residuos. Ahora, los residuos comerciales no peligrosos y los residuos domésticos generados en las industrias *“podrán ser gestionados por las entidades locales en los términos que establezcan las ordenanzas”*. Ello *“sin perjuicio de que los productores de estos residuos puedan gestionarlos por sí mismos”*. Esto implica que a partir de ahora la gestión de los residuos comerciales no está incluida en los servicios municipales obligatorios y su gestión corresponde a los productores, salvo que las entidades locales decidan gestionarlos. Si así fuere se fijarán las condiciones a las que quedan sujetos los productores en las correspondientes ordenanzas.

- Nuevo régimen de autorizaciones: entre las novedades más relevantes de la LRSC se encuentra la instauración de un nuevo régimen de autorizaciones. La LRSC es mucho más detallada al precisar el contenido de las solicitudes y de las autorizaciones. También es novedosa la exigencia de una inspección previa para el otorgamiento de las autorizaciones. En cuanto al procedimiento, amplía el plazo máximo de resolución a 10 meses y expresamente –cosa que no hacía la LR– establece que el silencio administrativo dará sentido negativo o desestimatorio a una petición de autorización.
- Incorporación de las comunicaciones previas como forma de intervención: para poder comenzar a operar, quedan sometidas a comunicación previa las siguientes actividades:
 - La recogida de residuos sin una instalación asociada
 - El transporte de residuos con carácter profesional
 - Los negociantes o agentes
 - La producción de residuos peligrosos (antes sometidas a autorización)
 - La generación de más de 1000 t/año de residuos no peligrosos

- Las actividades de eliminación o valorización que hayan quedado exentas de autorización (eliminación de residuos no peligrosos en el lugar de producción o de valorización de residuos no peligrosos)
- Disposiciones sobre el ciclo integral de los productos: la Directiva comunitaria se muestra muy ambiciosa al incluir entre sus objetivos el de transformar la UE en un sociedad del reciclado, reforzando el valor económico de los residuos y su utilización como un recurso. La LRSC no se muestra tan rotunda en sus propósitos aunque, evidentemente, incorpora todas las disposiciones previstas en la Directiva para dicho fin.

Una de las más llamativas es el establecimiento de unos objetivos cuantitativos de reutilización, reciclado y valorización (art. 22). Otras medidas son la imposición de obligaciones a las Administraciones públicas de adoptar Programas de prevención de residuos (art. 15) y de adoptar políticas de contratación y compras públicas sobre el uso de productos reutilizables y de materiales fácilmente reciclables (art. 16.2). También se pueden incluir en este apartado las medidas de fomento de la recogida selectiva y la preparación para la reutilización, reciclado y valorización de los residuos (art. 21), la promoción de diversas medidas sobre los biorresiduos (art. 24) y, por último, la responsabilidad ampliada del productor, punto que se trata a continuación.

- La responsabilidad ampliada del productor del producto: en la LR ya se preveía la posibilidad de imponer determinadas obligaciones relacionadas con la producción y comercialización de los productos de los que luego se derivan residuos y con la propia gestión de esos residuos, a los responsables de la puesta en el mercado de esos productos. La LRSC dedica todo su título IV a enumerar y sistematizar estas obligaciones. Para el cumplimiento de dichas obligaciones la RSC admite dos métodos: los sistemas colectivos (creados por la asociación de varios productores y distribuidores) y los sistemas individuales. Los primeros equivalen a los antiguos “sistemas integrados de gestión” y se someten a autorización, previo informe de la Comisión de Coordinación en materia de residuos. Los individuales quedan sometidos únicamente a comunicación previa. El régimen autorizatorio de los sistemas colectivos está regulado de forma bastante confusa, por lo que es bastante probable que se cambie en un futuro.
- Registros y archivos. La LR preveía la existencia de registros administrativos para la inscripción de aquellas actividades de gestión no sometidas a autorización administrativa (arts. 14.2 y 15). La LRSC prevé además un Registro nacional de producción y gestión de residuos que será compartido y único en todo el territorio nacional, en el que se inscribirán todas las comunicaciones y autorizaciones (art.

39). Además se exige a las empresas registradas que lleven un archivo cronológico sobre la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos (art. 40) y, en el caso de las sometidas a autorización, la obligación de remitir anualmente una memoria resumen de la información contenida en el archivo cronológico (art. 41).

- Reforzamiento del control y la vigilancia: la LRSC atribuye a las Administraciones competentes nuevas potestades para el restablecimiento de la legalidad ambiental con las que pueden cerrar el establecimiento, paralizar la actividad o suspenderla temporalmente cuando no se cuente con las pertinentes autorizaciones, declaraciones o registros, o no se ajusten las actividades a lo declarado o a las condiciones impuestas en la autorización.
- La conexión del cambio climático con los residuos: el cumplimiento de los objetivos de reducción y valorización establecidos en el futuro marco legal redundará positivamente en la mitigación del cambio climático. Pero ya en el proceso de aprobación de la LRSC, una crítica común de los distintos grupos parlamentarios al Proyecto de ley fue la ausencia de alusiones al cambio climático. Finalmente, se aceptaron algunas enmiendas que enriquecieron el texto del proyecto de ley al conectar el problema de los residuos con el cambio climático. Concretamente hay siete alusiones expresas al cambio climático y alguna otra indirecta. Esas alusiones comprenden el establecimiento de un principio de coherencia y supeditación de la política de residuos con la política de cambio climático y de tres ámbitos en los que puede materializarse dicho principio. Dichos ámbitos son los siguientes:

- Principio de coherencia y supeditación de la política de residuos a la política de cambio climático: cuya intención es, según la Directiva:

“Transformar la Unión Europea en una sociedad del reciclado y contribuir a la lucha contra el cambio climático”.

No se recoge esa finalidad en el artículo 1 de la LRSC al establecer el objeto de la ley. Sin embargo, la genérica alusión de la exposición de motivos se concreta en el principio establecido en el artículo 7.2:

“Las medidas que se adopten en materia de residuos deberán ser coherentes con las estrategias de lucha contra el cambio climático”.

Esa coherencia puede exigir incluso que no se siga estrictamente la jerarquía de residuos tal y como admite el artículo 8.2. Por lo tanto, el

principio postula no solo la coherencia de la política de residuos con la política de cambio climático, sino también la subordinación de la primera a la segunda.

- Coherencia de los planes de residuos con los compromisos en materia de cambio climático: el principio de coherencia se concreta en los planes y programas de gestión de residuos. Se ordena que en la elaboración de los planes y programas de gestión de residuos se valoren *“aquellas medidas que incidan de forma significativa en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero”* (art. 14.4).
- Finalidad de las medidas e instrumentos económicos: las medidas económicas, financieras y fiscales podrán establecerse *“para fomentar la prevención de la generación de residuos, implantar la recogida separada, mejorar la gestión de los residuos, impulsar y fortalecer los mercados del reciclado, así como para que el sector de los residuos contribuya a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Con estas finalidades podrán establecerse cánones aplicables al vertido y a la incineración de residuos domésticos”* (art. 16.1). Además, la disposición adicional 14ª advierte que deberán *“tenerse en cuenta las peculiaridades de las pequeñas y medianas empresas”*. Es decir, que tanto si se establecen cánones o tasas, como si se prevén ayudas y subvenciones, las pequeñas y medianas empresas deberán tener un trato especial y más favorable.
- Compensación e intercambio de cuotas de emisión de gases de efecto invernadero entre administraciones. La disposición adicional 10ª prevé que en el plazo de un año desde la entrada en vigor de la ley, el Gobierno remita a las Cortes Generales *“un Proyecto de Ley en el que se establezcan sistemas de compensación e intercambio de cuotas de emisión de gases de efecto invernadero asociadas al sector residuos entre administraciones”*. Y el inciso final vuelve a recordar el principio de coherencia: *“El techo global de emisiones asociado a estas cuotas deberá ser coherente con los compromisos de reducción de emisiones asumidos por España”*.

Parece ser que se ya está asentado un principio de coherencia y relación de la política de residuos a la política de cambio climático, la cual deberá presidir todas las actuaciones que se desarrollen en el futuro en el sector de los residuos

2.2.5 Ley 11/2012, de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente

La Ley 11/2012 ha modificado ligeramente la LRSC. El artículo tercero de la Ley 11/2012 reza lo siguiente:

“La Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, queda modificada en los siguientes términos:

Uno. Se modifica el artículo 21 en los siguientes términos:

a) El apartado 1 del artículo 21 queda redactado como sigue:

«1. Las autoridades ambientales en su respectivo ámbito competencial y en atención a los principios de prevención y fomento de la reutilización y el reciclado de alta calidad, adoptarán las medidas necesarias para que se establezcan sistemas prioritarios para fomentar la reutilización de los productos, las actividades de preparación para la reutilización y el reciclado. Promoverán, entre otras medidas, el establecimiento de lugares de almacenamiento para los residuos susceptibles de reutilización y el apoyo al establecimiento de redes y centros de reutilización. Asimismo, se impulsarán medidas de promoción de los productos preparados para su reutilización y productos reciclados a través de la contratación pública y de objetivos cuantitativos en los planes de gestión.»

b) Se suprime el apartado 2.

c) Los apartados 3, 4, 5 y 6, pasan a ser los apartados 2, 3, 4 y 5 respectivamente.

Dos. Se modifica el apartado 3 del artículo 25, que queda redactado de la siguiente manera:

«3. Los operadores que vayan a realizar un traslado de residuos para destinarlos a operaciones de eliminación deberán presentar una notificación previa a las autoridades competentes de la Comunidad Autónoma de origen y de la de destino.

Asimismo deberán presentar una notificación previa a las mismas autoridades los operadores que vayan a realizar un traslado para la valorización de residuos domésticos mezclados, de residuos peligrosos y de los residuos para los que reglamentariamente se determine. Las notificaciones podrán ser generales con la duración temporal que se determine reglamentariamente o podrán referirse a traslados concretos. A los efectos de la presente Ley se entenderá por operador el definido como notificante en el artículo 2.15 del Reglamento (CE) N.º 1013/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de junio de 2006, relativo al traslado de residuos.»

Tres. Se modifica la letra d) del apartado 2 del artículo 31, que queda redactada en los siguientes términos:

- d) «Establecer sistemas de depósito que garanticen la devolución de las cantidades depositadas y el retorno del producto para su reutilización o del residuo para su tratamiento en los casos de residuos de difícil valorización o eliminación, de residuos cuyas características de peligrosidad determinen la necesidad del establecimiento de este sistema para garantizar su correcta gestión, o cuando no se cumplan los objetivos de gestión fijados en la normativa vigente.»*

Cuatro. Se incluye un párrafo final al apartado tercero del artículo 31:

«La implantación de sistemas de depósito, devolución y retorno de residuos se establecerá con carácter voluntario, con el límite de los supuestos contemplados en el artículo 31.2.d).»

Cinco. El apartado 3 del artículo 32 queda redactado como sigue:

«3. Los productores que opten por un sistema colectivo para el cumplimiento de las obligaciones derivadas de la responsabilidad ampliada constituirán una asociación de las previstas en la Ley Orgánica 1/2002, de 22 de marzo, reguladora del Derecho de Asociación, u otra entidad con personalidad jurídica propia sin ánimo de lucro. Los sistemas colectivos ajustarán su funcionamiento a las reglas propias de la figura jurídica elegida para su creación garantizando, en todo caso, la

participación de los productores en función de criterios objetivos, así como sus derechos a la información, a la formulación de alegaciones y a su valoración, de conformidad con lo que reglamentariamente se establezca.

Los sistemas colectivos deberán solicitar una autorización previa al inicio de su actividad. El contenido mínimo de la solicitud será el previsto en el anexo X y se presentará ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde el sistema tenga previsto establecer su sede social.

Una vez comprobada la integridad documental del expediente, la solicitud de autorización será remitida a la Comisión de coordinación en materia de residuos para su informe con carácter previo a la resolución de la Comunidad Autónoma. La Comunidad Autónoma concederá, si procede, la autorización en la que se fijarán las condiciones de ejercicio. La autorización será válida para todo el territorio nacional y se inscribirá en el Registro de producción y gestión de residuos. Las condiciones de ejercicio y la autorización deberán ajustarse a los principios previstos en el artículo 9 de la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. El plazo máximo para la tramitación de la autorización será de seis meses prorrogables, de manera motivada, por razones derivadas de la complejidad del expediente; dicha prórroga podrá hacerse por una sola vez, por un tiempo limitado y antes de que haya expirado el plazo original. Transcurrido el plazo sin haberse notificado resolución expresa se entenderá desestimada la solicitud presentada.

El contenido y la vigencia de la autorización será el que establezca la regulación específica. Cuando no se indique el plazo de vigencia, la autorización tendrá una duración de cinco años y se renovará siguiendo lo establecido en este apartado. La autorización no podrá transmitirse a terceros.

Durante la vigencia de las autorizaciones, la Comisión de coordinación en materia de residuos podrá realizar el seguimiento del cumplimiento de las autorizaciones y de las condiciones de ejercicio.»

Seis. Se modifica el apartado 6 del artículo 32 del siguiente modo:

«6. La normativa de cada flujo de residuos podrá prever la participación de los distribuidores de productos y otros agentes económicos en los sistemas colectivos y en el cumplimiento de las obligaciones derivadas de la responsabilidad ampliada.»

Siete. Modificación del primer párrafo del apartado 1 del artículo 41 del siguiente modo:

«1. Las personas físicas o jurídicas que hayan obtenido una autorización de tratamiento de residuos de las previstas en el artículo 27 enviarán anualmente a las Comunidades Autónomas, y en 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 esta Ley, mantendrán el Archivo cronológico a disposición de las autoridades competentes a efectos de inspección y control.»

Ocho. Se modifica el apartado 3 del artículo 49 del siguiente modo:

«3. 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.»

Nueve. Se modifican los apartados 3 y 4 de la disposición adicional segunda y se suprime el apartado 6 de dicha disposición. Los apartados 3 y 4 quedan redactados del siguiente modo:

«3. Reglamentariamente se establecerá el calendario de sustitución de bolsas comerciales de un solo uso de plástico no biodegradable, así como las fórmulas previstas para el cumplimiento de dicho calendario.»

4. *Se creará un grupo de trabajo en el seno de la Comisión de coordinación especializado para el estudio de las propuestas sobre la prevención y la gestión de los residuos de las bolsas comerciales de un solo uso de plástico no biodegradable. Dicho grupo de trabajo analizará la información disponible tanto a nivel internacional, como estatal y autonómico, en materia de normalización y análisis de ciclo de vida, entre otros aspectos relacionados con el objeto de esta disposición.»*

Diez. Se introduce una nueva disposición adicional decimosexta:

«Disposición adicional decimosexta. Residuos reciclables.

Los productores u otros poseedores iniciales de residuos reciclables podrán priorizar que su tratamiento completo se realice dentro de la Unión Europea con el fin de evitar el impacto ambiental de su transporte fuera de ella, de conformidad con la normativa aplicable.»

Once. Se modifica la disposición transitoria cuarta del siguiente modo:

«1. Los sistemas integrados de gestión de residuos existentes a la entrada en vigor de esta Ley se registrarán por lo previsto en la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos y las normas reguladoras de cada flujo de residuos. No obstante, dichos sistemas se adaptarán a lo establecido en esta Ley en el plazo de un año desde que entren en vigor las normas que adapten las citadas disposiciones reguladoras.

2. Aquellos sistemas de responsabilidad ampliada cuya comunicación o solicitud de autorización haya sido presentada antes de la entrada en vigor de las normas de adaptación mencionadas en el apartado uno quedan sometidos al régimen jurídico previsto en el apartado anterior.»

Doce. El apartado 7 del Anexo X, queda redactado del siguiente modo:

«7. Procedimiento de recogida de datos de los operadores que realicen actividades relacionadas con el ejercicio de las funciones del sistema colectivo de responsabilidad ampliada y de suministro de información a las administraciones públicas.»

Trece. Se modifica la letra c) del apartado 1 de la disposición final tercera que queda redactada en los siguientes términos:

«c) Establecer normas para los diferentes tipos de residuos, en las que se fijarán disposiciones particulares relativas a su producción y gestión. Asimismo, se podrán establecer reglas específicas para la implantación de sistemas de depósito para productos reutilizables y, en particular, para envases reutilizables de cervezas, bebidas refrescantes y aguas de bebida envasadas.»

2.2.6 Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados

La Ley 5/2013 ha modificado ligeramente la LRSC. El artículo segundo de la Ley 5/2013 reza lo siguiente:

“Modificación de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

El apartado 8 del artículo 27 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, queda modificada de la siguiente manera:

«8. Las autorizaciones previstas en este artículo se concederán por un plazo máximo de 8 años, pasado el cual se renovarán automáticamente por períodos sucesivos, con excepción de las autorizaciones otorgadas a las instalaciones a las que resulte de aplicación de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, cuyo plazo de vigencia coincidirá con el de la autorización ambiental integrada. Todas las autorizaciones se inscribirán por la Comunidad Autónoma en el registro de producción y gestión de residuos.»

Disposición adicional primera. Gasto público.

De la aplicación de la presente ley no podrá derivarse ningún incremento de gasto para las Administraciones públicas competentes. Las nuevas necesidades de recursos humanos que, en su caso, pudieren surgir como consecuencia de las obligaciones normativas contempladas en la presente ley, deberán ser atendidas mediante la reordenación o redistribución de efectivos.

Disposición adicional segunda. Referencias a las definiciones del artículo 3 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

Las referencias que la normativa en vigor haga a las letras a) a p) del artículo 3 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, se entenderán hechas respectivamente a los apartados 1 al 17 del artículo 3.

Disposición final primera. Incorporación de derecho de la Unión Europea.

Mediante esta ley se incorpora parcialmente al derecho español la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación); en concreto, en la presente norma se dispone la transposición de los siguientes artículos de la misma: 2, 3.1, 3.2, 3.4, 3.5, 3.7, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22, 3.23, 3.37, 3.38, 4.2, 4.3, 5.1, 7, 8, 10, 11.e), 11.h), 12, 13.7, 14, 15, 17, 18, 19, 20.2, 20.3, 21, 22, 23.1, 24, 26, 71, 72.1, 72.2, 79, 82.1 y 82.2.

Disposición final segunda. Autorización para elaborar un texto refundido en materia de prevención y control integrados de la contaminación.

Se autoriza al Gobierno para elaborar, en el plazo de un año a partir de la entrada en vigor de esta ley, un texto refundido en el que se integren, debidamente regularizadas, aclaradas y armonizadas la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados

de la contaminación, y las disposiciones en materia de emisiones industriales contenidas en normas con rango de ley.

Disposición final tercera. Entrada en vigor.

La presente ley entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Lo que en resumidas cuentas viene a decir que:

- Se modifica ligeramente el actual ámbito de aplicación del anexo I relativo a las actividades a las que se aplica la norma para cubrir tipos de instalaciones adicionales, y lo concreta y amplía más en relación con determinados sectores (por ejemplo, tratamiento de residuos).
- Se reduce el plazo del procedimiento de otorgamiento de la autorización ambiental integrada de 10 a 9 meses. En esta reducción, se tiene en consideración que se ha suprimido el requerimiento adicional con un mes de plazo al organismo de cuenca, en el caso de que éste no hubiera emitido el informe de admisibilidad de vertido en el plazo de 6 meses.
- Se suprime la necesidad de aportar documentos en los procedimientos de revisión y actualización de la autorización, cuando ya hubiesen sido aportados con motivo de la solicitud de autorización original.
- Se suprime la necesidad de aportar documentos en los procedimientos de revisión y actualización de la autorización, cuando ya hubiesen sido aportados con motivo de la solicitud de autorización original.
- Se suprime el deber de renovación de la autorización. Así, las autorizaciones se revisarán dentro los 4 años siguientes a la publicación de las conclusiones relativas a las MTD (Mejoras Técnicas Disponibles).
- Se establece como disposición transitoria un procedimiento de actualización de las autorizaciones ya otorgadas, en virtud del cual, el órgano ambiental competente de oficio comprobará, mediante un procedimiento simplificado, la

adecuación de la autorización a las prescripciones de la nueva Directiva 2010/75/UE.

- En relación con la protección del suelo y de las aguas subterráneas se incorpora, entre la documentación necesaria para solicitar la autorización ambiental integrada, la presentación de un «informe base» o «informe de la situación de partida».
- Se modifica el plazo de vigencia de las autorizaciones de residuos incluidas en el artículo 27, en lo que se refiere a instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación de la Ley 16/2002.

3 Residuo

3.1 Definición

Se recogen a continuación dos definiciones para “residuo”, la definida por la Real Academia Española de la lengua y la definida por la última ley sobre los residuos:

- RAE: Parte o porción que queda de un todo, y/o aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo, y/o aquel material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación y/o aquel resto de la sustracción y de la división.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

3.2 Clasificación

Las clasificaciones más importantes que se le pueden hacer a un residuo son por su estado físico, su procedencia y por su consideración legal. El estado físico condicionará tanto la forma de transportar el residuo, como su almacenamiento, como su tratamiento; la procedencia es también interesante, ya que muchas de las características y propiedades están determinadas por el lugar y forma en la que se originan, y eso determinará, de manera fundamental, el tratamiento al que deban someterse; por último la consideración legal es obviamente importante de cara a cualquier trámite.

3.2.1 Clasificación según su estado físico:

Los estados en los que podemos encontrar los residuos son sólido, líquido o gaseoso:

- Sólidos: son los más comunes, hay miles de ejemplos, orgánicos, papel, cartón, textiles y metales son algunos.

- Líquidos: como aguas de limpieza, aguas sanitarias (lavabos, duchas), aceites lubricantes, líquido de baterías o anticongelante.
- Gaseosos: como gas refrigerante, gases de combustión o metales pesados volátiles.

3.2.2 Clasificación según su procedencia:

Las principales procedencias son las siguientes:

- Industriales: la cantidad de residuos que genera una industria es función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso.
- Agrícolas: se incluye en este grupo los residuos de las actividades del llamado sector primario de la economía (agricultura, ganadería, pesca, actividad forestal y cinegética) y los producidos por industrias alimenticias, desde los mataderos y las empresas lácteas hasta las harineras y el tabaco.

La mayor parte de los residuos de estas actividades son orgánicos: ramas, paja, restos de animales y plantas, etc. Muchos de ellos se quedan en el campo y no se pueden considerar residuos porque contribuyen de forma muy eficaz a mantener los nutrientes del suelo.

- Sanitarios: actualmente el manejo de los residuos hospitalarios no es el más apropiado, al no existir un reglamento claro al respecto. La composición de los residuos hospitalarios varía desde el residuo tipo residencial y comercial a residuos de tipo médico conteniendo sustancias peligrosas.
- Residuos domésticos: aquellos residuos generados en los domicilios particulares, así como los que por su naturaleza o composición son similares a estos. Estos residuos son los que se generan en mayor abundancia.

3.2.3 Clasificación según el marco legal, en este caso según la Ley de Residuos:

Dentro de la gestión global de los residuos generados, es importante clasificar los mismos. Existen distintas clasificaciones, en función de su origen, composición, peligrosidad, etc. De todas ellas es su clasificación legal según la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados la más interesante con el objeto de una mejor gestión posterior de los mismos:

- Residuos domésticos: residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también domésticos aquellos residuos similares generados en servicios e industrias.
- Residuos comerciales: 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.
- Residuo peligroso: la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados establece en su artículo 6 que la determinación de los residuos que han de considerarse como peligrosos y no peligrosos se hará de conformidad con la lista establecida en Decisión de la Comisión 2000/532/EC de 3 de mayo de 2000 (LER). En esta lista los residuos peligrosos aparecen identificados mediante un asterisco. En el caso de que un residuo esté codificado en la LER como residuo peligroso y como no peligroso, la determinación de si se trata de uno u otro se hará comprobando si debido a su composición reúne una o más de las características de peligrosidad enumeradas en el anexo III de la Directiva 2008/98/CE. Para determinadas características de peligrosidad se deberán cumplir los límites establecidos en el artículo 2 de la Decisión de la Comisión 2000/532/EC de 3 de mayo de 2000.

Asimismo se aplicarán cuando proceda las siguientes normas:

- Directiva 67/548/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1967, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas

en materia de clasificación, embalaje y etiquetado de las sustancias peligrosas.

- Directiva 1999/45/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de mayo de 1999, sobre la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros relativas a la clasificación, el envasado y el etiquetado de preparados peligrosos.

Ambas estarán vigentes hasta el 1 de diciembre de 2015.

Ambas directivas serán remplazadas antes del 1 de junio de 2015 por el Reglamento 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.

Si la composición del residuo no es conocida, la determinación de sus características de peligrosidad se deberá llevar a cabo mediante la realización de ensayos. Los métodos de ensayo que deben aplicarse se describen en el anexo V de la Directiva 67/548/CEE y en otras notas pertinentes del Comité Europeo de Estandarización (CEN).

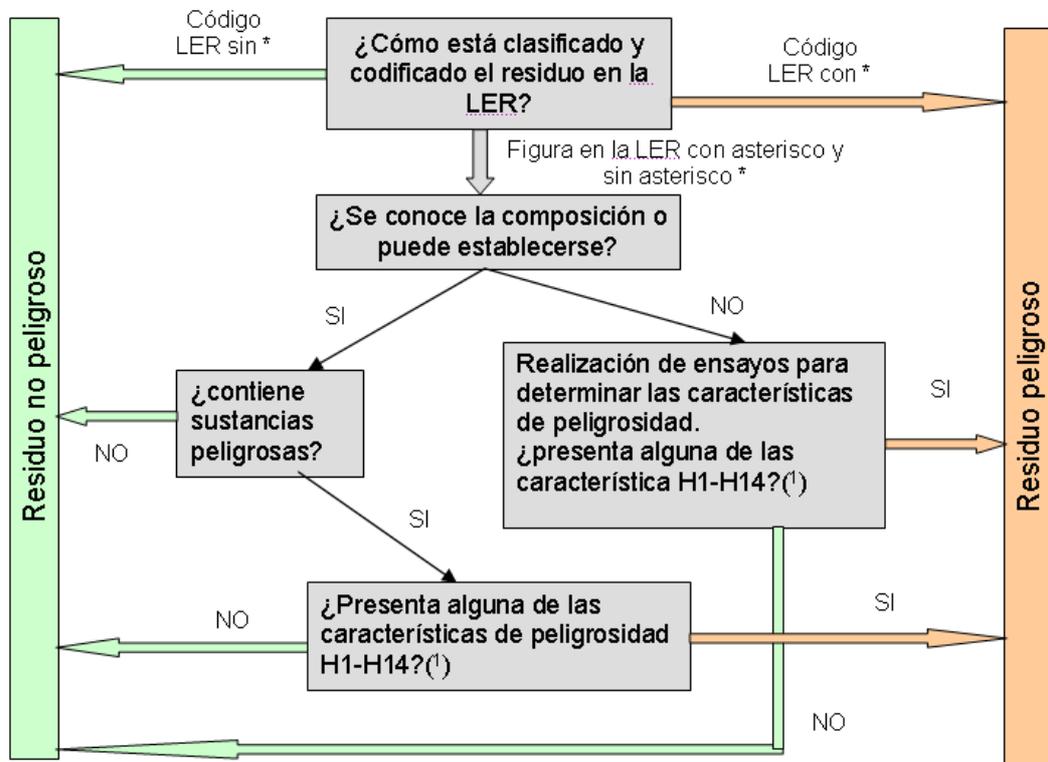


Figura 3.1.– Diagrama para determinar si un residuo es o no peligroso

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

La clasificación anterior se complementa mediante las siguientes definiciones:

- Residuo inerte: son los residuos sólidos o pastosos que una vez depositados en un vertedero no experimentan transformaciones físico-químicas o biológicas significativas.
- Residuo no peligroso: los residuos no peligrosos son aquellos que no se encuentran catalogados como residuos peligrosos, por no presentar características de peligrosidad.
- Residuo biodegradable: residuo 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.

3.2.3.1 *Tipologías especiales de residuos*

Por último, tipologías especiales de residuos reguladas son las siguientes:

- Residuo radiactivo (según el Plan General de Residuos Radiactivos PGRR): es todo material o producto de desecho que presenta trazas de radiactividad y para el cual no está previsto ningún uso. Se incluyen los líquidos y gases residuales contaminados.
- Residuos sanitarios (según el Plan Integral de Residuos de Castilla y León, publicado en el BOCyL con fecha de 24 de marzo de 2014): engloban la totalidad de residuos generados en actividades sanitarias como pueden ser la protección de la salud, la atención sanitaria y sociosanitaria, los análisis clínicos, los servicios veterinarios asistenciales y las actividades de investigación que generan residuos asimilables a sanitarios.
- Residuo de Construcción y Demolición (según el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición): son los residuos de naturaleza fundamentalmente inerte generados en obras de excavación, nueva construcción, reparación,

remodelación, rehabilitación y demolición, incluidos los de obra menor y reparación domiciliaria.

Como se puede observar no es sencilla una única clasificación de residuos. Unas hacen hincapié en el origen o actividad que los produce, otras en sus características físico-químicas y otras en compuestos especiales dentro de su constitución. No obstante esta variabilidad es consecuencia de que el objetivo final es proceder a la mejor gestión de los residuos mediante las mejores tecnologías existentes.

4 Residuos Sólidos Urbanos (RSU) – Residuos domésticos

4.1 Definición

La definición como tal de Residuo Sólido Urbano ya no aparece en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, el actual término equivalente es “Residuos domésticos”.

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”.

4.2 Origen

La mayor parte de los residuos municipales son producto del entramado de actividades diarias de los núcleos urbanos, actividades que en cierta medida son modificadoras del medio ambiente original.

Las medidas de control sobre los procesos, funciones, tareas y actividades que precisa el desarrollo de la vida diaria de un núcleo urbano resultan a menudo insuficientes para evitar la producción de residuos municipales.

La aportación de residuos de los hogares a la vía pública es escasa, pero las actividades comerciales e industriales que conllevan los productos de que se abastece sí ocasionan dicho ensuciamiento.

El comercio también contribuye a la producción de residuos viarios, generalmente por el mal uso que el comerciante y el ciudadano hacen de algunos envases y embalajes. En esta misma línea afectan las actividades comerciales e industriales que se realizan en la vía pública, como la venta ambulante y los mercadillos, de fuerte arraigo en algunas zonas de la geografía española. Es preciso buscar soluciones de control y regulación que disminuyan el problema medioambiental que estas actividades originan.

En la hostelería el uso de terrazas en la vía pública, la venta de productos no retornables, vasos de plástico, alimentos y bebidas para tomar en la calle y, sobre todo, la escasa concienciación ante el problema, hacen de esta actividad una de las causas esenciales del ensuciamiento urbano.

Igualmente afecta la publicidad en sus múltiples soportes habituales: octavillas, volatinas, carteles de mano, cartelería, etcétera. Aunque los municipios dictan ordenanzas que la regulan, tanto la publicidad colocada en fachadas como la distribuida en mano y buzones, constituye un serio problema de ensuciamiento.

La industria urbana suele estar ubicada en áreas específicas, pero en ocasiones se integra en las áreas residenciales de las ciudades. Aunque su actividad no debería incrementar los residuos viarios, son frecuentes las contaminaciones atmosféricas descontroladas y envases y embalajes mal gestionados.

El suministro energético no aporta destacados niveles de residuos municipales, ya que su generación suele realizarse fuera de los núcleos urbanos. Entre los residuos procedentes del consumo de energía, destacan como contaminantes atmosféricos los humos que se producen por los sistemas de calefacción alimentados con carbón, gasóleos, gasolinas y gases. El nivel de contaminación varía según la naturaleza del combustible y del grado en que se complete la combustión. Estos productos, y en especial los combustibles fósiles, desprenden partículas sedimentables que provocan ensuciamiento y contaminación viaria.

El tráfico y el transporte originan residuos viarios debido a los gases de escape, las fugas de aceites lubricantes, el desgaste de neumáticos y los derrames ocasionales de la carga que transportan. Aunque la aportación de cada vehículo es escasa, el enorme parque automovilístico presente en las ciudades hace que el problema alcance niveles de entidad.

Asimismo, la construcción, el desescombro y la obra pública son generadores importantes de residuos viarios. La producción de polvo, la ocupación de la vía pública por áridos, tierras y escombros, materiales de fácil dispersión por los ciudadanos o por los vehículos, y la gestión mediocre de sus subproductos son causa general y grave de ensuciamiento. Muchos pueblos y ciudades están rodeados por cinturones de escombros que exigen acciones correctoras de costes elevados y, por lo general, de escaso éxito dada la persistencia del problema.

La gestión de los residuos sólidos urbanos, especialmente en sus fases de prerrecogida y recogida, constituyen otro foco importante de ensuciamiento. Su permanencia en la vía pública, las deficiencias en el uso de bolsas y recipientes, la manipulación y rebusca de materiales recuperables y la propia operación de recogida, son causa apreciable de ensuciamiento, aunque en la actualidad, el uso generalizado de contenedores ha aminorado el problema.

Un factor importante en el ensuciamiento de la limpieza viaria es el que se produce por los acontecimientos festivos, aunque no están considerados como causa grave de contaminación municipal.

Mención aparte merecen los animales urbanos y de compañía. Si tomamos como ejemplo la paloma, el volumen de las colonias es muy variable, aunque son pocas las ciudades que no cuentan con ellas. Sus excrementos provocan un importante ensuciamiento en fachadas, cornisas y monumentos. En cualquier caso, de todos los animales urbanos, el que contribuye más gravemente a la contaminación de las ciudades es el perro. Según estadísticas, existe un perro por cada 20 habitantes; y este produce 75 kilos anuales de excrementos, de los cuales aún hoy encontramos muchos por la vía pública.

Tabla 4.1.- Posibles orígenes de la contaminación urbana

Origen de la contaminación urbana		
Actividad	Contaminación	
	Tipo	Niveles
Suministro energético (humos y gases)	Atmosférica	Mínima
Tráfico y transporte (humos y gases)	Atmosférica	Media
Comercio (envases y embalajes)	Vía pública	Alta
Hostelería (envases y embalajes)	Vía pública	Alta
Publicidad (envases y embalajes)	Vía pública	Alta
Industria urbana (humos, gases, envases y embalajes)	Atmosférica	Media
Construcción (escombros, materiales de desecho, polvo)	Vía pública	Alta

Fuente: www.ambientum.com

4.3 Cantidad producida

Según datos del INE 2011, se recogieron en España una cantidad de 23.3 millones de toneladas de residuos domésticos (en aquel entonces residuos sólidos urbanos). Puesto que en España viven unos 47.25 millones de personas, se obtienen unos datos de:

- 63 835 toneladas de residuos producidos al día en España
- 1.35 kg / (día · hab.) en España

4.4 Composición

Vistos todos los posibles orígenes de los residuos domésticos, se identifican a continuación todos sus posibles componentes:

- Vidrio: usado sobre todo para los envases de cristal, frascos, botellas, etc.
- Papel y cartón: periódicos, revistas, embalajes de cartón, envases de papel, cartón, etc.
- Envases: compuesto de plásticos en forma de envases, juguetes, carcasas de diferentes elementos y compuesto de metales en forma de latas, restos de herramientas, utensilios de cocina, mobiliario etc.

- Biorresiduos: son los restos de comida, de jardinería, etc. En peso son la fracción mayoritaria en el conjunto de los residuos urbanos.
- Aparatos eléctricos y electrónicos
- Textiles: ropa y elementos decorativos del hogar.
- Pilas y acumuladores
- Aceites de cocina usados
- Medicamentos
- Fracción resto: textil sanitario, residuos de la limpieza doméstica, platos, tazas y otros elementos de cerámica, vasos y ventanas de cristal, colillas y ceniza de cigarrillos, ceniza de chimeneas o estufas, fotografías, tarjetas de crédito o similares.

Varían las proporciones entre los distintos materiales según el nivel de industrialización y desarrollo. Para nuestro país podemos consultar el siguiente gráfico.

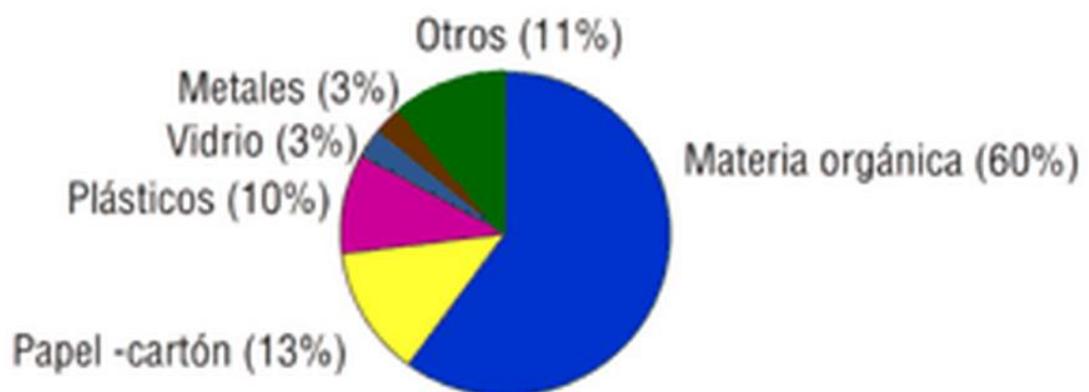


Figura 4.1.- Porcentaje de residuos generados al año según las categorías de los actuales cuatro contenedores

Fuente: UNED

4.4.1 Vidrio

El vidrio es un material inorgánico duro, frágil, transparente y amorfo. Ha sido utilizado por el hombre para fabricar envases con que conservar sus alimentos desde hace varios miles de años.

4.4.1.1 Usos y cantidad usada

En relación a los envases de vidrio, se han puesto en el mercado 5506 millones de envases en 2010. Se han recuperado 712 236 toneladas de vidrio procedente de contenedores y de plantas de selección, que suponen una media de 15.10 kilos por habitante para el 2010.

(Fuente: Ecovidrio)

Según la composición de los residuos de competencia municipal en España (1996), del 1^{er} Plan Nacional de Residuos Urbanos, la proporción en peso de vidrio contenida en el residuo es del 7 %.

Tabla 4.2.- Orígenes de los residuos de vidrio

Domicilios	<ol style="list-style-type: none"> 1. Envases de vidrio para alimentos y bebidas (botellas y frascos) 2. Envases de vidrio para productos de belleza (cremas y perfumes) o de higiene (ambientadores).
Actividades comerciales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Envases de vidrio de un solo uso para alimentos (botellas y frascos) en el sector hostelería, restauración, catering y máquinas expendedoras. 2. Envases de vidrio reutilizables para bebidas (botellas) en el sector hostelería, restauración y catering.
Equipamientos y servicios municipales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Envases de vidrio para alimentos y bebidas (botellas y frascos) en los servicios de comedor y cantina de los edificios públicos y escolares.
Eventos y fiestas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Envases de vidrio para alimentos y bebidas (botellas y frascos) en los servicios de catering y bar de los eventos.

4.4.1.2 Características

Básicamente hay tres grupos de productos de vidrio en cuanto a sus circuitos de recogida:

- Vidrio de envase no reutilizable (botellas, botes y frascos): este grupo de residuos son gestionados a través del Sistema integrado de gestión/sistema colectivo de responsabilidad ampliada de envases de vidrio gestionado por Ecovidrio, y sus productores deben financiar su recuperación una vez se convierten en residuos.

Estos envases deben incluir el Punto Verde como identificación de que pertenecen a este sistema.

- Vidrio de envase reutilizable (botellas de bebidas para refrescos, vinos y espumosos, cervezas, aguas, productos lácteos, etc.). Este grupo de productos disponen de Sistemas de Depósito Devolución y Retorno (SDDR) para las actividades de restauración y hostelería, aunque aún existen algunas actividades comerciales muy particulares como bodegas y distribuidores de leche que ofrecen estos envases a los ciudadanos. Se pueden encontrar algunas marcas de perfumes que permiten el relleno de los frascos.
- Vidrio que no es de envase: su gestión se realiza por otras vías como los puntos limpios, recuperadores de vidrio, gestores de tierras y escombros de construcción y demolición (si están mezclados con otros residuos de este sector) o bien a través de la fracción resto.
- Utensilios de vidrio para el hogar: vasos, platos, bandejas, frascos, etc.
- Elementos de vidrio para la construcción y decoración: vidrio plano para ventanas, puertas, mamparas, mesas, etc. y vidrio de seguridad, armado, etc.

El vidrio de envase fue el primer material recogido separadamente. Su frecuencia de producción es variable en función de la actividad que lo genera. Se trata de un residuo no compactable y una vez recogido presenta una densidad que puede variar en un rango de 180-480 kg/m³ dependiendo del tipo.

Para los residuos de vidrio envase que se gestionan y recuperan mediante el SIG, los elementos solicitados en el sistema son los siguientes:

- Botellas de vidrio: botellas de zumos, leche, refrescos, mostos, sidras, vinos, licores, etc.
- Tarros y frascos de vidrio: tarros y frascos de vidrio tanto de bebidas y alimentos como de perfumes y cosmética.

Aunque la población suele arrojar estos elementos al contenedor del vidrio, no deberían echarse, pues solo dificultan el proceso de separación:

- Cualquier elemento de vidrio o cristal que no sea un envase: cristalerías, vajillas, jarrones, vidrio plano, vidrio armado, vidrio laminado, ventanas, etc., que disponen circuitos de recogida diferenciado.
- Cerámicas, porcelanas, ladrillos y piedras. Si llegan a los hornos vidrieros, al fundir a temperaturas distintas a las del vidrio, se producen botellas y frascos excesivamente frágiles, que hay que desechar.
- Tapas y tapones. Es recomendable que los envases se depositen libres de tapas y tapones.
- Envases de medicamentos. Los tarros y botellas de medicamentos entran en un circuito de gestión (a través del SIGRE), distinto al del resto de los envases de vidrio.

4.4.1.3 *Ventajas de una gestión adecuada*

La prevención de la producción de residuos de vidrio es prioritaria, pero una vez generado, la recogida separada tiene como objetivo posibilitar su reciclaje de calidad, hecho que comporta un ahorro de energía, emisiones y materias primas, consiguiendo los siguientes beneficios:

- Cierre del ciclo de los residuos de vidrio con su reciclaje y posterior utilización para producir nuevos productos, en substitución de las materias primas minerales utilizadas, y por tanto evitando la destrucción de terrenos por extracción. El

reciclaje de 3.000 botellas de vidrio ahorra más de una tonelada de materias primas.

(Fuente: Ecovidrio)

- Ahorro de un 23% de la energía consumida en la fabricación de los envases. Reducción de la contaminación del aire en un 20%, al quemar menos combustible para la producción de nuevos envases.
(Fuente: Ecovidrio)
- Reducción de las cantidades de materiales depositados en vertedero (tanto directamente como procedentes de los rechazos de planta), y por tanto, de las necesidades de espacio en dichas instalaciones (menor degradación del territorio).
- Aumento de la sensibilización ciudadana en relación a la gestión de los residuos y a la protección del medio ambiente. Impacto positivo limitado sobre el empleo con la creación de nuevos puestos de trabajo en el sector de la recogida y tratamiento.

4.4.1.4 *Objetivos de gestión de la normativa y los documentos técnicos*

Objetivos de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos:

- Antes de 2020, deberá aumentarse como mínimo hasta un 50 % global de su peso la preparación para la reutilización y el reciclado de residuos de materiales tales como, al menos, el papel, los metales, el plástico y el vidrio de los residuos domésticos y posiblemente de otros orígenes en la medida en que estos flujos de residuos sean similares a los residuos domésticos.

Objetivos de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados:

- Antes de 2015 deberá estar establecida una recogida separada para, al menos, los materiales siguientes: papel, metales, plástico y vidrio.

- 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.

Objetivos de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases y del Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización de dicha ley:

- Reciclaje de un mínimo del 55% y un máximo del 80% en peso de los residuos de envases.
- Reciclaje de los materiales contenidos en los residuos de envases:
 - El 60 % en peso del vidrio
- Valorización (incluido el reciclaje y la incineración de residuos con recuperación de energía) de un mínimo del 60% en peso de los residuos de envases.

Objetivos del Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (PNIR):

- 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.

Tabla 4.3.- Cantidad de residuos de vidrio producido

	Incremento respecto al año 2006	kg / (hab · año) en 2006	Toneladas en 2015	kg / (hab · año) en 2015
Vidrio	80 %	12	996 300	23

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Recomendaciones de la Estrategia Temática sobre el Uso Sostenible de Recursos Naturales:

- Cierre del ciclo de materiales, usando eficientemente los recursos existentes y cumpliendo con la necesidad de parar la degradación de nuestros sistemas ecológicos por sobreexplotación, volviendo al funcionamiento cíclico que enseña la naturaleza.

4.4.1.5 *Diferencias entre vidrio y cristal*

Se ha considerado necesario añadir este punto, pues en general, hay bastante confusión sobre el uso correcto de estos dos términos y en el habla común de la mayoría de las personas se utilizan las dos palabras prácticamente como sinónimas.

Definiciones de la RAE:

- Vidrio: sólido cuyos átomos y moléculas están regular y repetidamente distribuidos en el espacio.
- Cristal: sólido duro, frágil y transparente o translúcido, sin estructura cristalina, obtenido por la fusión de arena silíceo con potasa, que es moldeable a altas temperaturas.

A nivel atómico el cristal tiene una estructura molecular perfectamente ordenada, llamada estructura cristalina, a diferencia de las distintas variantes de vidrio que tienen una estructura vítrea que es amorfa (desordenada o poco ordenada) por lo que, en el sentido científico del término, es incorrecto y engañoso llamar cristal a cualquiera de las variedades de vidrio, incluyendo las que contienen plomo.

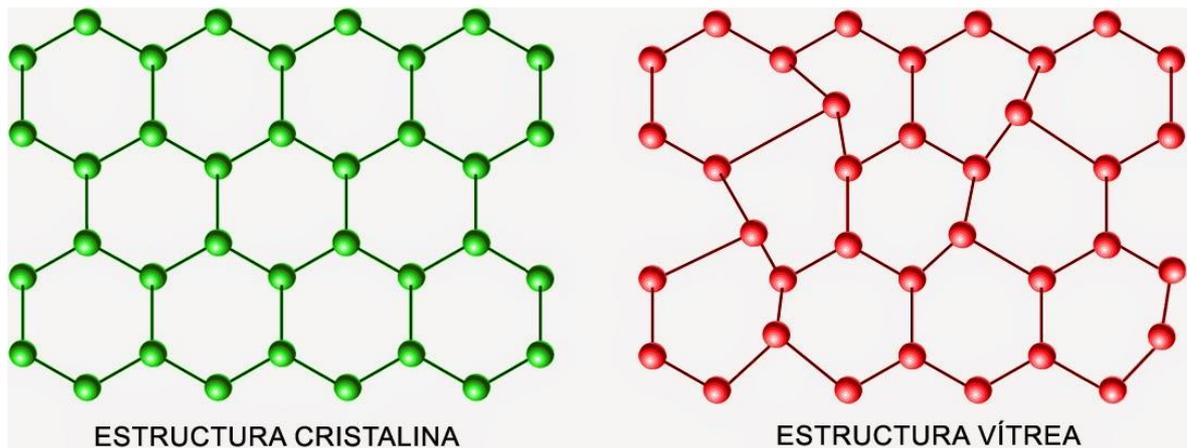


Figura 4.2.– Comparación de la estructura atómica de un cristal y la estructura atómica del vidrio

Fuente: curioseadores.blogspot.com.es

Ambos, vidrio y cristal, pueden formarse de manera natural:

- El cristal se forma de manera natural por solidificación de material fundido que se enfría o por precipitación de sustancias disueltas o por sublimación de gases. Estos tres procesos son los que generan cristales de minerales, que pueden tener mucha variedad de tamaños, colores y formas.
- El vidrio también se puede formar de manera natural, pero es mucho más escaso que el cristal porque las condiciones para que se origine son complicadas. Los vidrios naturales más conocidos son la obsidiana, que se crea en los volcanes, y las tectitas, que supuestamente, según la mayoría de los científicos que las estudian, se han formado por los impactos de meteoritos con la superficie terrestre.

Pero desde el punto de vista práctico a la hora de su separación importan más las diferencias en su fabricación:

- Vidrio: En el proceso de su fabricación se emplean como materias primas: arena (sílice), sosa (carbonato de sodio) y caliza (carbonato cálcico). A esto se le añaden otras sustancias, como colorantes.

Las materias primas se funden en hornos a temperaturas de 1500 °C, y el vidrio resultante en estado fluido a 900°C se distribuye en los moldes que le darán forma. Por último se somete a un proceso de recocido para darle mayor resistencia.

Hay que observar que en el proceso de fabricación del vidrio se consumen cantidades elevadas de energía.

- Cristal: también parte de la arena de sílice para su creación, aunque los aditivos varían respecto del vidrio: óxido de níquel (ayuda a fundir la arena), óxido de plomo, carbonato potásico, nitrato de potasio y antimonio (estos últimos componentes dan al cristal ligereza, brillo y suavidad).

El granulado se comprime y luego es calentado para crear la denominada colada. A la colada se le añade la pedacería, trozos de cristal roto o desechado. Tras ser calentados conjuntamente se puede pasar a dar la forma deseada al vidrio.

De nuevo, la energía consumida para la creación del producto es elevada, la mayoría en forma de calor.

En los productos que se fabrican con ellos, la principal diferencia entre el cristal y el vidrio es que las copas, vasos y otros elementos de cristal tienen óxido de plomo, que no se puede fundir en los mismos hornos donde se producen los envases de vidrio, ya que necesitan una temperatura diferente.

Ecovidrio, por el motivo de las diferentes composiciones y diferentes temperaturas de fusión, recomienda que en el contenedor de vidrio sólo se deposite vidrio, pues no es posible un reciclaje conjunto de ambos materiales.

Ante la pregunta, ¿qué se debe depositar en cada contenedor? Se exponen a continuación algunos ejemplos:

- Iglú verde: está destinado exclusivamente al vidrio, por lo que es recomendable quitar los tapones de plástico, las chapas (estos dos van al contenedor amarillo) o los corchos de las botellas de vino. En ellos podemos depositar:

- Botellas de vino, cerveza, zumos, refrescos, licores...
 - Tarros de alimentos como conservas, mermeladas, aceitunas, etc.
 - Frascos de colonia y perfumes
 - Desodorantes con pulverizador o roll-on
 - Frascos de cosméticos
- Contenedor gris y naranja: generalmente se suele pensar que es el destinado a la basura orgánica, pero debe tenerse en cuenta que es aquí donde deben depositarse algunos elementos de cristal, siempre y cuando no sean peligrosos. Estos son algunos ejemplos:
 - Cristales procedentes de vajillas: vasos, copas, etc.
 - Cristales planos rotos, como los de las ventanas y espejos (cuando no supongan un peligro)
 - Bombillas convencionales
- Puntos limpios: hay ciertos objetos que conviene trasladar a un punto limpio, donde se encargarán de su recogida y de su correcto tratamiento. Esto es lo que debe llevarse allí:
 - Cristales planos, como ventanas y espejos, cuando sean peligrosos
 - Tubos fluorescentes
 - Bombillas de bajo consumo
 - Termómetros

4.4.2 Papel y cartón

El papel y el cartón están fabricados principalmente a partir de fibra de celulosa virgen obtenida de especies vegetales o recuperada a partir de papel y cartón usados.

4.4.2.1 Usos y cantidad usada

Los consumos y usos de papel y cartón se han ido incrementando en los últimos años de forma continua. En España el consumo medio de papel per cápita ha pasado de 116 kilos anuales por habitante a principios de los años noventa a los actuales 176 kilos anuales por habitante

(Fuente: ASPAPEL, 2006).

En España, en el año 2010 se registraron 778.738 Tm de envases ligeros de papel-cartón (incluyendo los brics) adheridos al Sistema integrado de gestión (SIG) de Ecoembes y se recuperaron 646.186 toneladas de residuos de envases de papel y cartón a través del SIG.

(Fuente: Ecoembes)

Según la composición de los residuos de competencia municipal en España (1996), del 1^{er} Plan Nacional de Residuos Urbanos, la proporción en peso de papel y cartón contenida en el residuo es del 21% (incluyendo envases, embalajes y papel gráfico), de manera que es la segunda fracción predominante en los residuos de competencia municipal.

Se adjunta a continuación una tabla con los tipos de elementos de papel-cartón más habituales en los residuos de competencia municipal:

Tabla 4.4.- Origen de los residuos de papel y cartón

Domicilios	<p>1. Envases de cartón y papel de alimentos, productos de belleza y limpieza, etc.</p> <p>2. Papel prensa y papel publicidad que se recibe en los domicilios vía postal o por reparto no solicitado en los buzones (publicidad no nominal). Estos últimos productos publicitarios han experimentado un</p>
------------	---

	<p>importante aumento durante los últimos años.</p> <p>3. Papeles gráficos para notas, impresos, impresión de documentos, etc.</p>
Actividades comerciales	<p>1. Papel gráfico en cantidades importantes en las actividades de oficinas y despachos.</p> <p>2. Embalajes de cartón secundarios y terciarios para el transporte y conservación de productos consumibles.</p> <p>3. Papel publicidad distribuido de forma dinámica o estática por empresas y comercios en vía pública o establecimientos y prensa gratuita distribuida en vía pública la cual ha aparecido y proliferado en este último periodo.</p> <p>4. Envases de cartón y papel de alimentos y limpieza, etc. en el sector hostelería y restauración.</p>
Equipamientos y servicios municipales	<p>1. Papel gráfico en cantidades importantes en las actividades de oficinas y despachos de la administración.</p> <p>2. Productos de papel gráfico en forma de libros de texto, libretas, folios, etc. en cantidades importantes en las actividades educativas.</p>

4.4.2.2 Características

Básicamente se pueden clasificar en cuatro grandes grupos los papeles y cartones que se recuperan en los ámbitos municipales:

- Papel/cartón para envases y embalajes (cajas de cartón ondulado, cajas de cartón estucado, bolsas, sacos, etc.). Este grupo de residuos son gestionados a través del Sistema integrado de gestión/sistema colectivo de responsabilidad ampliada gestionado por Ecoembes, al igual que los envases de ligeros de plástico, metal y cartón para bebidas, y sus productores deben financiar su recuperación una vez se convierten en residuos. Estos envases deben incluir el Punto Verde como identificación de que pertenecen a este sistema.
- Papeles gráficos (papel prensa para periódicos, papeles para la edición de libros, folios, sobres, carpetas, cuadernos...). Aunque no pertenezcan al grupo de los envases y embalajes su gestión se realiza de forma conjunta.

- Papeles higiénicos y sanitarios (papel higiénico, toallitas, pañuelos, papel de cocina, servilletas...).
- Papeles especiales (papeles de seguridad, papel filtro, papel decorativo, papel autoadhesivo, papel metalizado...).

Actualmente existen unas 500 variedades de papeles. A los productos papeleros más habituales listados, hay que añadir otros, como los empleados en elementos de extrema resistencia en componentes del automóvil, fricción en frenos y transmisión, papel electrónico en cables y transformadores de alto voltaje, cartón dieléctrico con efectos aislantes, papel para placas de circuito impreso de ordenadores, etc.

El papel y sobre todo el cartón (no incluye los productos higiénicos y sanitarios y especiales) son residuos con un volumen considerable de densidades variables:

- Papel: entre 40 y 130 kg/m³ y un valor medio de 90 kg/m³
- Cartón: entre 40 y 80 kg/m³ y un valor medio de 50 kg/m³

(Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña)

Este volumen, especialmente para el cartón embalaje, condiciona de forma importante el tipo de receptáculos de recogida, su dotación y los vehículos utilizados. Su frecuencia de generación varía en función de la actividad que lo genera y del nivel de consumo de los productos de papel y cartón.

Los residuos de papel y cartón admitidos en los canales de recogida municipales habituales:

- Periódicos, revistas, publicidad, libretas y cuadernos, sobres, folios, libros, papeles para envolver regalos, etc.

- Cajas y paquetes de cartón (paquetes de cereales, cajas de zapatos, paquetes de tabaco, etc.), envases de papel, hueveras de cartón, embalajes voluminosos de cartón, bolsas de papel, rollos de papel higiénico, etiquetas de la ropa, etc.

No se aceptan en dichos canales de recogida: papel carbón, papel plastificado, celofán, servilletas y papel de cocina usados, papeles sucios, fotografías, cartón para bebidas, etc. Se debe evitar la entrega de espirales, clips, grapas, etc., pues dificultan el proceso de reciclaje y puede reducir la calidad del papel reciclado resultante.

4.4.2.3 *Ventajas de una gestión adecuada*

La prevención de la producción de residuos de papel y cartón es prioritaria, pero una vez generado, la recogida separada tiene como objetivo posibilitar su reciclaje de calidad, hecho que comporta un ahorro de energía, emisiones y materias primas, consiguiendo los siguientes beneficios:

- Cierre del ciclo de los residuos de papel y cartón con su reciclaje y posterior utilización para producir nuevos productos papeleros, en sustitución de la materia prima de la pasta virgen y, por tanto, reducción de la tala y consumo de árboles. Por cada tonelada de papel reciclado se ahorran 4m³ de madera (de 12 a 14 árboles) y la plantación masiva de especies para la producción de pasta de papel. (Fuente: Fundación para la Investigación y el Desarrollo Ambiental)
- Ahorro energético del 70% en comparación con el procesado de papel a partir de fibras vírgenes. Disminución de la contaminación atmosférica y del agua, debido a la disminución de las emisiones gaseosas en un 74% y en un 35% las emisiones al agua. Ahorro de agua en torno al 80%. Disminución del uso de productos químicos. (Fuente: FIDA y ASPAPEL).
- Reducción sustancial de las cantidades de materiales biodegradables depositadas en vertedero (tanto directamente como contenidos en los rechazos de planta) y, por tanto, reducción de las emisiones de GEI y de las necesidades de espacio en dichas instalaciones (menor degradación del territorio).
- Aumento de la sensibilización ciudadana en relación a la gestión de los residuos y a la protección del medio ambiente. Impacto positivo limitado sobre el empleo

con la creación de nuevos puestos de trabajo en el sector de la recogida y tratamiento.

4.4.2.4 *Objetivos de gestión de la normativa y los documentos técnicos*

Objetivos de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos:

- Antes de 2020, deberá aumentarse como mínimo hasta un 50 % global de su peso la preparación para la reutilización y el reciclado de residuos de materiales tales como, al menos, el papel, los metales, el plástico y el vidrio de los residuos domésticos y posiblemente de otros orígenes en la medida en que estos flujos de residuos sean similares a los residuos domésticos.

Objetivos de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados:

- Antes de 2015 deberá estar establecida una recogida separada para, al menos, los materiales siguientes: papel, metales, plástico y vidrio.
- 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.

Objetivos de la Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero:

- Reducir los residuos de competencia municipal biodegradables destinados a vertedero, respecto a los generados en 1995, hasta un 35%, para el 16/07/2016.

Objetivos del Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (PNIR):

- 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.

Tabla 4.5.- Cantidad de residuos de papel y cartón producidos

	Incremento respecto al año 2006	kg / (hab · año) en 2006	Toneladas en 2015	kg / (hab · año) en 2015
Papel y cartón de procedencia municipal	80 %	20	1 620 000	36

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Recomendaciones de la Estrategia Temática sobre el Uso Sostenible de Recursos Naturales:

- Cierre del ciclo de materiales, usando eficientemente los recursos existentes y cumpliendo con la necesidad de parar la degradación de nuestros sistemas ecológicos por sobreexplotación, volviendo al funcionamiento cíclico que enseña la naturaleza.

Objetivos del Programa Europeo sobre el Cambio Climático:

- Ayudar en el cumplimiento de los objetivos del programa, reduciendo el material biodegradable en vertederos.

4.4.2.5 Medidas de prevención

La generación de residuos de papel y cartón ha ido incrementando en los últimos años, en algunos casos como consecuencia de un aumento del consumo en impresión doméstica, oficinas y actividades comerciales, productos embalados, etc. Aunque su recogida separada y su reciclaje obtienen resultados bastante elevados, resulta ser un material con un potencial de prevención importante si se aplican algunas prácticas sencillas y hábitos de consumo responsable de papel en los ámbitos doméstico, oficinas, etc.:

- Optimización de las posibilidades que ofrecen en cada caso los medios electrónicos en la información y comunicación: circulación, envío y consulta de documentos e información por internet, correo electrónico o intranet, uso y almacenaje de archivos y publicaciones digitales, etc.
- Compra y uso responsable del papel con la revisión de gramajes, la reutilización de elementos de papel y cartón, la impresión y copia a dos caras, etc.
- Reutilización de libros de texto mediante un sistema de socialización, o bien, utilización de libros digitales.
- Préstamo o intercambio de libros de lectura y revistas.
- Regulación y control de las actividades de prensa gratuita (puntos de aportación de ejemplares leídos y reutilización).
- Regulación y control de las actividades de publicidad dinámica y no nominal en buzones (limitar las características de los soportes, tasas por el reparto según unidades, adhesivos de no aceptación en los domicilios, adhesión a listas Robinson, etc.).
- Reutilización de otros elementos de papel, como papel de regalo, diarios, etc.

4.4.3 Envases

Se considera envase o embalaje todo producto fabricado con materiales de cualquier naturaleza y que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas, hasta artículos acabados, en cualquier fase de la cadena de fabricación, distribución y consumo. También se consideran envases todos los artículos desechables utilizados con esta misma finalidad. En este concepto se incluyen únicamente los envases de venta primarios, los envases colectivos o secundarios y los envases de transporte terciarios.

Se considerarán envases los artículos que se ajusten a la definición mencionada anteriormente sin perjuicio de otras funciones que el envase también pueda desempeñar, salvo que el artículo forme parte integrante de un producto y sea necesario para contener, sustentar o preservar dicho producto durante toda su vida útil, y todos sus elementos estén destinados a ser usados, consumidos o eliminados conjuntamente.

También se considerarán envases los artículos diseñados y destinados a ser llenados en el punto de venta y los artículos desechables vendidos llenos o diseñados y destinados al llenado en el punto de venta, a condición de que desempeñen la función de envase.

Los elementos del envase y elementos auxiliares integrados en él se considerarán parte del envase al que van unidos; los elementos auxiliares directamente colgados del producto o atados a él y que desempeñen la función de envase se considerarán envases, salvo que formen parte integrante del producto y todos sus elementos estén destinados a ser consumidos o eliminados conjuntamente.

El residuo de envase es todo envase, o material que forma parte del envase, del cual se desprende su poseedor o tenga la obligación de desprenderse según la normativa vigente.

Dentro de este grupo, los envases ligeros, son aquellos envases que como característica común tienen una baja relación peso/volumen. Está fundamentalmente constituida por botellas y botes de plástico, plástico film, latas y bricks, cartón para bebidas u otros envases mixtos.

4.4.3.1 *Usos y cantidad usada*

En España, en el año 2010 se registraron 1 844 665 toneladas de envases ligeros adheridos al Sistema integrado de gestión (SIG) de Ecoembes (712 642 Tm de plástico, 336 530 Tm de metales, 778 738 Tm de papel-cartón incluyendo los bricks, 11 291 Tm de madera y 5.465 Tm de otros).

(Fuente: Ecoembes)

Se recuperaron 1 214 727 toneladas de residuos de envases mediante el SIG en el año 2010. Por tipos de materiales, se reciclaron 323 030.5 Tm de plásticos, 240 710 Tm de metales y 646 186 toneladas de papel y cartón.

(Fuente: Ecoembes)

Se estima que en la composición de los residuos de competencia municipal en España, la proporción en peso de residuos de envases ligeros es de entre 10 - 15%. Según la composición de los residuos de competencia municipal en España (1996), del 1^{er} Plan Nacional de Residuos Urbanos, la proporción en peso de materiales de plástico es del 10.6%, de metales férricos es del 3.4% y de metales no férricos es del 0.7% (incluyendo envases y embalajes y materiales no envases).

Tabla 4.6.- Origen de los residuos de envases

Domicilios	<ol style="list-style-type: none"> 1. Envases ligeros para alimentos y bebidas. 2. Envases ligeros para productos de belleza, higiene y limpieza.
Actividades comerciales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Envases ligeros para bebidas en el sector hostelería y restauración. 2. Envases ligeros para alimentos en el sector hostelería y restauración. 3. Envases ligeros para productos de belleza e higiene en actividades relacionadas con la estética. 4. Envases y embalajes de plástico producidos por el comercio al detalle y por el sector de distribución de productos.
Equipamientos y servicios municipales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Envases ligeros para alimentos y bebidas en los servicios de comedor y cantina de los edificios públicos y escolares.
Eventos y fiestas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Envases ligeros para alimentos y bebidas en los servicios de catering y bar de los eventos.

Como notas añadir que:

- En todos los ámbitos se utilizan envases ligeros para productos de limpieza y se pueden generar envases de alimentos y bebidas debido al consumo propio del personal.
- En todos los ámbitos se utilizan otros elementos de plástico y metal que no hacen la función de envase, sino que son productos en sí, que no se integrarían en el grupo de los envases ligeros, aún compartiendo el mismo tipo de material, y por ello tienen una gestión diferenciada.

4.4.3.2 Características

Básicamente hay tres grupos de envases ligeros según los materiales que los conforman y su posterior reciclaje:

- Envases de plástico: los plásticos son compuestos poliméricos naturales o artificiales (en su gran mayoría), transformados mediante la aplicación de calor y de presión. La gran diversidad de plásticos utilizados para la fabricación de envases dificulta tanto su identificación como su reciclaje. La longitud, estructura y elementos de su cadena molecular, junto con los aditivos, determinan las características del plástico utilizado para el envase.
- Envases metálicos: principalmente forman parte de este grupo las latas férricas o de latón y las de aluminio que normalmente contienen productos alimentarios. En este grupo también se incluyen los aerosoles.
- Envases mixtos (compuestos por varios materiales):
 - Bricks o cartón para bebidas: estos envases están compuestos mayoritariamente por cartón y otras capas minoritarias de plástico y/o aluminio y normalmente contienen productos líquidos o semilíquidos. Es importante no confundir estos envases ligeros mixtos con productos de papel y cartón.
 - Otros envases mixtos compuestos por varios materiales normalmente plástico y aluminio, o plástico y papel.

La normativa de envases establece que los distintos materiales de envasado se identificarán, indistintamente, mediante las abreviaturas o números establecidos en el Real Decreto 782/1998, siendo dicha identificación de carácter voluntario.

Este grupo de residuos son gestionados a través del Sistema integrado de gestión/sistema colectivo de responsabilidad ampliada gestionado por Ecoembes y sus productores deben financiar su recuperación una vez se convierten en residuos. Estos envases deben incluir el Punto Verde como identificación de que pertenecen a este sistema.

La gestión del resto de plásticos y metales no envases se realiza por otras vías como los puntos limpios o los recuperadores a través de la fracción resto.

Los envases ligeros se caracterizan por estar compuestos de materiales con un peso reducido en relación al volumen que ocupan por lo tanto su densidad resulta ser baja, así que una vez recogido esta puede variar en un rango de 25 y 28 kg/m³. Por ello la capacidad de recepción instalada y/o su frecuencia de recogida suele ser elevada en relación al resto de fracciones (papel y cartón y vidrio). Se trata de un residuo compactable, pero sólo hasta cierto punto ya que existen ciertas limitaciones atendiendo a las condiciones marcadas por Ecoembes y a los procesos de separación en planta.

Los residuos de envase que han de depositarse en los sistemas de recogida separada de envases ligeros son los siguientes:

- Envases de plástico rígido: garrafas y botellas de agua, botellas de refrescos, botellas de leche y lácteos, botellas de aceite y vinagre, botellas de suavizantes, detergentes y otros productos de limpieza, botes de cacao, envases de plástico de yogures y otros alimentos, envases de plástico de bricolaje, cosmética e higiene, bandejas, anillas de packs para latas, hueveras de plástico, redes fruta, bandejas y elementos de EPS (Porexpan), etc.
- Envases de plástico film: bolsas de plástico de asas y transparentes, plástico para envolver packs o bandejas (tapas), bolsas de queso rallado, paquetes de legumbres, bolsas de galletas, envase toallitas para bebés, etc.
- Envases metálicos: latas de hierro y de aluminio de refrescos y conservas, aerosoles vacíos, papel de aluminio empleado para envolver, bandejas de aluminio, etc. Cartón para bebidas (brics): brics de lácteos, zumos, tomates, caldos, etc.
- Otros envases mixtos: bolsas de patatas fritas, paquetes de café, bolsas de congelados, bolsas de golosinas, papel alimentación (parafinado, doble capa papel-plástico,...).
- Otros envases ligeros: en general, aquellos envases identificados con el punto verde que no sean ni de papel ni de vidrio (envases de madera, cerámica, etc.) y tapones de botes y botellas.

Se recomienda aportar los envases limpios y aclarados para mejorar las condiciones del almacenaje en casa y su gestión posterior.

Los siguientes elementos no son aceptados:

- En general cualquier objeto de plástico (juguetes, sillas, persianas, macetas, figuras plásticas) o de metal (trozos de materiales de construcción, estanterías metálicas, restos de lampistería (tubos, grifos, etc.), cables eléctricos, colgadores metálicos) que no sea envase.
- Envases llenos y otros envases como botes metálicos de pinturas o productos químicos (residuos peligrosos), cuyo destino debe ser el punto limpio.
- Envases de medicamentos como tarros y botellas, cuyo destino debe ser el circuito de reciclaje del resto de los envases de medicamentos a través de SIGRE.
- Otros envases de papel-cartón y envases de vidrio (o cualquier producto con estos materiales), neumáticos, pequeños electrodomésticos o productos de informática que contengan tinta.

4.4.3.3 *Ventajas de una gestión adecuada*

La prevención de la producción de residuos de envases ligeros es prioritaria, pero una vez generados, la recogida separada tiene como objetivo posibilitar su reciclaje de calidad, hecho que comporta un ahorro de energía, emisiones y materias primas, consiguiendo los siguientes beneficios:

- Cierre del ciclo de los residuos de envases ligeros con su reciclaje y posterior utilización para producir nuevos productos, en sustitución de las materias primas minerales y fósiles utilizadas, y por tanto, se evita la destrucción de terrenos por extracción y el uso de recursos no renovables. Por cada dos toneladas de plástico reciclado, se ahorra una de petróleo
(Fuente: Manual para la gestión Medioambiental del Hogar de Fundación Terra)

- Ahorro muy significativo de energía consumida y emisiones en el ciclo de fabricación, llegando a un 84% menos de energía para los plásticos y hasta el 95% en el caso de las latas de aluminio y el 75% para las de acero.
(Fuente: Manual para la gestión Medioambiental del Hogar de Fundación Terra y BCME)
- Reducción de las cantidades de materiales depositadas en vertedero (tanto directamente como procedentes de los rechazos de planta) y, por tanto, de las necesidades de espacio en dichas instalaciones (menor degradación del territorio).
- Aumento de la sensibilización ciudadana en relación a la gestión de los residuos y a la protección del medio ambiente. Impacto positivo limitado sobre el empleo con la creación de nuevos puestos de trabajo en el sector de la recogida y tratamiento.

4.4.3.4 *Objetivos de gestión de la normativa y los documentos técnicos*

Objetivos de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos:

- Antes de 2020, deberá aumentarse como mínimo hasta un 50 % global de su peso la preparación para la reutilización y el reciclado de residuos de materiales tales como, al menos, el papel, los metales, el plástico y el vidrio de los residuos domésticos y posiblemente de otros orígenes en la medida en que estos flujos de residuos sean similares a los residuos domésticos.

Objetivos de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados:

- Antes de 2015 deberá estar establecida una recogida separada para, al menos, los materiales siguientes: papel, metales, plástico y vidrio.
- 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.

Objetivos de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases y el Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización de dicha ley:

- Reciclaje de un mínimo del 55% y un máximo del 80% en peso de los residuos de envases.

- Reciclaje de los materiales contenidos en los residuos de envases:
 - El 60 % en peso del vidrio

 - El 60 % en peso del papel y cartón

 - El 50 % en peso de los metales

 - El 22.5 % en peso de los plásticos, contando exclusivamente el material que se vuelva a transformar en plástico

 - El 15 % en peso de la madera

- Valorización (incluido el reciclaje y la incineración de residuos con recuperación de energía) de un mínimo del 60% en peso de los residuos de envases.

Objetivos del Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (PNIR):

- Apartado de Planes y Programas:
 - 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.

Tabla 4.7.- Cantidad de residuos de envases producidos

	Incremento respecto al año 2006	kg / (hab · año) en 2006	Toneladas en 2006	kg / (hab · año) en 2015
Plástico	100 %	3	230 000	5
Metales	100 %	1	92 000	2

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Recomendaciones de la Estrategia Temática sobre el Uso Sostenible de Recursos Naturales:

- Cierre del ciclo de materiales, usando eficientemente los recursos existentes y cumpliendo con la necesidad de parar la degradación de nuestros sistemas ecológicos por sobreexplotación, volviendo al funcionamiento cíclico que enseña la naturaleza.

4.4.3.5 Medidas de prevención

El uso de envases reutilizables ha experimentado un progresivo descenso en las últimas décadas, sustituyéndose por los envases y embalajes desechables o de un solo uso, los cuales han sufrido un fuerte incremento debido a un cambio de los hábitos de consumo condicionado por la oferta de productos del mercado y el marketing asociado.

Este cambio ha comportado un incremento de la cantidad y tipo de residuos de envases y embalajes, puesto que son bienes fabricados con varios tipos materiales y con una corta vida útil. Generalmente están asociados a estrategias de marketing por las cuales se ofrecen, cada vez más, productos con más cantidad y variedad de materiales, llegando en algunos productos a un sobre-uso del embalaje y envase donde, en muchos casos, se pierde el objetivo de contenedor o protector del producto para el cual tendrían que haber sido diseñados.

Por ello, las actuaciones que se pueden llevar a cabo en materia de prevención son:

- Fomento de la oferta y demanda de productos con menos envase, con envases reutilizables o a granel en las actividades económicas:
 - Productos a granel (alimentación, limpieza, higiene, etc.)
 - Productos en envases de gran capacidad y concentrados
 - Productos que no contengan envases superfluos y/o individuales, tipo bandejas de poliestireno expandido, cajas de cartón que cubran envases resistentes, etc
 - Productos en envases reutilizables

- Fomento de la sustitución de la bolsa de plástico de un solo uso (tipo camiseta-con asas especialmente y las empleadas para depositar y pesar frutas, verduras, pescado, carne, etc.) por elementos reutilizables.

Estos elementos pueden ser: capazos, cestas o carros para la compra, bolsas de compra reutilizables, cajas reutilizables (de cartón, de plástico plegables).

- Sustitución de otros embalajes añadidos en los comercios por: bolsas de pan de ropa, hueveras y fiambreras reutilizables, bolsas reutilizables para los congelados.
- Reducción del consumo de agua embotellada a partir del fomento de uso de agua del grifo.
- Fomento del uso de utensilios reutilizables en los almuerzos escolares, como pueden ser la fiambarrera y los envoltorios de bocadillos reutilizables, y también productos menos generadores de envases en los servicios de comedor y catering.
- Promoción de la introducción de criterios de prevención en las máquinas expendedoras o de vending de bebidas y alimentos. A partir de los siguientes mecanismos:
 - Introducción de productos con menos envase o envase retornable
 - Disponibilidad de la opción “sin vaso” en el caso de las máquinas de café

- Fomento de la aportación por parte de los usuarios de recipientes reutilizables para líquidos (vasos y cantimploras u otros elementos reutilizables y propios)
- Promoción del uso de envases reutilizables en fiestas y eventos

Para fomentar la prevención y promover la reutilización, la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, establece que se podrán adoptar medidas destinadas a facilitar el establecimiento de sistemas de depósito, devolución y retorno cuando así se haya establecido mediante desarrollo reglamentario y, evaluando previamente su la viabilidad técnica y económica y el conjunto de impactos ambientales, sociales y sobre la salud humana de estos sistemas para los siguientes tipos de envases:

- Envases industriales
- Envases colectivos y de transporte
- Envases y residuos de envases de vidrio, plástico y metal
- Otros productos reutilizables

4.4.4 Biorresiduos

Los biorresiduos domésticos son los residuos orgánicos biodegradables de origen vegetal y/o animal, susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario y comercial (siempre que estos últimos sean similares a los primeros).

Los biorresiduos según su naturaleza se dividen en:

- Residuos orgánicos de origen alimentario y de cocina (se incluyen los de transformación de alimentos).
- Residuos vegetales o Fracción Vegetal(FV) procedentes de las zonas verdes y vegetación privadas y públicas.

Desde una perspectiva de la gestión de los residuos orgánicos domésticos están constituidos por las siguientes fracciones:

- Fracción Orgánica (FO). Cuando se recoge de forma separada se utiliza el término FORS (fracción orgánica de recogida separada). Está constituida por:
 - Restos de la preparación de la comida o manipulación y elaboración de los productos alimentarios, restos sobrantes de comida, alimentos en mal estado y excedentes alimentarios que no se han comercializado o consumido (separados de su envase o embalaje).
 - Fracción Vegetal en forma de restos vegetales de pequeño tamaño y de tipo no leñoso procedentes de jardinería y poda (ramos de flores mustios, malas hierbas, césped, pequeñas ramas de poda, hojarasca, etc.). Esta fracción vegetal, considerada como similar a la FORS, puede gestionarse también “in situ” o de forma independiente a los restos de comida, según la configuración de los servicios de recogida y los niveles de generación.
- Poda: constituida por la Fracción Vegetal en forma de restos vegetales de jardinería y poda de mayor tamaño y de tipo leñoso. Por sus características requiere una gestión específica por cuestiones relacionadas con logística de recogida, el tratamiento y la temporalidad de generación (frecuencia y periodo).



Figura 4.3.- Clasificación de los biorresiduos domésticos en función de su gestión

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

4.4.4.1 Usos y generación de los biorresiduos

Según la composición de los residuos de competencia municipal en España (1996), del I Plan Nacional de Residuos Urbanos, la proporción en peso de materia orgánica contenida en el residuo es del 44%, de manera que es la fracción predominante en los residuos de competencia municipal y, por tanto, la que se genera en cantidades mayores. De acuerdo con otro estudio de estimación de la composición de los residuos de competencia municipal en España, realizado en 1999, el porcentaje en peso de materia orgánica sería de un 48,9 % (fuente: MARM, 2005).

Tabla 4.8.- Origen de los biorresiduos

Domicilios	1. La mayoría de los restos orgánicos se producen en la cocina, derivados de la manipulación de los alimentos y de la preparación de la comida. En el momento del consumo de estos alimentos durante las
------------	--

	<p>diferentes comidas también se originan residuos de los excedentes no consumidos o de los restos de los alimentos no consumibles (peladuras, huesos, cáscaras, etc.). La comida en mal estado o caducada también es una fuente importante de generación de residuos.</p> <p>2. Los pequeños restos vegetales y la Poda: se generan en los trabajos de jardinería y mantenimiento de plantas y vegetación en el balcón, la terraza o el jardín. También se pueden producir en actividades de cultivo particular de alimentos (huertos privados). Se genera en cantidades destacadas en entornos rurales y urbanos donde la configuración urbanística es principalmente horizontal y está formada por viviendas unifamiliares con patios y jardines o terrenos adjuntos.</p>
Actividades comerciales	<p>1. Uno de los principales generadores son los comercios de alimentación: fruterías y verdulerías, carnicerías, supermercados, mercados fijos y ambulantes, etc. Se generan gran cantidad de excedentes alimentarios derivados de los productos en mal estado o caducados. En la manipulación de los productos también se generan residuos orgánicos de las partes no comercializables.</p> <p>2. Otro de los principales generadores son los establecimientos de restauración y hostelería: bares y restaurantes, hoteles, comedores colectivos de empresas, etc. La mayoría de estos restos orgánicos se producen en la preparación de comidas o durante su consumo (excedentes no consumidos por los usuarios y restos no consumibles). También se pueden generar residuos de productos en mal estado o caducados.</p>
Equipamientos y servicios municipales	<p>1. Uno de los principales generadores son los comedores de los centros escolares (cocina propia o cáterings asociados). La mayoría de estos restos orgánicos se producen en la preparación de comidas o durante su consumo (excedentes no consumidos por los usuarios y restos no consumibles).</p> <p>2. Las dependencias municipales que realizan actividades de oficina y despacho son generadoras aunque en menor cantidad de materia orgánica, derivada del consumo de alimentos de los trabajadores.</p> <p>3. El otro gran foco de generación, en relación a la Fracción Vegetal, se encuentra en los trabajos de jardinería y mantenimiento de plantas y vegetación de las zonas verdes y del arbolado urbano. Se genera tanto poda, como fracción verde de pequeño tamaño y no leñosa.</p> <p>4. En la gestión de huertos urbanos públicos también se producen restos vegetales.</p>

Fiestas y eventos	Los principales generadores suelen ser aquellos actos festivos o acontecimientos que se celebran durante varios días y tienen franjas de horarios más amplias, los cuales reciben un número elevado de visitantes. La mayoría de los restos orgánicos se generan dentro de estos mismos actos o incluso en los restaurantes u hoteles situados alrededor. Generalmente son excedentes no consumidos por los usuarios o restos de los alimentos no consumibles.
-------------------	--

4.4.4.2 Características

La FO es una fracción con unas características muy singulares que condicionan en gran medida el diseño y desarrollo de su separación en origen, su recogida y su posterior tratamiento:

- No es una fracción uniforme, por su naturaleza y origen, ni en tipología ni en composición, y está sujeta a los hábitos alimentarios y a los cambios estacionales.
- Es el más inestable de los residuos de competencia municipal, debido a su elevado contenido en agua (alrededor del 80% en peso) y en materia orgánica (hidratos de carbono, proteínas y grasas). Es fácilmente degradable por los microorganismos. Por todo ello, se generan lixiviados y malos olores durante su gestión.
- Su densidad y su grado de humedad pueden presentar variaciones vinculadas a los cambios producidos en la composición de los materiales que la forman.
- Tiene una densidad bastante elevada y variable, entre 0,6-0,8 t/m³ (si contiene restos vegetales la densidad desciende a 0,25-0,3 t/m³), lo cual hace que pese mucho y ocupe poco espacio, presentando en general una baja compactabilidad.

Tabla 4.9.- Características de la Fracción Orgánica (FO) y la fracción Vegetal (FV) - Poda

	FO	FV - Poda
Humedad	Alta (75 – 85 %)	Baja (20 – 40 %)
Materia orgánica	75 – 85 %	80 %
Nitrógeno orgánico	5.5 %	1.2 %
Relación C/N	17	32
Densidad	0.6 – 0.8 Tm/m ³	0.3 – 0.4 Tm/m ³ (triturada)
Mal olor	Sí	No
Generación	Constante	Estacional

Fuente: Francesc Giró, Compostarc, 2007

A nivel de recogida y gestión se pueden integrar en la FORS otros residuos biodegradables como los elementos de celulosa, derivados de la madera y otros compostables en general. Los principales materiales de la FO son:

Restos de comida y restos de preparación de la comida (cocinados o crudos):

- Pielés y restos de fruta y verdura
- Huesos y restos de carne
- Espinas y restos de pescado, así como caparzones y conchas de marisco
- Cáscaras de huevo y pieles y cáscaras de frutos secos
- Restos de comida y comida en mal estado
- Restos de pan
- Poso de café y restos de infusiones

Restos vegetales de pequeñas dimensiones:

- Ramos marchitos, flores y hojas secas
- Malas hierbas, césped, pequeñas ramas de poda y hojarasca
- Residuos de papel
- Papel de cocina sucio
- Servilletas de papel sucias
- Pañuelos de papel

Materiales compostables:

- Bolsas compostables
- Otros materiales compostables

Otros materiales:

- Tapones de corcho
- Serrín
- Astillas y virutas de madera natural
- Mondadientes y palos de helado, palillos de comida china o de cocinar pinchos, etc
- Excrementos de animales domésticos sin lechos ni arenas absorbentes

Aunque existen experiencias donde se limita la tipología de residuos orgánicos considerados aptos para la recogida separada de la FO (únicamente residuos vegetales, o bien, sólo crudos pero no cocinados), esto reduce los beneficios y las ventajas potenciales de su gestión y no evita la necesidad de gestionar adecuadamente el resto de la fracción orgánica que permanecerá en la fracción resto.

4.4.4.3 *Ventajas de una gestión adecuada*

La prevención de la producción de biorresiduos es prioritaria, pero una vez generados, la recogida separada de los biorresiduos es un prerequisite para su adecuado reciclaje y, por tanto, para una producción de compost de calidad. Todo ello, además de la mejora general en la gestión de residuos, comporta otros muchos beneficios sociales, ambientales y económicos:

- Cierre del ciclo de la materia orgánica. Reciclaje y posterior aplicación de compost en sustitución de fertilizantes químicos. Captura de CO₂ en los suelos.
- Mejora de la estructura y fertilidad de los suelos por la aplicación de un compost de calidad, especialmente necesario en el territorio español debido a la abundancia de suelos degradados y faltos de materia orgánica.
- Producción de energía renovable (biogás como biocombustible utilizado directamente o para la obtención de energía eléctrica).
- Reducción sustancial de las cantidades de materiales biodegradables depositados en vertedero (tanto directamente como contenidos en los rechazos de planta) y, por tanto, reducción de las emisiones de GEI y de las necesidades de espacio en dichas instalaciones.
- Menores entradas de materia orgánica a las plantas incineradoras y, por tanto, diseño de plantas de menor capacidad y con mayor aprovechamiento energético al reducirse la humedad de los residuos tratados.
- Aumento de los niveles de recogida y calidad del resto de fracciones recogidas separadamente, con un incremento la recuperación de materiales y de las tasas de reciclado en su conjunto (supone en general un ahorro de energía y emisiones).
- Aumento de la sensibilización ciudadana en relación a la gestión de los residuos y a la protección del medio ambiente. Impacto positivo limitado sobre el empleo con la creación de nuevos puestos de trabajo en el sector de la recogida y tratamiento.

4.4.4.4 *Objetivos de gestión de la normativa y los documentos técnicos*

Objetivos de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos:

- Potenciar la recogida separada de biorresiduos con vistas al compostaje y la digestión de los mismos.

- Potenciar el tratamiento de biorresiduos, de tal manera que se logre un alto grado de protección del medio ambiente.
- Promover el uso de materiales ambientalmente seguros producidos a partir de biorresiduos.

Objetivos de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados:

- La Ley 22/2011 incorpora un artículo específico para los biorresiduos según el cual 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:
 - 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.
 - El compostaje doméstico y comunitario
 - 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.
 - 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.

Objetivos de la Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero:

- Reducir los residuos de competencia municipal biodegradables destinados a vertedero, respecto a los generados en 1995, hasta un 35 %, para el 16/07/2016.

Objetivos del Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (PNIR):

- Apartado Planes y programas
 - Aumentar el compostaje y la biometanización de la fracción orgánica recogida selectivamente.
 - 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.

Recomendaciones de la Estrategia Temática para la Protección del Suelo:

- Promoción del uso de enmiendas orgánicas de calidad que potencien una gestión sostenible de la materia orgánica y su aplicación en el suelo, así como la de prevención de la contaminación de suelos.

Recomendaciones de la Estrategia Temática sobre el Uso Sostenible de Recursos Naturales:

- Cierre del ciclo de materiales, usando eficientemente los recursos existentes y cumpliendo con la necesidad de parar la degradación de nuestros sistemas ecológicos por sobreexplotación, volviendo al funcionamiento cíclico que enseña la naturaleza.

Objetivos del Programa Europeo sobre el Cambio Climático:

- Ayudar en el cumplimiento de los objetivos del programa, reduciendo el material biodegradable en vertederos pero además considerando el papel de la materia

orgánica en el suelo como sumidero de carbono, junto con otros beneficios como la menor necesidad de inputs energéticos en agricultura y las substitución de fertilizantes químicos.

Objetivos de la Política Energética Europea:

- Ayudar en el cumplimiento de los objetivos de producción de energía renovables a través de la producción de biogás.

4.4.4.5 *Medidas de prevención*

El problema fundamental en el uso de los recursos es su consumo desmesurado y la consecuente producción de residuos, que en el caso de los biorresiduos domésticos se traduce en la gran generación de restos de comida (durante la preparación y consumo), así como de excedentes alimentarios, alimentos caducados o en mal estado, y de la producción de residuos verdes derivados de la gestión de las zonas verdes y jardines. La prevención de los residuos orgánicos de competencia municipal debe ser priorizada en relación al resto de etapas, y se puede realizar, principalmente, mediante tres tipos de actividades:

- Compra y uso responsable:
 - Introducir pautas de compra, conservación, preparación y consumo responsable de los alimentos:
 - Minimizar por parte de los comercios las cantidades de alimentos que caducan antes de ser vendidas (revisar stocks según demanda y fechas de caducidad).
 - Racionalizar por parte de los consumidores la compra de alimentos, de manera que no adquieran mayor cantidad de la que pueden consumir antes de que se echen a perder (utilizar lista de la compra, revisar fechas de caducidad, conservación adecuada, usar el congelador, etc.).

- Disponer de pautas para aprovechar los restos de comida generados durante el proceso de preparación de las comidas y los alimentos sobrantes, y controlar que las raciones servidas sean apropiadas, destinadas a los ciudadanos en general, la restauración y las actividades con servicio de comedor (escuelas, residencias, hospitales, etc.).
- Gestionar correctamente la elaboración y distribución de comidas en fiestas y actos públicos.
- Introducir pautas de “Jardinería sostenible”: los jardines pueden ser grandes consumidores de agua y energía, así como grandes generadores de fracción vegetal. Para racionalizar estos consumos se pueden aplicar una serie de buenas prácticas ambientales de diseño y manejo del jardín, conocidas como “Smartgardening”, o, jardinería inteligente o sostenible (fabricar y utilizar “mulching”, utilizar especies menos generadoras de restos vegetales y césped de crecimiento lento, evitar el uso de plantas de temporada, regular la frecuencia de siegas y podas, etc.).
- Aprovechamiento de los excedentes alimentarios:
 - Las actividades económicas, principalmente, pero también algunos equipamientos, generan cantidades importantes de excedentes alimentarios con posibilidades de ser reaprovechados por otras vías puesto que todavía se encuentran en condiciones para ser consumidos.

Se pueden crear y gestionar vías de aprovechamiento de estos excedentes de alimentos en buen estado, que son consumibles pero no comercializables, a partir de iniciativas sociales.

Una de estas vías son los bancos de alimentos que se basan en aprovechar estos alimentos y distribuirlos (previa recogida en los comercios minoristas, mayoristas, mercados, etc.) entre aquellos que los necesitan a través de entidades de interés social (junto con otras asociaciones colaboradoras) o, a través de comedores sociales.

4.4.5 Aparatos eléctricos y electrónicos

Se consideran aparatos eléctricos y electrónicos aquellos aparatos que necesitan para funcionar corriente eléctrica o campos electromagnéticos, destinados a ser utilizados con una tensión nominal no superior a 1.000 V en corriente alterna y 1.500 V en corriente continua, y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir dichas corrientes y campos.

Todos los aparatos deben ir identificados con el símbolo de un contenedor tachado para informar a los consumidores de que no se pueden arrojar a la basura, sino que deben ser recogidos de manera selectiva. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) son aquellos aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) cuyo poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar, tanto si se generan en los hogares como por uso profesional.

Este tipo de residuo, por sus características y por su proliferación, se rige por una normativa específica a nivel europeo, la Directiva 2002/96/CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Esta Directiva se ha transpuesto al marco normativo estatal mediante el Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos. Sus objetivos son prevenir la generación de estos residuos, reducir su eliminación y la peligrosidad de sus componentes, fomentar la reutilización de los aparatos y la valorización de sus residuos y determinar una gestión adecuada tratando de mejorar la eficacia de la protección ambiental.

4.4.5.1 Categorías y cantidad usada

Con objeto de aclarar y conocer el tipo de AEE que se encuentran en el ámbito de la Directiva y del Real Decreto, se han agrupado en 10 categorías, indicándose ejemplos de aparatos que entran en cada una de ellas.

Tabla 4.10.- Categorías de los AEE

Categoría	Ejemplos
Grandes electrodomésticos	Grandes equipos refrigeradores. Frigoríficos. Congeladores. Otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y

	almacenamiento de alimentos. Lavadoras. Secadoras. Lavavajillas. Cocinas. Estufas eléctricas. Placas de calor eléctricas. Hornos de microondas. Aparatos de calefacción eléctricos. Radiadores eléctricos. Otros grandes aparatos utilizados para calentar habitaciones, camas, muebles para sentarse. Ventiladores eléctricos. Aparatos de aire acondicionado. Otros aparatos de aireación y ventilación aspirante.
Pequeños electrodomésticos	Aspiradoras. Aparatos y difusores de limpieza y mantenimiento. Aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y para otros procesos de tratamiento de textiles. Planchas. Tostadoras. Freidoras. Molinillos, cafeteras y aparatos para abrir o precintar envases o paquetes. Cuchillos eléctricos. Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, máquinas de afeitarse, aparatos de masaje y otros cuidados corporales. Relojes, relojes de pulsera y aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo. Balanzas.
Equipos de informática y telecomunicaciones	Grandes ordenadores. Miniordenadores. Unidades de impresión. Ordenadores personales y portátiles (incluyendo unidad central, ratón, pantalla y teclado), notebook, notepad. Impresoras. Copiadoras. Máquinas de escribir eléctricas. Calculadoras de mesa o de bolsillo. Otros productos y aparatos para la recogida, almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información de manera electrónica. Sistemas y terminales de usuario. Terminales de fax, de télex. Teléfonos, inalámbricos, celulares. Contestadores automáticos. Otros aparatos de transmisión de sonido, imágenes u otra información por telecomunicación.
Aparatos electrónicos de consumo	Radios. Televisores. Videocámaras. Vídeos. Cadenas de alta fidelidad. Amplificadores de sonido. Instrumentos musicales. Otros productos o aparatos utilizados para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluidas las señales y tecnologías de distribución del sonido e imagen distintas de la telecomunicación.
Aparatos de alumbrado	Luminarias para lámparas fluorescentes, excluidas las luminarias de hogares particulares. Lámparas fluorescentes rectas. Lámparas fluorescentes compactas. Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos. Lámparas de sodio de baja presión. Otros aparatos de alumbrado utilizados para difundir o

	controlar luz, excluidas las bombillas de filamento.
Herramientas eléctricas o electrónicas	Taladradoras. Sierras. Máquinas de coser. Herramientas para torneear, trabajar la madera, el metal u otros materiales Herramientas para remachar, clavar, atornillar, soldar o para aplicaciones similares. Herramientas para rociar, esparcir, propagar o aplicar otros tratamientos con sustancias líquidas o gaseosas por otros medios. Herramientas para cortar césped o para otras labores de jardinería. Otras herramientas.
Juguetes y equipos deportivos	Trenes eléctricos o coches en pista eléctrica. Consolas portátiles. Videojuegos. Ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, remar, etc. Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos. Máquinas tragaperras. Otros juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre
Aparatos médicos	(Excepto todos los productos implantados e infectados) Aparatos de radioterapia. Cardiología. Diálisis. Ventiladores pulmonares. Medicina nuclear. Aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro. Analizadores. Congeladores. Pruebas de fertilización. Otros aparatos para detectar, prevenir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades.
Instrumentos de vigilancia y control	Detector de humos. Reguladores de calefacción. Termostatos. Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio. Otros instrumentos de vigilancia y control utilizados en instalaciones industriales (por ejemplo, en paneles de control).
Máquinas expendedoras	Máquinas expendedoras de bebidas calientes. Máquinas expendedoras de botellas o latas, frías o calientes. Máquinas expendedoras de productos sólidos. Máquinas expendedoras de dinero. Todos los aparatos para suministro automático de toda clase de productos.

El ámbito de aplicación del Real Decreto 208/2005 excluye los siguientes aparatos eléctricos y electrónicos:

- Las bombillas de filamentos

- Los aparatos médicos, aquellos productos que hayan sido implantados e infectados con sangre u otros contaminantes biológicos
- Las herramientas industriales fijas de gran envergadura, instaladas por profesionales
- Los que se destinen a fines específicamente militares, necesarios para la seguridad nacional
- Los que formen parte de otro tipo de aparato no incluido en su ámbito de aplicación

Los productores están obligados a diseñar sus productos de manera que faciliten su reparación, su reutilización, desmontaje y reciclado, así como financiar la gestión de los residuos generados y organizar dicha gestión de manera que se consigan unos determinados niveles de recogida y de valorización de los residuos. Los fabricantes tienen que garantizar que el tratamiento de los residuos se realiza utilizando las mejores técnicas disponibles. Asimismo, los consumidores deben entregar los aparatos eléctricos y electrónicos en los puntos de recogida establecidos.

Los productores de estos aparatos pueden cumplir sus obligaciones de financiación de manera individual o colectiva. En este caso lo hacen a través de los denominados Sistemas Integrados de Gestión (SIG), denominados tras la aprobación de la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados como Sistemas Colectivos de Responsabilidad Ampliada del Productor.

En España, desde que entró en vigor el RD 208/2005 se han recogido alrededor de 1 000 000 de toneladas de RAEE.

4.4.5.2 *Características*

Los AEE son productos muy complejos que generalmente incluyen numerosas partes y componentes con piezas metálicas y plásticas variadas, carcasas de plástico, madera o metal, tarjetas de circuitos impresos, tubos de rayos catódicos, pantallas de cristal líquido, cables, pilas, baterías, componentes eléctricos y electrónicos, diversos fluidos, contrapesos de hormigón, cartuchos de impresión, motores eléctricos, etc. Estas piezas y

componentes están fabricados en materiales muy diversos y de diferente naturaleza. Básicamente se trata de metales (férreos y no férreos), polímeros, vidrios y otros materiales (madera, caucho, cartón, etc.).

La proporción de cada uno de estos materiales dependerá del tipo de aparato en cuestión, así por ejemplo, un aparato de línea blanca está constituido principalmente por metales, mientras que en un equipo de electrónica de consumo predominan los plásticos, donde también hay que tener en cuenta la naturaleza de los polímeros utilizados. En el caso específico de los frigoríficos domésticos, se considera que por término medio este tipo de aparato contiene alrededor de 11 kg de plástico. De media, los plásticos representan el 20 % de la corriente de RAEE.

Los AEE de naturaleza tecnológica o de telecomunicaciones pueden llegar a contener más de 60 elementos diferentes. En el caso de un teléfono móvil (donde se utilizan metales y plásticos), se puede contar con la presencia de 40 de los metales recogidos en el sistema periódico: metales básicos como el cobre, estaño, metales especiales como el cobalto, indio y antimonio, y metales preciosos como la plata, oro y paladio. A modo de ejemplo, los metales utilizados están marcados en rojo en la siguiente figura:

La imagen muestra una tabla periódica de elementos químicos. Los elementos que están marcados con un recuadro rojo, indicando su presencia en un teléfono móvil, son: H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, La-Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac-Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Uun, Uub, Uuq.

Figura 4.4.- Ejemplo de los diferentes tipos de metales presentes en un teléfono móvil

Fuente: A Sustainable Materials Management. OECD, 2009

Un ejemplo de los materiales contenidos (% en peso) en los AEE puede resumirse en la siguiente tabla:

Tabla 4.11.- Materiales contenidos (en %) en los AEE

Categoría	Metales férricos	Metales no férricos	Vidrios	Plásticos	Otros
Grandes electrodomésticos	61	7	3	9	21
Grandes electrodomésticos	19	1	-	48	32
Equipos informáticos	43	-	4	30	20
Telecomunicaciones	13	7	-	74	6
Electrónica de consumo	11	2	35	31	22
Lámpara de descarga de gas	2	2	89	2	3

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

4.4.5.3 *Ventajas de una gestión adecuada*

Los materiales valorizables que contienen los AEE suponen un recurso que no debe ni puede perderse, y que tienen que recuperarse en la última etapa de la vida, cuando se transforme en residuo, a través del reciclado o su valorización. Una recuperación efectiva de estos metales o materiales es esencial, de modo que puedan estar disponibles para fabricar nuevos AEE u otros productos, de manera que esos recursos puedan ser conservados para futuras generaciones.

Asimismo, existen sustancias peligrosas en este tipo de aparatos que, si bien son necesarias para garantizar su funcionalidad, pueden emitirse al medio ambiente o ser perjudiciales para la salud humana si, una vez convertidos en residuos, los aparatos no se gestionan y tratan adecuadamente. Es por eso que todas las etapas de la gestión, desde

su recogida, almacenamiento, transporte y tratamiento deben hacerse en unas condiciones seguras, sin mezclarse con otros flujos de residuos (recogida separada) y que eviten manipulaciones o roturas que puedan liberar este tipo de sustancias peligrosas.

4.4.5.4 *Medidas de prevención*

Para el funcionamiento de los AEE, es necesario incorporar en su composición una serie de sustancias que, una vez convertidos en residuos y si no se gestionan y tratan adecuadamente, son peligrosas para el medio ambiente y la salud humana. Algunas de estas sustancias son:

- Cadmio: más del 90% en las pilas recargables.
- Plomo: más del 90% en las baterías, con pequeñas contribuciones por parte de las soldaduras para los circuitos impresos, lámparas y tubos fluorescentes.
- Óxido de plomo (utilizado en el vidrio): más del 80% en los TRC (Tubos de Rayos Catódicos) mientras que el resto procede de las lámparas y los tubos fluorescentes.
- Mercurio: más del 90% procede de las pilas y sensores de posición con una pequeña contribución por parte de los relés y lámparas fluorescentes.
- Cromo hexavalente: utilizado como inhibidor de corrosión en el sistema de refrigeración de los refrigeradores por absorción.
- Niquel: baterías Ni-Cd.
- PCB (Bifenilos policlorados): más del 90% provienen de los condensadores y transformadores.
- Compuestos bromados/retardantes de llama:
 - TBBA (Tetra - bromo -bifenil A): más del 90% proviene de los circuitos impresos, placas y carcasas.
 - PBB- (Polibromobifenilos)- y PBDE (polibromodifenil-eteres): componentes termoplásticos, cables, etc.

- Octa y deca BDE (octa- y decabromo difenil eter): más del 80% dentro de los ordenadores, con menores contribuciones por parte de los aparatos de TV y aparatos eléctricos de cocinas domésticas.
- CFCs, HCFCs, HCs: unidades de refrigeración y espumas aislantes.
- Cloroparafinas: más del 90% en el PVC de los cables.
- Plata, cobre, bario y antimonio.

El Real Decreto 208/2005 incorpora también la transposición de la Directiva 2002/95/CE de 27 de enero de 2003, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos (Directiva ROHs), de manera que el objetivo de valorización y eliminación correctas de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, desde el punto de vista medioambiental y de la protección de la salud humana en los procesos de tratamiento de residuos, se convierten en objetivos sustanciales de la norma, asimismo se incorporan los principios de prevención de residuos.

La nueva Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de junio de 2011 sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos (refundición de la Directiva 2002/96/CE) vincula en sus anexos lo establecido en el Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH) e indica que deben considerarse con carácter prioritario los riesgos para la salud humana y el medio ambiente que se deriven de la utilización de hexabromociclododecano (HBCDD), el bis(2-etilhexil) ftalato, el ftalato de bencilo y butilo (BBP) y el dibutilftalato (DBP).

La prevención de la generación de RAEE se produce también a través de la reutilización. La constante innovación tecnológica y la sustitución de AEE por otros más avanzados y con nuevas prestaciones, sumado a la cultura de usar y tirar, provoca que año tras año se generen cada vez más cantidad de residuos de este tipo. Sin embargo, la reutilización de los AEE usados (de forma directa o después de aplicar actividades de preparación para la reutilización) supone el aumento en la vida media del aparato, un ahorro de recursos, una reducción de la cantidad de residuos generados, una forma de consumo responsable y un

nicho de nuevos empleos que supone un importante aliciente social y empresarial. Asimismo, se ponen en el mercado equipos de segunda mano más baratos que pueden hacer más asequible su compra, de manera que puedan ser adquiridos más fácilmente.

Por su parte los productores de RAEE, según el Real Decreto 208/2005, deben aplicar medidas de prevención en su diseño (desmontaje, reparación y reutilización) y aportar información a los gestores sobre los componentes y el desmontaje para facilitar la reutilización. Por su parte los SIG deben aplicar operaciones de tratamiento que prioricen la reutilización y cumplir unos objetivos de reutilización (sustituibles por los de reciclaje) de los componentes, materiales y sustancias de los RAEE.

4.4.6 Textil y calzado

La ropa de vestir, el calzado y el textil del hogar y otros productos textiles, una vez usados durante un periodo de tiempo determinado se convierten en residuos. Las modas y las pautas de renovación del vestuario y la calidad y precios actuales de los productos textiles hacen que estos residuos cada vez estén más presentes. En muchos casos, cuando los usuarios los desechan, estos productos se encuentran en buen estado por lo cual son potencialmente reutilizables, o en caso contrario, pueden pasar a los circuitos de reciclaje.

4.4.6.1 Usos y cantidad usada

El consumo anual por persona se encuentra entre los 7 y los 10kg de ropa o de residuo textil, sin tener en cuenta la cantidad de residuo de este tipo que genera la industria del textil (FIDA, 2005).

Según las composiciones disponibles de los residuos de competencia municipal de diversas CCAA los textiles corresponden alrededor de un 4%-4,5% de los residuos generados (4,4% en Cataluña 2006, 4,35% en Islas Baleares 2003 y 4% Castilla y León 2003).

Tabla 4.12.- Origen de los residuos textiles y de calzado

Domicilios	Ropa de vestir: pantalones, camisas, americanas, chaquetas, abrigos, etc.
Actividades comerciales	Dependiendo de la actividad se pueden generar residuos de diferentes tipos de textiles similares a los generados en los domicilios.
Equipamientos y servicios municipales	Dependiendo de la actividad se pueden generar residuos de diferentes tipos de textiles similares a los generados en los domicilios.

4.4.6.2 Características

Los productos textiles están constituidos por:

- Fibras o materiales naturales derivados de:
 - Plantas: algodón, lino, seda, etc.
 - Animales: lana, piel, cueros, etc.
 - Minerales: metales
- Materiales sintéticos obtenidos de componentes químicos derivados del petróleo en su mayoría.

Las características de cada material y sus impactos vienen determinados tanto por la obtención de las materias primas de las que derivan como de su tratamiento para convertirlas en fibras textiles o componentes de la pieza.

Cualquier producto textil en buen estado puede reutilizarse de forma directa o destinarse a los circuitos de recogida y reutilización. Se debe evitar aportar ropa sucia, desgarrada, desgastada y calzado desaparejado.

4.4.6.3 *Ventajas de una gestión adecuada*

La prevención de la producción de residuo textil y del calzado es prioritaria, pero una vez generado, la recogida separada tiene como objetivo posibilitar su reutilización principalmente y la preparación para su reutilización y su reciclaje, hecho que comporta un ahorro de energía, emisiones y materias primas, consiguiendo los siguientes beneficios:

- Cierre del ciclo del textil y calzado con su reutilización o reciclaje, para disponer de productos de segunda mano o producir nuevos productos sustituyendo las materias primas.
- Reducción sustancial de las cantidades de materiales depositados en vertedero y de las entradas a incineración. Algunos residuos textiles que contienen fibras vegetales son biodegradables, evitar su disposición conlleva una reducción de las emisiones de GEI.
- Aumento de la sensibilización ciudadana en relación a la gestión de los residuos y a la protección del medio ambiente. Impacto positivo limitado sobre el empleo con la creación de nuevos puestos de trabajo en el sector de la recogida y tratamiento.

4.4.6.4 *Objetivos de gestión de la normativa y los documentos técnicos*

Objetivos de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados:

- 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.

Objetivos de la Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero:

- Reducir los residuos de competencia municipal biodegradables destinados a vertedero, respecto a los generados en 1995, hasta un 35 %, para el 16/07/2016.

Objetivos del Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (PNIR):

- 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 las tasas de reciclado de los diferentes materiales presentes en los residuos urbanos de origen domiciliario.

Recomendaciones de la Estrategia Temática sobre el Uso Sostenible de Recursos Naturales:

- Cierre del ciclo de materiales, usando eficientemente los recursos existentes y cumpliendo con la necesidad de parar la degradación de nuestros sistemas ecológicos por sobreexplotación, volviendo al funcionamiento cíclico que enseña la naturaleza.

Objetivos del Programa Europeo sobre el Cambio Climático:

- Ayudar en el cumplimiento de los objetivos del programa, reduciendo el material biodegradable en vertederos.

4.4.6.5 *Medidas de prevención*

- Consumo y uso responsable: el primer paso para la prevención de la generación de residuos textiles es realizar un consumo y uso responsable de estos productos:
 - Reducir en la medida de lo posible la compra de textiles, calzado y complementos.

- Adquirir productos que no pasen de moda (fondo de armario), de buena calidad y duraderos.
 - Sustituir la adquisición de productos para ocasiones puntuales (vestido o traje para fiestas, celebraciones, etc.) por su alquiler en tiendas especializadas, o bien, por el préstamo por parte de alguno amigo o familiar.
 - Adquirir productos de segunda mano o utilizar aquellos que familiares o amigos ya no usen.
 - Adquirir productos ecológicos, de tejidos naturales, de materiales reciclados, de comercio justo o de productores y diseñadores locales.
 - Alargar la vida del producto siguiendo las indicaciones de lavado, planchado y tendido. Si es necesario arreglar sus desperfectos (zurcir descosidos, reparar los zapatos e incluso realizar arreglos). ? Crear y elaborar uno mismo la ropa a partir de tela o reconvirtiendo otras prendas que ya no se utilicen.
- Reutilización directa: una vez utilizados los productos textiles, cuando el poseedor ya no los necesita o los quiere, si se encuentran en buen estado, se les puede dar un segundo uso de forma directa si se prestan o regalan a amigos y familiares o si se donan a conocidos. El textil inservible también puede tener otros usos como trapos de cocina, trapos de limpieza, protección de bienes almacenados, etc.
 - Preparación para la reutilización: si no es factible darles un segundo uso directo, los textiles se gestionan de forma diferenciada aportándolos hacia sistemas de recogida específicos, para poderlos reintroducir posteriormente como ropa de segunda mano una vez acondicionados mediante actuaciones de preparación para la reutilización (selección, lavado, zurcido, etc.).

Los canales para dar salida a estos productos de segunda mano son:

- Tiendas de segunda mano.
- Mercados de segunda mano.
- Venta al por mayor.

- Exportación a otros países.
- Donaciones (a través de servicios sociales, fundaciones, etc.).

Esta actividad no solo contribuye a reducir el impacto sobre el medio, sino que al mismo tiempo favorece la creación de puestos de trabajo en las entidades sociales o empresas de inserción socio-laboral que suelen realizar las actividades de recogida y acondicionamiento y, además, permite distribuir ropa de segunda mano a través de donaciones o venta a precios económicos a sectores de la población local u otros países que la necesitan.

Para fomentar el funcionamiento de este circuito, las actuaciones que se pueden llevar a cabo son:

- Fomento de la aportación de ropa y calzado a los sistemas de recogida habilitados para ello.
- Fomento de la creación de actividades de recogida, selección y acondicionamiento de ropa.
- Fomento de vías de distribución del textil preparado para la reutilización: tiendas de segunda mano, mercados, donaciones a través de servicios sociales, etc.

4.4.7 Pilas y acumuladores

Las pilas y los acumuladores son dispositivos que permiten la obtención de energía eléctrica por transformación de la energía química. Las pilas y acumuladores se utilizan en transistores, juguetes, linternas, relojes, calculadoras, cámaras fotográficas, teléfonos móviles, etc. Las pilas y acumuladores contienen algunos metales pesados como el mercurio, el cadmio o el plomo, que son potencialmente peligrosos para la salud y el medio ambiente. Por ello, se consideran residuos peligrosos y están sujetos a una recogida y tratamiento específicos.

Dentro de estos conceptos, hay que distinguir entre pila, constituida por uno o varios elementos primarios (éstos no pueden ser regenerados y por tanto no son recargables) y acumulador, constituido por uno o varios elementos secundarios (éstos pueden ser regenerados y por tanto son recargables). Es decir, una vez agotado el acumulador

podemos regenerar los elementos activos, por tanto, su vida puede contemplar varios ciclos de carga y descarga, cosa que no ocurre con la pila.

A algunos acumuladores se les denomina comúnmente baterías como las de los teléfonos móviles, pero esta denominación no se ajusta a la definición de batería establecida en la normativa europea y española que rige estos residuos, mientras que las baterías de automoción e industriales sí se encuentran incluidas en dicha definición.

Este tipo de residuos, por sus características y por su proliferación, se rigen por una normativa específica a nivel europeo, la Directiva 2006/66/CE, que se ha traspuesto al marco normativo estatal mediante el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos y el Real Decreto 943/2010, de 23 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 106/2008. Esta normativa incorpora los principios de «quien contamina paga» y de responsabilidad del productor, de manera que los productores, que ponen por primera vez este producto en el mercado, como los fabricantes, importadores o adquirientes intracomunitarios, están obligados a hacerse cargo de la recogida y gestión de la misma cantidad, en peso y tipo, de las pilas y baterías que hayan puesto en el mercado.

La normativa afecta a todo tipo de pilas, acumuladores y baterías, independientemente de su forma, volumen, peso, composición o uso:

- Pilas botón
- Pilas estándar
- Acumuladores portátiles
- Pilas, acumuladores y baterías de automoción
- Pilas, acumuladores y baterías industriales
- Otros tipos

Incluye también las pilas, acumuladores y baterías procedentes de los vehículos al final de su vida útil y de los aparatos eléctricos y electrónicos. Las únicas excepciones son las pilas, acumuladores y baterías utilizados en equipos concebidos para fines militares o destinados a ser enviados al espacio, que quedan excluidos de esta normativa.

4.4.7.1 Usos y cantidad usada

El Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente calcula que en España, en los últimos años, se han vendido aproximadamente 450 millones de unidades de pilas y acumuladores portátiles al año, lo que supone más de 12.000 toneladas de pilas y acumuladores portátiles al año.

Tabla 4.13.- Origen de los residuos de pilas y acumuladores

Domicilios	Pilas o baterías de aparatos eléctricos y electrónicos de uso doméstico: Baño: máquina de afeitar, cepillo eléctrico, etc. Estudio: ordenador portátil, ratón, calculadora, etc. Sala de estar: radio portátil, mando a distancia, etc. Otros: cámaras, GPS, móviles, relojes, juguetes, linterna, despertadores, etc.
Actividades comerciales	Dependiendo de la actividad pueden generar diferentes tipos de pilas y acumuladores asimilables a los domiciliarios, además de las baterías de vehículos al final de su vida útil y de otras industriales.
Administración pública y equipamientos	Dependiendo de la actividad pueden generar diferentes tipos de pilas y acumuladores asimilables a los domiciliarios.

Las pilas se componen, en general, de celdas electrolíticas que contiene dos placas de metales distintos (cátodo y ánodo) separadas entre sí por una solución iónica (medio conductor de electrones entre ambas placas). Estas celdas se encuentran en un recipiente metálico o plástico. Para separar los elementos activos contienen papel o cartón, además pueden presentar, en algunos casos y dentro de los límites admisibles, plomo o cadmio para mejorar la construcción o mercurio para limitar la corrosión. La función del mercurio en las pilas es la de almacenar las impurezas contenidas en las materias primas, que generan gases, y que pueden perjudicar el funcionamiento y la seguridad de la pila. El mercurio, plomo y el cadmio no son los únicos elementos tóxicos, dependiendo del tipo de pila, puede además contener zinc, manganeso y níquel.

El Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos realiza una definición detallada de cada tipología de pila y acumulador:

- Pila: fuente de energía eléctrica obtenida por transformación directa de energía química y constituida por uno o varios elementos primarios (no recargables).
- Acumulador: fuente de energía eléctrica generada por transformación directa de energía química y constituida por uno o varios elementos secundarios (recargables).
- Pila botón: pila o acumulador, pequeño, portátil y de forma redonda, cuyo diámetro sea mayor que su altura, destinado a aparatos especiales, como audífonos, relojes, pequeños aparatos portátiles y dispositivos de reserva.
- Pila estándar: pila de peso inferior a 1 kg, diferente de las pilas botón, destinada a ser instalada en productos de gran consumo o profesionales.
- Pila o acumulador portátil: cualquier pila, pila botón, acumulador o batería que esté precintado, pueda llevarse en la mano y no sea industrial ni de automoción, tales como, por ejemplo, las pilas botón y estándar, y los acumuladores utilizados en teléfonos móviles, videocámaras, luces de emergencia y herramientas portátiles.
- Pila o acumulador de automoción: pila o acumulador utilizado para el arranque, encendido o alumbrado de vehículos.
- Pila o acumulador industrial: pila o acumulador diseñado exclusivamente para uso industrial o profesional o utilizado en cualquier tipo de vehículo eléctrico.
- Batería: conjunto de pilas o acumuladores conectados entre sí, formando una unidad integrada y cerrada dentro de una carcasa exterior no destinada a ser desmontada ni abierta por el usuario final. Ejemplos de baterías son las baterías de automoción y las baterías industriales.

Este grupo de residuos son gestionados a través de Sistemas integrados de gestión/sistemas colectivos de responsabilidad ampliada, de manera que sus productores

deben financiar su gestión y reciclado una vez se convierten en residuos y las entidades gestoras de estos sistemas deben desarrollar circuitos de recogida separada y transporte.

Algunos sectores, como el de automoción, han establecido acuerdos voluntarios exclusivamente para la recogida de baterías conforme a lo establecido por la Directiva y el Real Decreto de pilas y acumuladores.

4.4.7.2 Características

Las pilas pueden ser de forma cilíndrica, prismática o de forma de botones, dependiendo de la finalidad a la cual se destinan. Existen muchos tipos de pilas que se pueden clasificar inicialmente en dos grandes grupos:

- Primarias o pilas que una vez agotadas no es posible recuperar el estado de carga.
- Secundarias o acumuladores, en las que la transformación de la energía química en eléctrica es reversible, por lo que se pueden recargar. Por tanto la cantidad de residuos generados es mucho menor.

Las pilas se componen, en general, de celdas electrolíticas que contiene dos placas de metales distintos (cátodo y ánodo) separadas entre sí por una solución iónica (medio conductor de electrones entre ambas placas). Estas celdas se encuentran en un recipiente metálico o plástico. Para separar los elementos activos contienen papel o cartón, además pueden presentar, en algunos casos y dentro de los límites admisibles, plomo o cadmio para mejorar la construcción o mercurio para limitar la corrosión. La función del mercurio en las pilas es la de almacenar las impurezas contenidas en las materias primas, que generan gases, y que pueden perjudicar el funcionamiento y la seguridad de la pila. El mercurio, plomo y el cadmio no son los únicos elementos tóxicos, dependiendo del tipo de pila, puede además contener zinc, manganeso y níquel.

Como ya se ha transcribió anteriormente, el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos realiza una definición detallada de cada tipología de pila y acumulador:

4.4.7.3 *Ventajas de una gestión adecuada*

La prevención de la producción de residuos de pilas y acumuladores es prioritaria, pero una vez generados, la recogida separada tiene como objetivo posibilitar el reciclaje de calidad de los materiales que los conforman y tratar las sustancias peligrosas que contienen, hecho que comporta un ahorro de energía, emisiones y materias primas, consiguiendo los siguientes beneficios:

- Cierre del ciclo de los residuos de pilas y acumuladores con su reciclaje y posterior utilización para producir nuevos productos, en sustitución de las materias primas.
- Las pilas y acumuladores contienen distintos metales pesados en diferentes concentraciones, como el mercurio, el cadmio o el plomo, que son potencialmente peligrosos para la salud y el medio ambiente (la mayoría de los metales pesados son bioacumulativos y pasan de un organismo a otro a través de la cadena alimentaria). Si las pilas se depositan en el medio de forma incontrolada, el agua de lluvia puede arrastrar los metales hacia el agua subterránea, los ríos y el mar y los seres vivos se pueden ver afectados.
- Reducción de las cantidades de materiales aportadas a depósitos controlados y, por tanto, de las necesidades de espacio en vertederos.
- Aumento de la sensibilización ciudadana en relación a la gestión de los residuos y a la protección del medio ambiente. Impacto positivo limitado sobre el empleo con la creación de nuevos puestos de trabajo en el sector de la recogida y reciclaje.

4.4.7.4 *Objetivos de gestión de la normativa y los documentos técnicos*

Objetivos de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos:

- Antes de 2020, deberá aumentarse como mínimo hasta un 50 % global de su peso la preparación para la reutilización y el reciclado de residuos de materiales tales como, al menos, el papel, los metales, el plástico y el vidrio de los residuos

domésticos y posiblemente de otros orígenes en la medida en que estos flujos de residuos sean similares a los residuos domésticos.

Objetivos de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados:

- 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.

Objetivos del Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos:

- Prohibición de comercialización de pilas que contengan metales pesados:
 - 0,0005% mercurio (botones 2%)
 - 0,002% cadmio (excepto para iluminación de emergencia, equipos médicos, herramienta eléctrica)
- Objetivos mínimos de recogida de residuos de pilas y acumuladores portátiles en el conjunto del territorio nacional:
 - 25 % en diciembre de 2011
 - 45 % en diciembre de 2015
- Objetivos de reciclado de las pilas recogidas:
 - 65% en peso de las pilas acumuladores de plomo-ácido
 - 75% en peso de las pilas y acumuladores de níquel-cadmio
 - 50% en peso del resto de pilas

Objetivos del Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (PNIR):

- Aumentar las tasas de reciclado de los diferentes materiales presentes en los residuos urbanos de origen domiciliario.

Recomendaciones de la Estrategia Temática sobre el Uso Sostenible de Recursos Naturales:

- Cierre del ciclo de materiales, usando eficientemente los recursos existentes y cumpliendo con la necesidad de parar la degradación de nuestros sistemas ecológicos por sobreexplotación, volviendo al funcionamiento cíclico que enseña la naturaleza.

4.4.7.5 *Medidas de prevención*

Al igual que el resto de residuos considerados peligrosos, a pesar de que las pilas y los acumuladores en cantidad no suponen un porcentaje elevado respecto la generación de residuos total, su potencial de contaminación debido a los metales pesados que contienen y su gestión compleja y costosa, los convierte en una fracción sobre la que se debe aplicar actuaciones de prevención.

Las acciones de prevención que se pueden desarrollar son la promoción de la sustitución de pilas y acumuladores de un solo uso por pilas y acumuladores recargables y pequeños AEE solares y la sustitución directa de los productos por otros con conexión eléctrica. También está de moda la utilización de dinamos.

4.4.8 *Aceites de cocina usados*

Son grasas de origen animal o vegetal (aceites de oliva, de semillas de girasol y otras, etc.) que, utilizados en el cocinado de alimentos en los ámbitos doméstico, centros e instituciones, hostelería, restauración y análogos, su poseedor desecha o tiene la intención o la obligación de desechar.

4.4.8.1 Usos y cantidad usada

Anualmente se consumen unas 850 000 Tm de aceite.

(Fuentes: MARM y Asociación Nacional de Industriales Envasadores y Refinadores de Aceites Comestibles)

De acuerdo con los actuales hábitos culinarios y de consumo, se estima que pueden generarse unos 150 millones de litros anuales de aceite vegetal usado.

(Fuentes: Eroski consumer, GEREGRAS, MARM)

Tabla 4.14.- Origen de los residuos de aceites usados

Domicilios	Preparación, cocinado y condimento de alimentos en las cocinas de los hogares.
Actividades comerciales	Preparación, cocinado y condimento de alimentos en establecimientos de restauración y hostelería: bares y restaurantes, hoteles, comedores colectivos de empresas, etc.
Administración pública y equipamientos	Preparación, cocinado y condimento de alimentos en las cocinas de centros educativos, comedores sociales, instituciones, etc.

4.4.8.2 Ventajas de una gestión adecuada

Desechar los aceites de cocina usados, incluso en cantidades pequeñas, por fregaderos, inodoros u otros elementos de la red de saneamiento pública, es una práctica que se debe evitar. Tal acción implica riesgo de atascos de tuberías, dificultades e incremento de costes en los procesos de depuración de aguas residuales, así como la formación de una película superficial en aguas de ríos, lagos, etc., que afecta al intercambio de oxígeno y perjudica a los seres vivos de los ecosistemas. Se estima que un litro de aceite puede contaminar mil litros de agua.

4.4.8.3 *Objetivos de gestión de la normativa y los documentos técnicos*

Objetivos de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados:

- 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.

Objetivos del Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (PNIR):

- Aumentar las tasas de reciclado de los diferentes materiales presentes en los residuos urbanos de origen domiciliario.
- Impulso a la recogida separada de residuos de aceites vegetales.

Recomendaciones de la Estrategia Temática sobre el Uso Sostenible de Recursos Naturales:

- Cierre del ciclo de materiales, usando eficientemente los recursos existentes y cumpliendo con la necesidad de parar la degradación de nuestros sistemas ecológicos por sobreexplotación, volviendo al funcionamiento cíclico que enseña la naturaleza.

Objetivos de la Política Energética Europea:

- Ayudar en el cumplimiento de los objetivos de producción de energía renovables a través de la producción de biocombustibles.

4.4.9 Medicamentos

Un medicamento es toda sustancia medicinal y sus asociaciones o combinaciones destinadas a su utilización en las personas o en los animales que se presente dotada de propiedades para prevenir, diagnosticar, tratar, aliviar o curar enfermedades o dolencias o para afectar a funciones corporales o al estado mental. También se consideran medicamentos las sustancias medicinales o sus combinaciones que pueden ser administrados a personas o animales con cualquiera de estos fines aunque se ofrezcan sin explícita referencia a ellos.

Los residuos de medicamentos de procedencia doméstica son los medicamentos sobrantes o caducados y sus envases, vacíos o no, que se generan en los domicilios de particulares.

4.4.9.1 Usos y cantidad usada

Según los datos de SIGRE (Sistema integrado de gestión / Sistema colectivo de responsabilidad ampliada de medicamentos caducados y usados y envases de medicamentos) cada 1000 habitantes generaron al mes 6.20 kg de residuos de medicamentos en el 2010. Esta generación ha ido aumentando de forma progresiva en los últimos años.



Figura 4.5.- Evolución de la generación de residuos de medicamentos

Fuente: SIGRE

4.4.9.2 Características

Como residuos de medicamentos se consideran los medicamentos sobrantes o caducados y sus envases. Estos se pueden generar en tres situaciones:

- Al acabar un medicamento: el envase vacío (frascos, blísters, ampollas, tubos, cajas de cartón, etc.), tanto el que está en contacto directo con el medicamento, como el envoltorio exterior y el prospecto.
- Al finalizar un tratamiento: los envases vacíos o con restos de medicación.
- Al revisar el botiquín: los medicamentos que no se necesiten y los caducados y todos dentro de su caja de cartón.

Este grupo de residuos son gestionados a través del Sistema integrado de gestión/sistema colectivo de responsabilidad ampliada gestionado por SIGRE, mediante el cual los productores de los medicamentos se hacen responsables de los residuos que los medicamentos generan y deben financiar su adecuada recogida y tratamiento una vez se convierten en residuos. Todos los productos considerados medicamentos incorporan el símbolo SIGRE, que todos los fabricantes deben incluir obligatoriamente en el envase para identificar que dichos productos son gestionados por dicho sistema de gestión.

No se aceptan como residuos de medicamentos los siguientes productos o elementos:

- Gasas y/o apósitos
- Agujas y objetos cortantes
- Prótesis
- Termómetros, pilas, radiografías
- Reactivos de laboratorio de las fórmulas magistrales

4.4.9.3 *Ventajas de una gestión adecuada*

La prevención de la producción de residuos de medicamentos es prioritaria, pero una vez generados, su recogida separada tiene como objetivo posibilitar el reciclaje de los elementos valorizables y el tratamiento adecuado del resto del producto, hecho que comporta un ahorro de energía, emisiones y materias primas, consiguiendo los siguientes beneficios:

- Cierre del ciclo de los residuos de medicamentos con el reciclaje de los envases para su posterior utilización en la elaboración nuevos productos, y valorización energética de las fracciones no reciclables.
- Minimización de la aparición de residuos de medicamentos en las aguas continentales y los problemas de contaminación derivados. Reducción de la lixiviación y filtración de sustancias peligrosas si estos residuos acaban en vertederos.
- Reducción de las cantidades de materiales depositados en vertederos y, por tanto, de las necesidades de espacio en dichas instalaciones (menor degradación del territorio). Disminución de los elementos biodegradables del envase vertidos de cartón y papel (cajas y prospectos) y con ello de las emisiones de GEI.
- Aumento de la sensibilización ciudadana en relación a la gestión de los residuos y a la protección del medio ambiente. Impacto positivo limitado sobre el empleo con la creación de nuevos puestos de trabajo en el sector de la recogida y reciclaje.
- Minimización, en términos de salud pública, de situaciones de riesgo como sustracciones o un uso indebido de los residuos de medicamentos, si estos se gestionan incorrectamente o a través de otras vías (contenedores en la vía pública).

4.4.9.4 *Objetivos de gestión de la normativa y los documentos técnicos:*

Objetivos de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos:

- Antes de 2020, deberá aumentarse como mínimo hasta un 50 % global de su peso la preparación para la reutilización y el reciclado de residuos de materiales tales como, al menos, el papel, los metales, el plástico y el vidrio de los residuos domésticos y posiblemente de otros orígenes en la medida en que estos flujos de residuos sean similares a los residuos domésticos.

Objetivos de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados:

- 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.

Objetivos de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases y del Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización de dicha ley:

- Reciclaje de un mínimo del 55% y un máximo del 80% en peso de los residuos de envases.
- Reciclaje de los materiales contenidos en los residuos de envases:
 - El 60 % en peso del vidrio
 - El 60 % en peso del papel y cartón
 - El 50 % en peso de los metales
 - El 22,5 % en peso de los plásticos, contando exclusivamente el material que se vuelva a transformar en plástico
 - El 15 % en peso de la madera

- Valorización (incluido el reciclaje y la incineración de residuos con recuperación de energía) de un mínimo del 60% en peso de los residuos de envases.

Objetivos de la Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero:

- Reducir los residuos de competencia municipal biodegradables destinados a vertedero, respecto a los generados en 1995, hasta un 35%, para el 16/07/2016.

Objetivos del Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (PNIR):

- 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.

Tabla 4.15.- Cantidad de residuos generados para los contenedores azul, amarillo e iglú verde

	Incremento respecto al año 2006 (%)	kg / (hab · año) en 2006	Toneladas en 2015	kg / (hab · año) en 2015
Papel / Cartón procedencia municipal	80	20	1 620 000	36
Vidrio	80	12	996 300	23
Plástico	100	3	230 000	5
Metales	100	1	92 000	2

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Recomendaciones de la Estrategia Temática sobre el Uso Sostenible de Recursos Naturales:

- Cierre del ciclo de materiales, usando eficientemente los recursos existentes y cumpliendo con la necesidad de parar la degradación de nuestros sistemas ecológicos por sobreexplotación, volviendo al funcionamiento cíclico que enseña la naturaleza.

Objetivos del Programa Europeo sobre el Cambio Climático:

- Ayudar en el cumplimiento de los objetivos del programa, reduciendo el material biodegradable en vertederos.

4.4.10 Fracción resto

La fracción resto es la fracción de los residuos de origen doméstico que se obtiene una vez efectuadas las recogidas separadas (en algunas zonas también se le denomina rechazo, o erróneamente, orgánica). Todavía puede contener materiales valorizables en diferentes cantidades en función de los niveles de recogida separada que se consiguen para las otras fracciones.

Los materiales que debería contener esta fracción son, entre otros:

- Textil sanitario: pañales, compresas y tampones, bastoncillos para los oídos, discos mamarios, toallitas húmedas, hilo dental, pequeños residuos de curas domésticas (tiritas, esparadrapo, vendas, gasas, algodón, etc.)
- Otros productos de aseo: maquinillas de afeitar, cepillo de dientes, limas, preservativos, etc.
- Residuos de la limpieza doméstica: polvo de barrer y bolsas de aspiradora.
- Platos, tazas y otros elementos de cerámica.
- Colillas y ceniza de cigarrillos.

- Ceniza de chimeneas o estufas.
- Fotografías, tarjetas de crédito o similares.
- Y en general, todos aquellos residuos que no estén sujetos a recogidas separadas por parte de los entes locales.

Suele ser la fracción que requiere de una mayor frecuencia de recogida, especialmente si los niveles de recogida separada no son muy elevados (además puede contener proporciones importantes de materia orgánica). En los sistemas puerta a puerta, en cambio, su frecuencia se restringe generalmente a un día por semana ya que las cantidades de resto son muy bajas, una vez diferenciadas de forma correcta las otras fracciones valorizables.

Esta fracción se destina a instalaciones de tratamiento de resto, con procesos de tratamiento mecánico-biológico, a instalaciones de incineración o valorización energética, o bien, se deposita en vertedero.

4.4.10.1 *Residuos voluminosos*

Los residuos voluminosos son aquellos de tamaño grande que por sus dimensiones pueden distorsionar la gestión ordinaria de los residuos de origen doméstico. Dentro de este grupo de residuos existen diferentes flujos según su naturaleza:

4.4.10.1.1 Muebles y enseres

Los muebles y enseres son los objetos de uso diario o de decoración de un domicilio tales como camas, mesas, sillas, armarios, etc. Estos residuos también se pueden generar en otros ámbitos municipales como equipamientos, establecimientos comerciales, etc.

La producción de este tipo de residuos se ha incrementado de forma sustancial en estos últimos años. Para prevenir su generación se puede hacer incidencia en diferentes aspectos: elección de productos duraderos, uso y mantenimiento adecuados, reparación y la restauración, etc., en definitiva apostar por alargar al máximo su vida útil.

Los muebles y enseres una vez utilizados, disponen de diversas vías de gestión: recogidas en vía pública en días y puntos establecidos, recogidas a demanda en domicilio, recogidas en puntos limpios o recogidas por entidades sociales. Una vez recogidos, pueden pasar a vías de preparación para la reutilización siempre que se encuentren en condiciones apropiadas. En este caso es importante que durante el proceso de recogida se haya tenido en cuenta no provocar deterioros adicionales.

A los elementos que no son susceptibles de volverse a utilizar tras una pequeña reparación, se les somete a un proceso de separación en distintas fracciones conforme a los diferentes materiales valorizables que los componen (madera, plásticos, metales, etc.), ya sea en la instalación del punto limpio (si se dispone de este servicio de desmontaje), o bien, en las instalaciones de tratamiento de voluminosos.

4.4.10.1.2 Madera

Este flujo incluye todos aquellos elementos estructurales y de mobiliario de madera procedentes de los domicilios, actividades económicas y equipamientos, como marcos de ventana, puertas, marcos de puerta, restos de muebles, cajas de mercado, etc. Se diferencia entre madera propiamente dicha y conglomerado (madera triturada y compactada recubierta a menudo por una capa de fórmica o melanina.) Este residuo se genera básicamente en pequeñas obras de bricolaje o reformas.

Su gestión se lleva a cabo principalmente a través de los puntos limpios, aunque también mediante el resto de circuitos habilitados para los muebles y enseres. Su tratamiento se basa en un proceso de selección en el cual se separa el conglomerado de lo que es madera propiamente dicha. La madera se tritura y se incorpora como materia primera al proceso de fabricación de pellets y conglomerados de madera. El conglomerado triturado se valoriza energéticamente mediante la combustión en calderas preparadas por estos tipos de combustible.

4.4.10.1.3 RAEE de gran tamaño

Los RAEE de tamaño grande también se consideran residuos voluminosos y se deben recoger de forma apropiada mediante los sistemas habilitados para ello.

4.4.10.1.4 Chatarra

La chatarra está constituida por aquellos elementos residuales férricos que se pueden generar en los hogares, equipamientos y actividades económicas, como por ejemplo, cañerías, somieres, pies de lámparas, etc. Se incluyen también dentro de este grupo de residuos, los residuos férricos de producción de pequeñas industrias si éstas pueden depositarlos conforme a las ordenanzas municipales en los puntos limpios. Se gestiona principalmente a través de los puntos limpios, pero también mediante el resto de circuitos habilitados para los muebles y enseres si su origen es domiciliario.

El hierro y el resto de metales pueden reincorporarse al ciclo productivo mediante un proceso de fusión y fabricación de nuevos elementos.

4.4.10.2 Neumáticos

Los neumáticos fuera de uso son aquellos que se convierten en residuo una vez que se han sustituido del vehículo por unos nuevos o cuando el vehículo llega a su final de vida. Este residuo, formado básicamente por caucho natural y sintético, acero y fibras sintéticas (nylon, rayón), se genera en talleres mecánicos u en hogares. Su recogida se realiza a través de la red de puntos limpios, donde los particulares pueden aportar sus neumáticos viejos, o bien, a través de los talleres mecánicos, los cuales tienen que disponer de sus propios circuitos de recogida. Este flujo está regulado por el Real Decreto 1619/2005, de 30 de diciembre, sobre la gestión de neumáticos fuera de uso.

Este grupo de residuos son gestionados a través de diversos Sistemas de responsabilidad ampliada del productor, de manera que sus productores deben financiar su gestión una vez se convierten en residuos y las entidades administradoras de estos sistemas deben desarrollar circuitos de recogida separada y transporte desde los puntos de acopio (puntos limpios y talleres mecánicos).

Los neumáticos recogidos son clasificados separando aquellos que están en condiciones de ser utilizados como neumáticos de ocasión o los que pueden ser recauchutados (sustitución de la banda de rodadura gastada por una nueva para alargar la vida en servicio del neumático mediante su reutilización) del resto, que se transportan a centros

de tratamiento donde se someten a procesos de triturado o granulado donde se separan los diferentes componentes (caucho, fibras y metales -este último material se recicla en empresas siderúrgicas-) para su posterior valorización (rellenos y bases de campos césped artificial, suelos de seguridad en parques infantiles o zonas de juego, aplicación ornamental en jardines y rotondas, impermeabilizantes, suela de calzado, pantallas acústicas, etc.). También existen otros tipos de valorización del neumático sin separación de materiales, ya sea empleándolos en usos de obra civil, o mediante su valorización energética como combustibles de sustitución en procesos industriales.

4.4.10.3 Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos son aquellos que presentan una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III de la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados, y aquellos 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. También tienen esta consideración, los recipientes y envases que los hayan contenido. Algunos de estos residuos disponen de normas específicas que regulan su consideración y gestión.

Existen diferentes tipos de flujos de residuos considerados como peligrosos, que se gestionan principalmente a través de los puntos limpios y se tratan en plantas especializadas para cada tipo de flujo: aceites de motor, aerosoles y espráis, disolventes, pinturas y barnices, pesticidas, colas y adhesivos, productos de limpieza básicos, oxidantes y ácidos, tóners, termómetros, líquido de fotografía, productos de laboratorio escolar, radiografías, otros residuos especiales no identificados, etc. Los envases que contienen estos materiales también se tratan como residuos peligrosos y se gestionan conjuntamente.

También son peligrosos otros residuos que ya se han definido en sus apartados correspondientes tales como las baterías de coche, pilas y acumuladores, fluorescentes y bombillas, neveras con CFC, etc.

4.4.10.4 Vehículos fuera de uso

Los vehículos fuera de uso son aquellos que acaban su vida útil (o se encuentran abandonados) y que cuentan con al menos cuatro ruedas, destinados al transporte de personas y que tengan, además del asiento del conductor, ocho plazas sentadas como

máximo; los vehículos de motor con al menos cuatro ruedas, destinados al transporte de mercancías y que tengan una masa máxima no superior a 3,5 toneladas, y los vehículos de tres ruedas simétricas provistos de un motor de cilindrada superior a 50 centímetros cúbicos, si es de combustión interna, o diseñados y fabricados para no superar una velocidad de 45 km/h, con exclusión de los ciclomotores. Este flujo está regulado por el Real Decreto 1383/2002, de 20 de diciembre, sobre gestión de vehículos al final de su vida útil.

En todo caso, los vehículos sólo tendrán la consideración de residuos a partir del momento en que sean entregados en un centro autorizado de tratamiento (CAT) que proceda a su descontaminación y expida el certificado de destrucción.

Los titulares de los vehículos pueden entregarlos a los CAT, a bien, a instalaciones de recepción de vehículos como por ejemplo las de los productores, los concesionarios, las compañías de seguros, entre otros. Los centros autorizados de tratamiento son instalaciones públicas o privadas, autorizadas para llevar a cabo cualquiera de las operaciones de tratamiento de los vehículos al final de su vida útil.

Todos los vehículos se tienen que descontaminar antes de que sean sometidos a cualquier tratamiento, las cuales se basan en operaciones de desmontaje, fragmentación, así como cualquier otra operación efectuada para posibilitar la reutilización, el reciclaje, la valorización o la eliminación de los vehículos, sus piezas y los residuos derivados.

El resto de vehículos que no entren dentro del ámbito de aplicación del RD 1383/2002 (vehículos de dos ruedas, vehículos industriales, etc.) se deben gestionar a través de un gestor autorizado que realizará cualquiera de las operaciones de tratamiento de este tipo de vehículos al final de su vida útil.

4.4.10.5 *Tierra y escombros*

Las tierras y escombros son residuos de la construcción y demolición compuestos por restos de tierra, arenas y similares utilizados en construcción y provenientes de excavaciones, residuos de actividades de construcción, demolición, vaciado y/o movimiento de tierra y, en general, todos los sobrantes de obras o cualquier material residual asimilable a los anteriormente citados. Los residuos de la construcción y

demolición están regulados por el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

En el ámbito de los residuos domésticos este flujo proviene esencialmente de la pequeña obra o reforma en domicilios, comercios y equipamientos. Así pues, se trata principalmente de materiales de origen pétreo (como trozos de baldosas, yeso o ladrillos) generalmente mezclados con cables, cañerías, hierros, maderas, vidrios, cartón, plásticos y otros materiales que el usuario debe separar para su aportación correcta a los puntos limpios. A pesar de esta separación, las tierras y escombros aportados suelen tener pocas posibilidades de recuperación, debido a la mezcla de materiales (que tienen propiedades y características muy diferentes). Por ello, su destino suele ser los depósitos controlados de materiales inertes o el relleno de canteras y excavaciones a cielo abierto.

5 Recogida de los residuos domésticos

En el presente capítulo se analizan los mejores sistemas de cara a un mayor control de los residuos a partir de su generación y con la idea de realizar una compilación, lo más óptima posible, con objeto de establecer una base óptima desde la que tratar los residuos.

Con anterioridad a los mencionados análisis se realiza un breve inciso sobre cuáles han sido los principales aspectos que han llevado a la baja productividad del actual sistema de recogida, poco selectivo, y que ha llegado a plantear importantes problemas ambientales y sociales dentro del territorio nacional.

5.1 Actuales sistemas de recogida de los residuos domésticos en España

El principal sistema de recogida de basura implantado en España es la recogida selectiva de residuos domésticos, sistema que implica gran colaboración por parte de los ciudadanos, y no está dando tan buenos resultados como se desearía.

Algunas organizaciones, como Retorna, están promoviendo en el país el sistema SDDR (Sistema de Depósito Devolución y Retorno), sistema predominante en los países del norte de Europa, y del cual Alemania es particularmente el mayor representante.

Pero por mucha efectividad que el sistema SDDR parezca tener, el Consejo de Ministros ha modificado la Ley de Residuos y Suelos Contaminados mediante la Ley 11/2012, la cual atajó el desarrollo de los sistemas de retornos de envases en boga en países del norte de Europa y que estaban siendo promovidos en España por colectivos como Retorna. Los Sistemas de Depósito Devolución y Retorno (SDDR) se establecerán a partir de ahora "en los casos en los que las características del residuo, sus dificultades de valorización o eliminación o el incumplimiento de los objetivos de gestión determinen que la aplicación de estos sistemas resulte la más adecuada".

En concreto, la reforma del Gobierno hace que la posibilidad de establecer Sistemas de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR) que reconoce la norma actual sobre residuos pase a ser sólo "voluntaria" y sólo en los casos de "difícil" gestión del residuo.

En la práctica, supone cortar de raíz la posibilidad de que en España se vuelva al sistema de "devolución del casco" (sí, se vuelva, pues hace 30 años este era el sistema empleado con los cascos de vidrio en España: el casco de toda la vida que había que llevar a la tienda para recuperar el depósito cobrado previamente al comprar el sifón o el vino). El SDDR, que según estudios económicos ha mostrado ser más eficiente y barato en países como Alemania que el actual sistema integrado de gestión del cubo amarillo.

5.1.1 Recogida selectiva de residuos domésticos mediante Sistemas Integrados de Gestión (SIG)

El sistema de recogida de residuos domésticos predominante en España es la recogida selectiva de basura mediante sistemas integrados de gestión. Esta metodología consiste en la deposición de los residuos domésticos en diferentes contenedores por parte de los ciudadanos según ciertas clasificaciones:

- Contenedor verde: vidrio
- Contenedor azul: papel y cartón
- Contenedor amarillo: envases
- Contenedor naranja: aceites usados
- Contenedor marrón: orgánicos
- Contenedor verde oscuro/gris: lo que no sea del resto de contenedores
- Puntos SIGRE: medicamentos
- Punto limpio: electrodomésticos, madera, colchones, chatarra, escombros, cristal, electrónica
- Punto recogida de pilas:

No hay duda que lo que se busca es la correcta recogida de las diferentes fracciones de la basura, pues en definitiva la existencia de materiales muy variados; materia orgánica fermentable, plásticos, vidrio, papel, etc. hace que ninguno de ellos sea susceptible de ser

aprovechado correctamente y por ello requiera de métodos como el vertido indiscriminado o la incineración.

Sin embargo, todos esos mismos materiales separados perfectamente y con bajos niveles de otras sustancias, son perfectamente explotables, reutilizables, compostables y reciclables bajo diferentes metodologías.

Por ello, se requiere una recogida óptima, lo más selectiva posible para el correcto desarrollo de toda esa cadena de prelación y para contar con un método de recogida y tratamiento de los residuos realmente sostenible. Con todo, la conclusión a sacar es que en todo este complejo proceso, la recogida de los residuos, su separación en origen y las medidas que se tomen para garantizarla van a ser clave y condicionar, de una manera total, el resto del proceso.

Para que esta metodología sea lo más óptimo posible se han creado los SIG o Sistemas Integrados de Gestión: los sistemas integrados de gestión son entidades sin ánimo de lucro costeadas por las aportaciones de los fabricantes de envases que pagan una cantidad por cada envase puesto en el mercado. Con este dinero se financia la recogida, clasificación y procesamiento de los materiales que forman parte del envase.

En España operan los siguientes SIG:

- ECOEMBES: se encarga de la gestión de los envases recogidos en el contenedor amarillo.

Ecoembalajes España S.A. (ECOEMBES) es una entidad sin ánimo de lucro gestora de un Sistema Integrado de Gestión de envases autorizado.

Su misión es el diseño y desarrollo de sistemas de gestión encaminados a la recogida selectiva y recuperación de envases usados y residuos de envases de su ámbito (envases ligeros y envases de papel y cartón), a fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos de reducción, reciclaje y valoración definidos en la Ley 11/97, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.

ECOEMBES colabora con las Comunidades Autónomas y los Ayuntamientos en la recogida selectiva de residuos de envases, financiando el extra coste que supone la recogida selectiva de envases respecto la recogida tradicional de residuos. Para financiar este extra coste, las empresas envasadoras acogidas al SIG, aportan una cantidad por cada envase, que varía en función de su peso y del material del que estén hechos.

Dada la condición de empresa sin ánimo de lucro, las aportaciones recibidas por ECOEMBES de las empresas envasadoras se destinan a sufragar las actividades descritas.

- ECOVIDRIO: gestiona los envases de vidrio recogidos en el contenedor iglú azul.

La sociedad ecológica para el reciclado de envases de vidrio (ECOVIDRIO) es una entidad sin ánimo de lucro gestora de un Sistema Integrado de Gestión de envases autorizado en Andalucía.

Su misión es el diseño y desarrollo de sistemas de gestión encaminados a la recogida selectiva y recuperación de envases usados y residuos de envases de su ámbito (envases de vidrio), a fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos de reducción, reciclaje y valoración definidos en la Ley 11/97, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.

ECOVIDRIO colabora con las Comunidades Autónomas y los Ayuntamientos en la recogida selectiva de residuos de envases, financiando el extra coste que supone la recogida selectiva de envases respecto la recogida tradicional de residuos. Para financiar este extra coste, las empresas envasadoras acogidas al SIG, aportan una cantidad por cada envase, que varía en función de su peso y del volumen del envase.

Dada la condición de empresa sin ánimo de lucro, las aportaciones recibidas por ECOVIDRIO de las empresas envasadoras se destinan a sufragar las actividades descritas.

- SIGRE: gestiona los restos de medicamentos y sus envases.

SIGRE es una iniciativa ecológica sin ánimo de lucro que pretende evitar que tanto los envases de los medicamentos como los restos de éstos, se mezclen con otros residuos y acaben contaminando el medioambiente.

Este sistema de recogida selectiva de envases es el resultado de una iniciativa de la Industria farmacéutica española, con la colaboración de las farmacias cuyo objetivo primordial es facilitar a los ciudadanos que puedan desprenderse de los envases vacíos o con restos de medicamentos, así como de los caducados.

Para colaborar en esta iniciativa, las ciudadanas y ciudadanos pueden acudir a cualquier Punto SIGRE situado en las farmacias.

Dada la condición de empresa sin ánimo de lucro, las aportaciones recibidas por SIGRE de las empresas envasadoras se destinan a sufragar las actividades descritas.

- ECOPILAS: gestiona los residuos de pilas y acumuladores domésticos usados.

La Fundación para la Gestión Medioambiental de Pilas “ECOPILAS”, comenzó a gestarse en el año 1998 como respuesta del sector de pilas y baterías al principio de corresponsabilidad de los productores sobre la gestión de los residuos derivados de estos productos una vez alcanzado el final de su vida útil.

ECOPILAS fue constituida, en el seno de la entonces patronal ASIMELEC por los principales fabricantes europeos de pilas y baterías. De hecho, En su órgano de gobierno, el Patronato, están representados los distintos sectores involucrados en la puesta en el mercado de las pilas, tanto los fabricantes e importadores, como la distribución representada por ANGED.

- SIGRAUTO: gestiona los residuos de los vehículos fuera de uso y de las reposiciones de piezas mecánicas.

La Asociación Española para el tratamiento medioambiental de los vehículos fuera de uso (SIGRAUTO) nace por acuerdo de las asociaciones que representan a los principales sectores involucrados en la cadena de tratamiento de los vehículos al final de su vida útil. SIGRAUTO es un foro permanente, en el que fabricantes e importadores, desguaces y fragmentadores de automóviles, analizan los problemas que afectan al tratamiento de los vehículos al final de su vida útil, buscando las soluciones más adecuadas y tratando de proporcionar a sus asociados los instrumentos necesarios para que puedan cumplir sus nuevas obligaciones medio ambientales relacionadas con dicho tratamiento.

En definitiva, SIGRAUTO es una asociación sin ánimo de lucro que no exime de sus responsabilidades a las empresas que forman parte de las asociaciones que la integran siendo la herramienta que debe ayudarles a cumplirlas.

- SIGAUS: gestiona los residuos de aceites industriales usados.

La existencia de SIGAUS responde a una iniciativa de los fabricantes de lubricantes que, a través de su participación en este sistema, cumplen con las obligaciones establecidas en la normativa sobre aceites usados. Así, desde 2007 los fabricantes de lubricantes son responsables de garantizar y financiar la correcta gestión de los aceites usados que se generan tras el consumo de los aceites industriales que ponen en el mercado español.

SIGAUS es una entidad sin ánimo de lucro. Como tal, no obtiene ningún tipo de beneficio económico ni comercial de su actividad, empleando íntegramente los ingresos que obtiene de sus empresas adheridas (fabricantes e importadores de aceites industriales) en financiar la recuperación y correcta gestión de los aceites industriales usados incluidos en su ámbito de actuación.

- SIGNUS y TNU: gestionan los neumáticos fuera de uso.
 - SIGNUS Ecovalor es una entidad sin ánimo de lucro creado en mayo de 2005 a iniciativa de los principales fabricantes de neumáticos, con la finalidad de que pueda ser utilizado como mecanismo con el que todos los fabricantes e importadores (productores) que lo deseen puedan cumplir las obligaciones que les impone el Real Decreto 1619/2005.

Las misiones de SIGNUS son garantizar un adecuado tratamiento del neumático usado, desde que se genera, hasta que deja de ser un residuo para convertirse en un material con valor y maximizar este valor a través del desarrollo de nuevas aplicaciones y de nuevos mercados.

- TNU, El sistema integrado de gestión Tratamiento Neumáticos Usados S.L. es una sociedad sin ánimo de lucro, que nace para dar respuesta a la responsabilidad de los focos productores de Neumáticos Fuera de Uso (NFU), gestionando de manera eficaz su reciclado.
- SIGCLIMA: gestiona los residuos de aire acondicionado.

SIGCLIMA es una asociación de empresas que decidió unir sus esfuerzos con el objetivo futuro de implantar un Sistema Integral de Gestión para los residuos de Aire Acondicionado en el ámbito definido por la Directiva RAEE 2002/96 anexo 1A/1B, centrándose en la recogida y el tratamiento de equipos de aire acondicionado que han llegado al final de su vida.

A pesar de que se inició el proyecto bajo la cobertura de Serviafec, se pueden adherir a SIGCLIMA todas las empresas del sector independientemente de que estén adheridas a AFEC, ya que el sector de actividad está abierto a todas las empresas o entidades cuya actividad esté directa o indirectamente relacionada con el aire acondicionado.

Actualmente forman parte de SIGCLIMA las siguientes empresas: CARRIER ESPAÑA, CIATESA, CLIMA ROCA YORK, DAEWO, DAIKIN, EUROFRED, FRIGICOLL, HAIER ESPAÑA, HITACHI, HITECSA, IBERELCO, L.G. ELECTRONICS, LENNOX, LUMELCO, MITSUBISHI, PANASONIC, SAMSUNG, SHARP SAUNIER DUVAL y TOPCLIMA.

- SIGFITO: gestiona los envases de productos fitosanitarios agrícolas.

Sigfito Agroenvases S.L. (SIGFITO) es el sistema integrado de gestión autorizado para la recogida periódica y tratamiento medioambiental de los envases de productos fitosanitarios.

SIGFITO nace por iniciativa de los fabricantes de fitosanitarios con el doble objetivo de proteger el Medio Ambiente y facilitar a los distintos colectivos con responsabilidad (fabricantes, distribuidores, comerciantes y agricultores) el cumplimiento de la Ley en materia de residuos. SIGFITO admite envases vacíos que hayan contenido productos fitosanitarios o aquellos otros envases marcados con el símbolo SIGFITO.

El sistema se apoya en una red de puntos de recogida, denominados Centros de Agrupamiento (centros de la distribución, de cooperativas, de entidades públicas...) de forma que los consumidores de fitosanitarios puedan llevar allí, de forma gratuita, sus envases vacíos para su correcta gestión ambiental.

Dada la condición de empresa sin ánimo de lucro, las aportaciones recibidas por SIGFITO de las empresas envasadoras se destinan a sufragar las actividades descritas.

- ECOFIMÁTICA y TRAGAMOVIL: gestionan residuos de equipamientos informáticos y de telecomunicaciones.
 - Ecofimática es una fundación integrada en la plataforma Recyclia, que ofrece cobertura nacional de recogida de RAEEs (residuos eléctricos y

electrónicos), en concreto Impresoras, Faxes y Fotocopiadoras de origen doméstico y profesional.

Como SIG (Sistema Integrado de Gestión de RAEE), Ecofimática actúa con recogidas a demanda en puntos con acopios significativos de residuos y una red de Centros de Almacenamiento Temporal de Residuos (CATs) para entrega de acopios pequeños y consolidación de residuos.

Ecofimática mantiene acuerdos de colaboración con agentes logísticos y con las plantas de tratamiento especializadas que garantizan el mejor y más eficaz destino para los equipos ofimáticos.

Ecofimática es un sistema perfectamente adaptado a las peculiaridades de un sector en el que conviven grandes equipos de copia, de uso profesional, con equipos de impresión más pequeños, de uso cotidiano en los hogares, integrando a las cerca de 30 empresas fabricantes e importadoras que operan en España y al canal distribuidor.

- Tragamóvil es una fundación Medioambiental promovida por Recyclia, que ofrece cobertura nacional de recogida de RAEEs (residuos eléctricos y electrónicos), en concreto, de móviles. Como SIG's (Sistema Integrado de Gestión de RAEE), Tragamóvil cuenta con más de 1.000 contenedores distribuidos por todo el territorio nacional y una red de Centros de Almacenamiento Temporal de Residuos (CATs) para almacenamiento y consolidación de residuos.
- ECOTIC, ECOLEC y ERP-SAS: gestionan todo tipo de residuos eléctricos y electrónicos salvo los aparatos de iluminación.
 - ECOTIC es una organización privada de naturaleza fundacional, sin ánimo de lucro, cuya constitución ha sido promovida por las principales empresas del sector de la electrónica de consumo. Constituida el 7 de marzo de 2005, ECOTIC trabaja en favor de la defensa del medio ambiente y el desarrollo sostenible a través de la sensibilización y formación de fabricantes, distribuidores y usuarios de aparatos eléctricos y electrónicos.
 - La fundación ECOLEC es una entidad sin ánimo de lucro creada por las asociaciones empresariales que representan al sector de fabricantes e importadores de grandes y pequeños electrodomésticos. Nació a raíz de la promulgación del Real Decreto de 2008/2005, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos, y su misión es gestionarlos desde

un punto de vista medioambiental, económico y social, cumpliendo al pie de la letra la normativa legal.

- ERP, primer Sistema Integrado de Gestión (SIG) de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de ámbito paneuropeo, nació de la mano de cuatro compañías multinacionales (Braun, Electrolux, HP y Sony), con el objetivo de que las compañías asociadas pudieran beneficiarse de una organización común en la gestión de los residuos que ponen en el mercado.
- ECOASIMELEC: gestiona todo tipo de residuos eléctricos y electrónicos salvo grandes electrodomésticos y aparatos de iluminación.

Ecoasimelec es una Fundación integrada en la plataforma Recyclia, que ofrece cobertura nacional de recogida de RAEEs (residuos eléctricos y electrónicos), en concreto, de informática y telecomunicaciones, juguetes, equipos deportivos y de tiempo libre, aparatos médicos y equipos de vigilancia y control. Como SIG's (Sistema Integrado de Gestión de RAEE), Ecoasimelec actúa con recogidas a demanda en puntos con acopios significativos de residuos y una red de Centros de Almacenamiento Temporal de Residuos (CATs) para almacenamiento y consolidación de residuos.

- AMBILAMP y ECOLUM: gestionan los residuos generados por los aparatos de iluminación.

AMBILAMP es una asociación sin ánimo de lucro que nace como solución a ese problema, reuniendo a las principales empresas de iluminación con el objetivo de desarrollar un sistema de recogida y tratamiento de residuos de lámparas y luminarias, RAEE.

5.1.1.1 *Problemas que presenta la recogida selectiva*

Normalmente nos encontramos con los tres iglús característicos, el de recogida de vidrio hueco (verde), el de plástico y otros envases (amarillo) y el de papel y cartón (azul). Tampoco hay que negar que otro tipo de sustancias, materiales y sectores se están intentando recoger a base de otro tipo de instalaciones, camiones ambulantes, etc.

De esta manera se le da al ciudadano la posibilidad, bajo diferentes metodologías, de recoger o depositar selectivamente sustancias como medicamentos, pilas, toners, aparatos eléctricos y electrónicos, aceite de cocina, etc.

En cualquier caso, estas recogidas, hasta la fecha, se han centrado única y exclusivamente en la buena disposición y concienciación de la población, de tal manera que no dejan de ser medidas voluntaristas que sólo llegan a recoger una muy pequeña parte de la basura que se genera y donde existen fracciones con gran peso, en el amplio y estricto sentido de la palabra, que no cuentan, a día de hoy, con ningún tipo de recogida selectiva. Tampoco en un futuro cercano se observa una recogida selectiva masiva y generalizada de estas fracciones. Se está haciendo referencia obviamente a la materia orgánica fermentable.

En los últimos años se ha producido una colmatación de los vertederos y la aparición en éstos de importantes problemas con las bolsas de metano, plagas urbanas, etc.

Frente al escaso interés de las administraciones por fomentar campañas informativas y educativas amplias y sostenidas en el tiempo, se ha querido cumplir el expediente con campañas muy puntuales, nada masivas y, sobre todo, pintorescas pero poco efectivas.

Apuntando los puntos débiles del actual sistema, es un dato importante que sólo el 17-20% de las basuras que se generan cuentan con una recogida selectiva (fuente: Errausketarikez). Al no existir una obligatoriedad y un nivel de concienciación y sensibilización óptimo no se dan suficientes incentivos para que la población deposite sus basuras lo suficientemente seleccionadas.

Nota: "Errausketarik ez" traducido al castellano significa "No a la incineración".

Con ello, lejos de querer cumplir el principio y basal fundamental de toda la política medioambiental y de sostenibilidad "el que contamina paga", se está implícitamente, animando a la población a no recoger selectivamente, sobre todo cuando aquellos ciudadanos que intentan hacerlo observan cómo un número importante de otros no se preocupa lo más mínimo, no hace ningún tipo de esfuerzo y, en algunos casos, se jacta de ello, de manera que los ciudadanos modélicos pierden el interés por serlo y encuentran un verdadero desarraigo social al cumplir con estas correctas prácticas.

En todo caso, la recogida de la basura debe, para cumplir este precepto, vigilar y computar perfectamente que tipo de recogida y entrega hace cada uno de los ciudadanos. Esto es imposible bajo el actual sistema, sin ningún control y donde cualquiera puede depositar, de forma anónima cualquier tipo de fracción o material de residuo.

Sin embargo, dichos puntos débiles no acaban con el contenedor de calle, sino que posteriormente ya depositados en el vertedero, además de los problemas ya apuntados de fermentación anaeróbica y existencia de bolsas de gas altamente explosivas, dan lugar también a un trasiego continuo de camiones, derivado de la concentración de estas actividades en un solo punto, a la existencia; bajo las condiciones climáticas imperantes, de una gran precipitación sobre el vaso del vertedero y, por tanto, una gran generación de lixiviados que hay que controlar, las molestias en forma de olor pestilente a varios kilómetros a la redonda y, también ahora, los problemas de importantes plagas urbanas como ratas y también gaviotas en las zonas costeras, las cuales además funcionan como verdaderos transmisores de importantes patógenos cuando acuden a áreas urbanas o a limpiar su plumaje a sitios como el pantanos.

Mientras estos pueden considerarse como los puntos débiles más importantes, también existen otros que, sin llegar a ese rango, influyen negativamente en la valoración y evaluación del actual sistema de recogida. Uno de los más importantes es el hecho de que los contenedores de acera o calle están dando lugar a la ocupación de un determinado número de metros cuadrados de suelo destinado a espacios comunes que podrían estar destinados a otros servicios o usos.

Así, mientras cada vez es más problemático el tema de los aparcamientos urbanos, la propia circulación, la falta de ciertos equipamientos como fuentes, urinarios públicos, etc., los contenedores están sustrayendo un importante lugar que podría cumplir o ser destinado precisamente a albergar o facilitar todas estas cuestiones. En lugares como Italia, Francia, Alemania, Suecia, Suiza, Canadá, Australia, Cataluña, etc. existen modalidades de puerta a puerta gracias a las cuales se han eliminado estos grandes contenedores de manera que el mobiliario urbano ya no ocupa la gran extensión que ocupaba y, sobre todo, no cuenta con el impacto visual, estético y de olor que tiene en la actualidad.

También habría que reseñar que estos grandes y “anónimos” contenedores de calle han contado y seguirán contando, mientras existan, con el problema del gamberrismo callejero, que puede ocasionarles daños muy variados, ya sea destruirlos, darles fuego, moverlos, volcarlos, etc., con los gastos suplementarios que ello acarrea.

La supuesta optimización en la recogida de los grandes contenedores de calle por parte de camiones relativamente pesados, también genera, sin duda, un impacto evidente, fundamentalmente sonoro, sobre todos aquellos vecinos que se disponen cerca de uno de estos puntos de recogida.

Por el contrario, modalidades como el puerta a puerta, no requieren de estos grandes camiones ni de grandes contenedores de manera que cada vivienda o bloque debe contar con un pequeño contenedor muy manejable, mucho más que los actuales, y que requiere de unos vehículos mucho menos pesados y que dan lugar a menor ruido. De hecho, estos pequeños vehículos se están imponiendo en numerosos puntos del mundo debido a estas ventajas y otras como su mejor maniobrabilidad, sus mejores condiciones de acceso a lugares donde el urbanismo se hace más precario, difícil, etc. y, por otra parte, cuentan con un precio mucho más bajo que el de los actuales camiones de la basura.

Por todo ello, una vez realizado este análisis sucinto que sólo ha querido apuntar los principales puntos débiles del actual sistema de recogida, el diagnóstico es claro; si verdaderamente se quiere dar lugar a una política realmente sostenible en el ámbito de las basuras, se requiere un cambio profundo, desde los sistemas de recogida hasta los vehículos utilizados, la descentralización de los procesos, etc. Se valoran los diferentes sistemas alternativos que proponer para terminar con el precario sistema actual y propiciar metodologías con mayor grado de efectividad.

Una vez que se han analizado los principales puntos débiles de la actual recogida de basuras y, viendo los problemas que supone mantener la misma tipología de recolección, a continuación, se describen, analizan y proponen una serie de sistemas, implementados y contrastados en otros territorios y que, por ello, pueden ser perfectamente adoptados para su viable implementación.

Su análisis se ha realizado de una manera no aleatoria, respondiendo a un orden de prelación claro. Aquellos sistemas definidos en los primeros lugares son, después de un

concienzudo análisis y diagnóstico de sus características, inconvenientes y sobre todo: adaptación a la actual ley, los que más adecuados resultan, dejando para los últimos lugares los que más problemas pueden plantear.

5.1.1.2 *La irrupción del cubo marrón en el sistema de recogida selectiva*

Hasta hace unos pocos años en las calles se veían siempre cuatro contenedores para residuos (verde oscuro/gris, amarillo, azul y el iglú verde). Pero desde hace poco ha irrumpido también el contenedor marrón, en el que deben depositarse únicamente residuos orgánicos.

¿Y por qué el contenedor marrón? Este contenedor ahorrará el actual trabajo que han de hacer los tromel en los centros de tratamiento de residuos. Ello supondrá un gran ahorro de energía y tiempo, pues se podrá llevar directamente a compostar todo el contenido del contenedor marrón. En cuanto al contenedor verde oscuro/gris, se dedicará únicamente para la fracción resto en los residuos. Tal vez una nueva manera de gestionar este contenedor sea llevarlo a puntos limpios, donde se separe cada fracción que se haya depositado en dicho contenedor.

El 40% de nuestra bolsa de la basura se compone de materia orgánica, fundamentalmente de restos de comida. El compost que se generará es un recurso muy valioso que tiene diferentes usos: se utiliza en jardinería y agricultura como abono o enmienda para el suelo, y también en paisajismo y obra civil. En definitiva, generar compost a partir de los restos orgánicos de nuestra cocina representa un beneficio para el medioambiente, así como un importante ahorro económico.



Figura 5.1.– El ciclo de la materia orgánica

Fuente: Jokogarbia

A continuación se expone una lista de residuos que se deben depositar y otra lista de residuos que no:

- Residuos que sí se deben depositar en el contenedor marrón:
 - Restos de alimentos: frutas, verduras, hortalizas, legumbres, arroces y pastas, pan, galletas, bollería, frutos secos, huesos de fruta, carne, pescado, marisco, huesos y espinas, huevo y cáscara de huevo, queso y lácteos
 - Restos de flores y plantas: restos de huerta
 - Restos de origen animal: pelo de mascota
 - Otros: servilletas o papel de cocina impregnados de restos, hueveras de cartón sucias, posos y filtros de café, posos y bolsitas de infusiones (sin

grapa), papel de magdalenas, tapones de corcho, palillos y virutas de madera

- Residuos que no se deben depositar en el contenedor marrón:
 - Cenizas, tierra, colillas, material no compostable (vidrio, plástico, metal...), pañales, compresas y tampones, excrementos de animales, bolsas de plástico.

5.1.2 Sistema de tecnología neumática

El sistema de Recogida Neumática permite al usuario depositar los residuos a cualquier hora del día, minimiza la circulación de vehículos en la zona de aplicación y posibilita la recogida de los residuos de forma absolutamente hermética en el interior de la central o en los puntos de recogida.

Existen dos variantes del sistema de recogida neumática de residuos:

5.1.2.1 Sistema Fijo

Dicho sistema consta de los siguientes elementos:

- Unos buzones de vertido ubicados en la calle o compuertas de vertido en el interior de los edificios, que permiten a los usuarios depositar la basura.
- Una red general de tuberías subterráneas que conecta dichos buzones o compuertas y mediante la cual viajan los residuos a una velocidad aproximada de entre 60 y 70 km/h, gracias a una corriente de aire, hasta la central de recogida.
- La instalación de central de recogida es el edificio donde terminan el recorrido todos los residuos, desde el colector de la red general a contenedores cerrados.

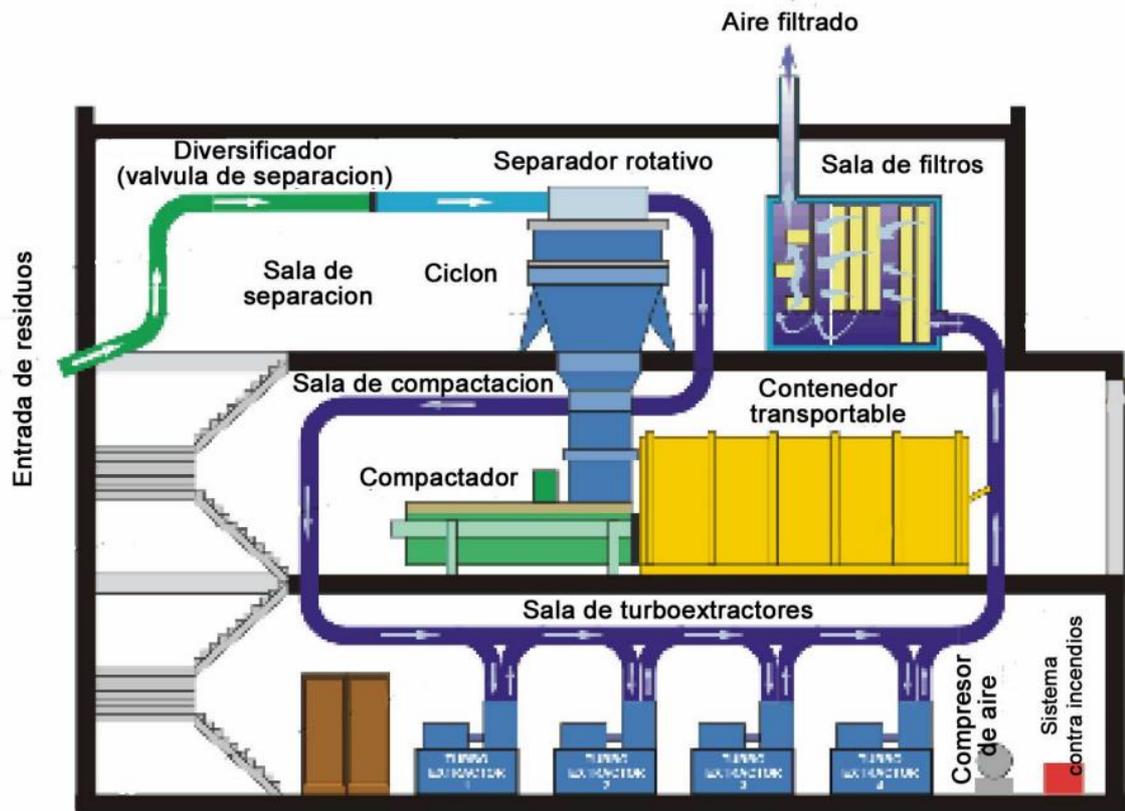


Figura 5.2.– Funcionamiento del sistema de aspiración neumática fija

Fuente: Errausketarikez

En el sistema fijo, la bolsa de basura se deposita en un buzón situado dentro o fuera del edificio, donde permanece temporalmente. El vaciado de los contenedores se realiza a intervalos irregulares mediante un sistema informático instalado en la central de recogida.

El sistema informático activa unos turboextractores que provocan una depresión en la red. A través de unas válvulas de aire situadas al final de cada ramal se alcanza esta depresión y se permite la entrada de aire en la red. En ese momento comienza la apertura, de forma personalizada, de las diferentes válvulas de basura que se encuentran en cada buzón de vertido. El proceso comienza con la apertura de los buzones que contienen una misma fracción (orgánica, inorgánica y papel y cartón). Los residuos se compactan y caen dentro de un contenedor que suele rondar los 30 m^3 de capacidad.

Una vez finalizado el transporte y la recogida de una fracción, mediante una válvula trivertidora, se rota la tubería general hacia otro separador rotativo, comenzando así la recogida de la siguiente fracción. Posteriormente el aire se filtra para su emisión a la atmósfera, ya limpio de olores e impurezas. Los contenedores son retirados de la central mediante un camión con la frecuencia necesaria y cada fracción se envía a su destino correspondiente, plantas de reciclaje, compostaje, vertedero...

El sistema estático es el más adecuado para grandes zonas residenciales. En los hospitales, superficies comerciales y aeropuertos, este sistema es equipado con unas amplias compuertas de entrada que permiten la recepción de grandes bolsas de basura.

5.1.2.2 Sistema móvil

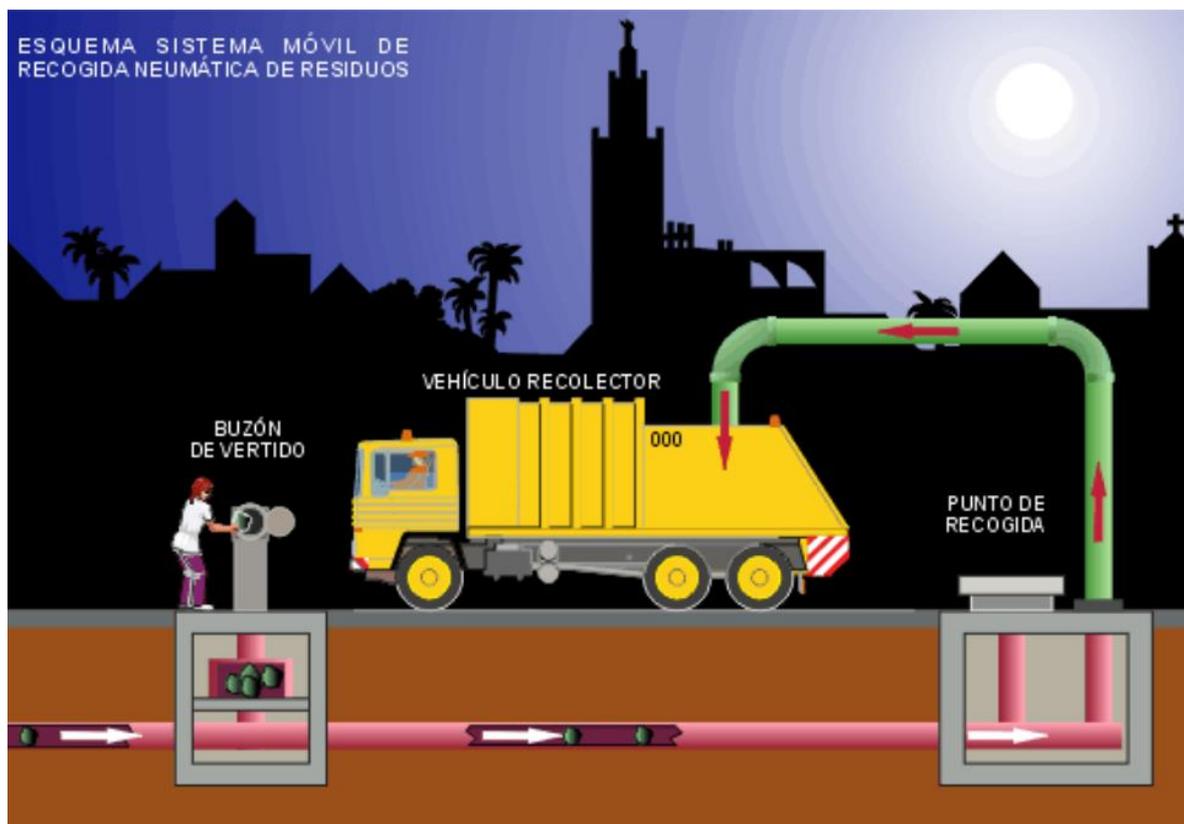


Figura 5.3.– Funcionamiento del sistema de aspiración neumática móvil

Fuente: Errausketarikez

En este tipo de sistema bajo los buzones de vertido se encuentran ubicados en unos contenedores herméticamente cerrados, donde las basuras se van depositando entre los

períodos de recogida. Una red de tuberías conecta todos y cada uno de estos tanques con unos puntos de recogida situados estratégicamente en lugares de fácil estacionamiento, "fuera" de zonas peatonales o residenciales. Desde ellos, el camión recolector "succiona" todas las basuras almacenadas en los tanques de éstos pocos puntos de recogida, con la frecuencia ajustada a la producción de la zona.

El proceso de succión es totalmente automático, solamente es necesaria la actuación manual para la conexión y desconexión de la manga que lleva el camión hasta los puntos de succión. Los procesos de recogida se producen según el programa preestablecido y son controlados por el ordenador situado en la cabina del camión. Finalmente el camión descarga en la central de recogidas.

Dicho sistema es ideal para zonas residenciales con baja densidad de edificación.

Al margen de estas dos variantes, existen 2 tecnologías disponibles:

- **Horario.** Cuando todos los buzones de residuos se vacían y transportan, secuencialmente, a horas concretas, estando parada la instalación el resto del tiempo.
- **Nivel.** Cuando el sistema opera continuamente y actúa sobre cada buzón en cuanto recibe la señal de que los residuos han llegado a un nivel de llenado predeterminado.

La diferencia fundamental entre los dos sistemas es la filosofía de recogida. En un sistema de horario, la instalación no funciona 24 horas. Existe un circuito de "barrido" de zonas, mediante el cual, de forma automática y secuencial, se recogen los residuos las veces que se haya programado. Cuando se han barrido todos los puntos de la red es cuando se ha completado el ciclo de recogida y el sistema queda parado hasta la próxima hora programada.

En la tecnología "recogida por nivel", el sistema funciona siempre aunque a un régimen del 10% en los momentos en que no transporta residuos, realizando una labor continua de higienización de la red y estando en disposición inmediata de uso. Las señales de nivel

de cualquiera de los buzones de la red activan el programa informático que pone en marcha al 100% el transporte, realizando las secuencias de recogida. La flexibilidad de esta tecnología es muy alta pues los buzones se recogen a cualquier hora siempre que emitan la señal de que están llenos. El servicio al ciudadano es total.

La diferencia tecnológica es profunda ya que por "nivel", los ventiladores tienen velocidad variable y están en marcha siempre, aunque a diferente régimen según estén transportando residuos, en espera, etc. Las posibilidades tecnológicas de los ventiladores del sistema "recogida por nivel" atienden siempre al ciudadano y permiten, a la vez, ahorros energéticos por recoger buzones asociados, recoger los cercanos a menor régimen de consumo, etc. El sistema, que está siempre en marcha, puede pararse voluntariamente en horas de nula aportación ciudadana, como es la noche, reduciendo aún más el consumo energético.

La duración de la operación de recogida y transporte es igual para transportar solo una bolsa como para transportar un buzón lleno de bolsas. Los tiempos de uso de la instalación y los consumos energéticos, por tonelada, son muy diferentes si en cada secuencia de transporte llevamos 40 litros de residuos u 800 litros.

El sistema de "recogida por nivel" siempre transporta todo el contenido del buzón. En los sistemas "recogida por horario" nunca, y suponiendo que se tenga un gran acierto, estimemos que se transporten todos los buzones con un nivel medio de llenado del 65%. Este sencillo razonamiento nos indica que:

- La capacidad del sistema es mucho mayor en "recogida por nivel".
- El consumo energético es menor en "recogida por nivel".

Bien es cierto que en la "recogida por nivel", a la energía precisa para transportar hay que adicionar la que se consume mientras el sistema espera, pero aun así el cómputo final da un menor costo energético.

Por lo antedicho, es en la capacidad de habitantes a servir, donde las dos tecnologías tienen diferencias más trascendentes. El sistema por "horario", recogiendo dos

fracciones de residuos, está limitado a unas 15.000 personas. El sistema por "nivel" puede atender una población de más de 40.000 habitantes.

La "recogida por horario" puede hacerse cargo de varias fracciones pero presenta la dificultad de que hay que dimensionar las bocas de carga de cada producto con la capacidad suficiente para poder estocar y esperar su horario de recogida. Cualquier aporte excepcional de producto fuera de los horarios de recogida debe esperar, con riesgo de reboses y uso de la vía pública para depositar las bolsas.

Este es uno de los principales problemas de la recogida por horario. Siempre habrá bolsas en el suelo cuando el ciudadano aporte, entre dos recogidas, más volumen que la capacidad del buzón, que suele ser de unos 325 litros.

Tengamos en cuenta que en la "recogida por horario" la "hora" se estudia y se modifica por la experiencia que se va adquiriendo, llegándose a establecer horarios de recogida, recogidas adicionales parciales, atención especial semimanual a puntos específicos, etc. con lo que se establece un sistema "a la medida". A pesar de ello no se pueden tener en cuenta aportaciones masivas de un ciudadano concreto, (limpieza de un desván, por ejemplo...).

Hay que tener en cuenta que un sistema por horario puede ser capaz de atender a 15.000 habitantes, pero no puede evitar que una aportación masiva, "doble de la normal" en un buzón determinado origine "bolsas en el suelo". Este problema persistirá hasta que el horario haga poner en marcha el sistema.

Para minimizar este riesgo, las medidas que se suelen poner en operación en las ciudades que disponen de "recogida por horario" son:

- Duplicar, triplicar o cuadruplicar los buzones teóricamente precisos.
 - Aumento de la inversión, ocupación de espacios públicos, etc.
- Aumentar el número de recogidas.

- Incremento del costo de explotación.
- Colocar señales extras de "nivel" que posibiliten poner "adicionalmente" la instalación en marcha.
 - Costo de energía elevadísimo por poner en marcha el sistema para atender un buzón.
- Hacer centrales dobles.
 - Doble capacidad con doble inversión.
- Organizar campañas ciudadanas que busquen una mayor regularidad en el aporte de los residuos por parte del ciudadano.
- Organizar recogidas "manuales" adicionales de limpieza.

En realidad no es lógico aumentar injustificadamente la inversión ni en buzones ni en centrales duplicadas. Tampoco parece la solución exigir una colaboración extrema al ciudadano, cuando existe tecnología adecuada para atender racionalmente estas exigencias como es la "recogida por nivel".

Resumiendo podemos decir que en la tecnología "recogida por horario", los buzones destinados al uso del ciudadano, tanto en sus propios hogares como en la vía pública, no tienen conexión "inteligente" directa con el sistema. Recogen los residuos y por gravedad los ponen a disposición del sistema que actuará exclusivamente en los horarios preestablecidos.

En la tecnología "recogida por nivel" todos los buzones son "inteligentes e interactivos" con el ciudadano. El sistema, que está siempre en disposición de trabajo, entra en servicio cuando lo requiere el nivel de llenado de cualquier buzón, sin limitaciones por horario o por el producto que recoge ese buzón. Cualquier buzón esta siempre disponible para el uso del ciudadano.

Ventajas del sistema:

- Mejora el nivel medioambiental al eliminar la contaminación y ruidos de los vehículos recolectores.
- Se eliminan olores desagradables.
- Ausencia de contenedores en la vía pública.
- El usuario puede deshacerse de su basura en cualquier momento del día o de la noche.
- Supresión de animales que se alimentan de basura en los contenedores tradicionales.
- Servicio todos los días del año.
- Contribuye al uso racional del sistema de recogida de basuras, evitando que elementos como muebles o electrodomésticos de gran volumen, se tiren a los contenedores de basura tradicionales.
- Diseño que facilita el uso a personas con minusvalías físicas.

Inconvenientes:

- Altos costes energéticos para el funcionamiento del sistema.
- Elevada inversión inicial en las zonas “ya construidas”.
- Durante el proceso de ejecución de las obras de canalización se generan molestias a los vecinos y comercios.
- Necesidad de disponer de una parcela de terreno adecuada en dimensiones y localización para la construcción de la Central de Recogida.
- Se precisa un alto grado de colaboración ciudadana.
- Necesidad de campañas de información y concienciación periódicas.

- Facilidad de atascos.
- Exige un sistema de recogida de basuras alternativo para cuando se produzcan averías o fallos del sistema.
- Es necesario disponer de un servicio paralelo de recogida de voluminosos.
- Dificultad para ejercer acciones sancionadoras ante un mal uso del sistema.
- Elevado riesgo de acciones vandálicas

5.1.3 Recogida puerta a puerta

En la recogida puerta a puerta las diferentes fracciones de los residuos se recogen en días alternos en la misma puerta de los edificios, retirándose de las calles los contenedores de rechazo y en la mayoría de casos también de otras fracciones. Los residuos no entregados correctamente no son recogidos y de este modo se facilita al máximo la separación en origen y se minimizan las actitudes poco participativas y a menudo incívicas.

El sistema también repercute en un beneficio indirecto en espacio público y muy especialmente en limpieza de las calles. Como consecuencia, la recogida puerta a puerta obtiene unos niveles de participación muy elevados y unos resultados cuantitativos y cualitativos muy importantes con porcentajes de material reciclado de los residuos sólidos municipales de entre el 60 y 80 %, con un índice que va de 115 a 140 kilos por habitante y año de fracción orgánica y con unos niveles de impropios de entre el 1 y el 5 %. Debemos aclarar que para obtener un compost de calidad, los niveles de impropios en la MOF (Materia Orgánica Fermentable) deben ser inferiores al 15 %.

Desde un punto de vista económico, también se demuestra que la recogida puerta a puerta no es más cara que una recogida de las mismas características realizada con contenedores en la vía pública, y llegará a ser más económica si se van modificando al alza los precios de los tratamientos finalistas, vertedero e incineración (tal y como indicamos en el capítulo anterior, incidiendo fundamentalmente en, hasta ahora externalidades, que deberían ser computadas como gastos dentro del propio sistema). De hecho, en Cataluña, donde en algunas localidades se ha puesto a prueba este método, tan solo con la implantación del canon de vertido, la recogida puerta a puerta ya ha

pasado a ser una opción claramente más económica. En Italia y Austria el precio de la incineración es de 120 €/tm y el de vertedero de 90 €/tm, variando según las regiones, mientras que en España este precio oscila entre 48 y 60 euros para el vertido. Todo ello responde a lo anteriormente expuesto; dentro del estado español no han sido reflejadas dentro de la verdadera contabilidad cuestiones como gasto superfluo de materiales vírgenes (pudiendo ser reciclados), afectación sobre el medio ambiente, afectación sobre la salud de la comunidad que habita el territorio, etc.

Discrepamos de quienes argumentan que la recogida puerta a puerta sólo se puede aplicar en municipios de dimensiones pequeñas o medianas y en tipologías de urbanización de tipo horizontal. Se citan a continuación algunos municipios con densidad de población alta y edificación vertical: Aarhus (segunda ciudad de Dinamarca) con más de 250.000 habitantes, Niort (Francia) 64.000 habitantes, Tralee (Irlanda) 21.000 habitantes, Monza (Italia) 123.000 habitantes o Vilassar de Mar (Barcelona) 18.000 habitantes. No hay que olvidar que hace tan sólo 20 ó 25 años, los residuos municipales se recogían directamente (aunque mezclados) en las puertas de los edificios, tanto si tenían una sola vivienda como en zonas de edificación vertical.

En el sistema de recogida selectiva puerta a puerta se debe partir de unas premisas básicas puesto que, de otra manera, la experiencia tendrá un éxito limitado. Lo más importante es hacer una campaña que llegue a todos los ciudadanos y ciudadanas contando con todas las entidades del municipio tanto vecinales como ecologistas o de otro carácter. Para ello debe comenzarse por efectuar reuniones específicas para obtener la complicidad de todos los ciudadanos. A continuación debe pactarse en los edificios de edificación vertical la elección de contenedores individuales o colectivos. En el caso de los colectivos, debe existir la responsabilización de una persona rotatoria que se encargue de sacar los residuos a la calle en el horario predeterminado. En muchos de los casos, la persona es un trabajador individual o perteneciente a una empresa de limpieza que, normalmente, es la misma que corre con la limpieza del portal y el mantenimiento general de la finca.

La inmensa mayoría de municipios hacen la recogida por la noche teniendo que sacar los contenedores entre las 20 y 22 horas; es importante resaltar que los contenedores tanto individuales como colectivos tienen un dispositivo para que no puedan ser abiertos por los animales domésticos cuando están en la calle. Existen multitud de formas y variantes a la hora de implantar dicha recogida selectiva: desde los municipios que sólo recogen a domicilio la materia orgánica, mientras el rechazo y las demás fracciones continúan

recogiéndose en contenedores, hasta los municipios que hacen desaparecer de la noche a la mañana todos los contenedores de la calle, de manera que todas las fracciones se recogen con este sistema, siendo este método el que consigue unos índices de recuperación más elevados.

5.2 Sistemas de recogida de basura fuera de España

5.2.1 Sistema SDDR (Sistema Depósito Devolución Retorno)

Los sistemas de depósito, devolución y retorno están contemplados en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, como herramienta para fomentar la prevención y promover la reutilización y el reciclado de alta calidad. Al recogerse sin mezclar con otros generan una materia prima valiosa para la industria de la recuperación.

El mecanismo para conseguir este flujo separado de envases es el incentivo económico: cada consumidor deja un depósito cuando adquiere un producto envasado. Esa misma cantidad le será devuelta cuando retorne el envase. Para que esto funcione deben existir establecimientos que comercialicen los productos cuyos envases están adheridos al sistema y que estén dispuestos a aceptar de vuelta dichos envases. Una pequeña comisión por envase recuperado puede facilitar las cosas.



Figura 5.4.- Mujer haciendo uso de una máquina SDDR en Alemania

Foto: Alex Fernández Muerza

Por su parte, en función de las características de cada establecimiento, el retorno del envase y la devolución del depósito puede ocurrir o bien siguiendo un modelo manual o bien a través de uno automático. El modelo automático se hace a través de máquinas que reconocen el envase depositado, lo identifica para procesarlo. Tras el reconocimiento pueden darse dos casos: la máquina imprimirá un vale, mediante el cual podremos recuperar el valor del depósito de los envases devueltos al sistema; o la máquina te entregará directamente la cantidad de dinero asignado a la fianza de compra del envase introducido. Finalmente, la máquina comprime los envases y los separa en metálicos y plásticos.

En el esquema manual la persona del establecimiento que recibe los envases nos compensa, bien con el descuento correspondiente en los productos que compramos, bien devolviendo el importe de la fianza. En este caso el vendedor almacenará en bolsas las latas y las botellas recibidas. Estas bolsas se precintan y almacenan a la espera de su retirada a la planta de conteo.

5.2.1.1 *Conteo de envases y separación de materiales*

Una vez retirados de los establecimientos, bien de las máquinas, bien de la recogida manual, los envases recuperados se llevan a una planta con distintas líneas automatizadas para procesarlos.

Si venían de la recogida manual, los envases vienen en una bolsa con un precinto que garantiza la trazabilidad del sistema permitiendo asignar el contenido al establecimiento del que procede. El contenido de la bolsa se deposita en una máquina que es capaz de leer envase a envase, lo que no sólo los cuenta, también permitiría recopilar información sobre el envasador que lo puso en el mercado y el material en el que está fabricado.

A continuación todos los envases, los que se acaban de contar (procedentes de la recogida manual) y los que venían contados y compactados de la recogida automática, pueden pasar por una línea de clasificación que separa, en función de sus características físicas, por tipo de materiales. De este modo ya tenemos separados los metales férricos, los metales no férricos y los plásticos. El material clasificado se compacta y se obtienen

balas empacadas de material de alta calidad, con muy bajo porcentaje de impropios, listo para la industria del reciclado.

5.2.1.2 *Desventajas del SDDR*

Sin lugar a dudas, el SDDR tiene muy buena pinta y parece atractivo para determinados envases, tales como botellas de PET y latas de aluminio. Pero ¿qué pasa con el resto de los residuos? Y, más particularmente ¿qué ocurre con envases difícilmente susceptibles de entrar en este modelo, tales como bolsas de diversos materiales que nos permiten llevar a casa alimentos congelados, entre otras cosas?

Cabe recordar que la prioridad en el ámbito de los residuos debería ser la prevención, evitar que se generen y, cuando esto no es posible, que estén diseñados de tal manera que sean fácilmente recuperables y valorizables. Pero con los envases, particularmente en el ámbito de la alimentación, esto no siempre es posible, tanto por la existencia de envases complejos como por características que dificultan su procesado de manera automatizada. Nos queda entonces la posibilidad de mejorar la recogida y recuperación de esos envases.

En este sentido, el SDDR garantiza un mejor resultado en la recogida y reciclado de unos determinados residuos, abriendo la puerta (una vez que el sistema se generalice y cuente con la infraestructura necesaria) a la sustitución de esos envases de un sólo uso por otros reutilizables, lo que reduciría significativamente el impacto ambiental y la huella ecológica asociados al consumo de productos comercializados en estos envases.

Por otro lado, se conseguiría una mayor especialización en los flujos de residuos, lo que podría ser un incentivo para el desarrollo de tecnologías especializadas para procesar y recuperar materiales contenidos en ellos. De este modo, lo que actualmente se considera un impropio y no es deseable que llegue a las plantas de clasificación de envases podría convertirse en la materia prima de nuevas actividades de valorización diseñadas específicamente para ese flujo de residuos.

5.2.1.3 Datos de viabilidad

Tal y como fue mencionado antes, el SDDR se ha llevado a cabo en algunos municipios de España para recopilar datos su viabilidad y opiniones de los habitantes sobre la comodidad o molestias que pudiera originar este método de recogida de basuras. Uno de los municipios en los que se ha llevado a cabo la experiencia, y cuyos datos serán mostrados a continuación es Cadaqués, municipio de la provincia de Gerona.

Para poder medir y evaluar los resultados de la experiencia piloto, el SDDR de Cadaqués contó con un sistema de trazabilidad de los envases puestos en el mercado en el municipio. Para ello se etiquetaron con un código de barras que contiene información sobre el tipo de comercio que los vende y el periodo temporal. Esto permitió saber si los envases comercializados se retornaban al mismo establecimiento del que salieron.

Los resultados de este cambio de metodología en la recuperación de envases fueron el recuperar más de 40 000 envases en las 6 primeras semanas del experimento. Aproximadamente se comercializaban al día 1200 envases sujetos a SDDR y se recuperaban unos 1100. Esto no significa que casi todos los envases puestos en el mercado en Cadaqués se recuperasen allí mismo, ya que la importancia turística del municipio hace que entren envases traídos de otros lugares y algunos de los comprados aquí acompañen a los visitantes en su viaje de vuelta a su lugar de origen.

Lo que, en palabras del alcalde de Cadaqués, sí fue una consecuencia directa del SDDR fue la desaparición de latas y botellas de las calles del municipio. Con el incentivo económico al reciclaje se consigue reducir drásticamente el abandono de este tipo de residuos, consiguiendo una mayor limpieza de las calles que, a su vez, previene del abandono de otros residuos en la vía pública.

En materia de residuos falta mucho por hacer, especialmente si tenemos en mente el objetivo de residuo cero. Quizá algún día demos con envases ideados por todos los agentes implicados de modo que cumplan su función sin generar impacto ambiental. Mientras tanto hay que seguir buscando sistemas para que los materiales de nuestros residuos no se dispersen en el entorno, y parece ser que el incentivo económico es una muy eficaz manera de que la gente recicle. Pero, ¿tal vez se podría encontrar otra manera de que hubiese incentivo económico, aunque no fuese por el sistema SDDR? Otro modelo, aunque no sea el SDDR, pero en el que intervenga el incentivo económico puede

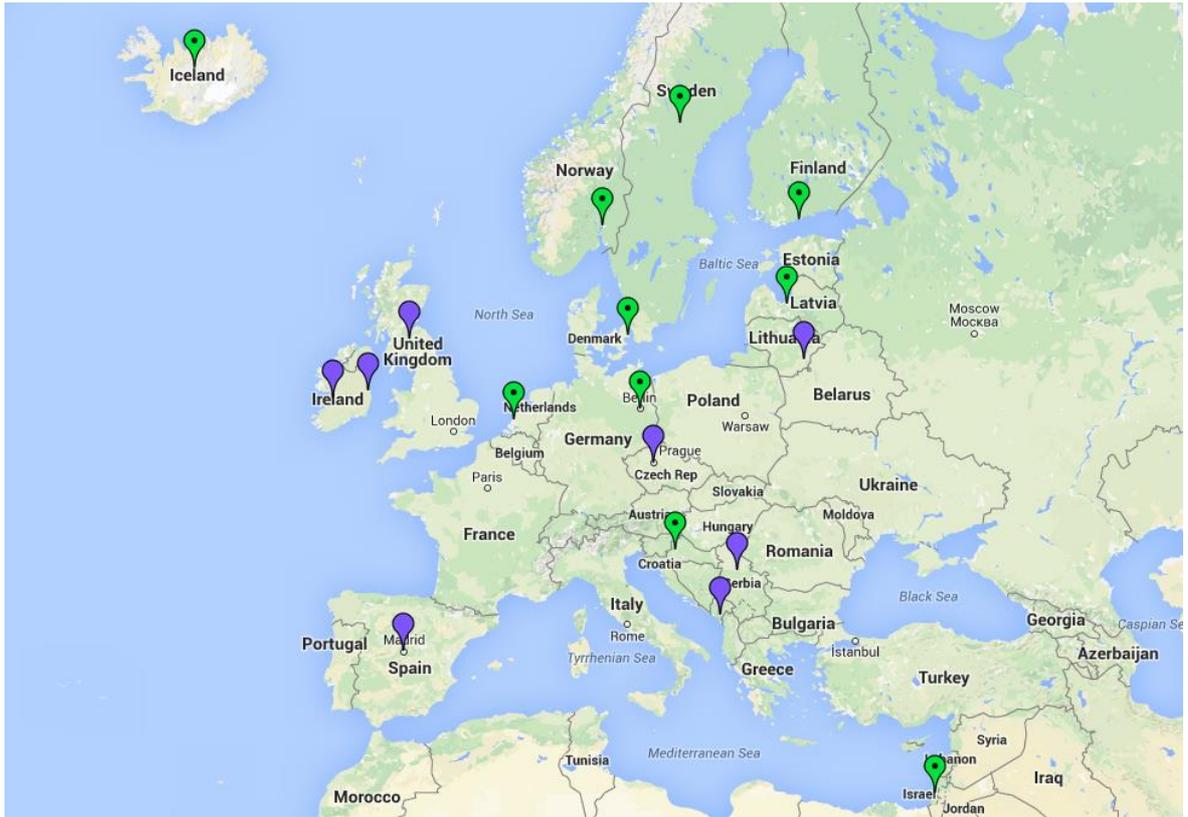


Figura 5.6.— Israel y las regiones europeas que han implantado el sistema SDDR (indicadores verdes) y regiones que tienen iniciativas para implantarlo (indicadores morados)

Fuente: Retorna

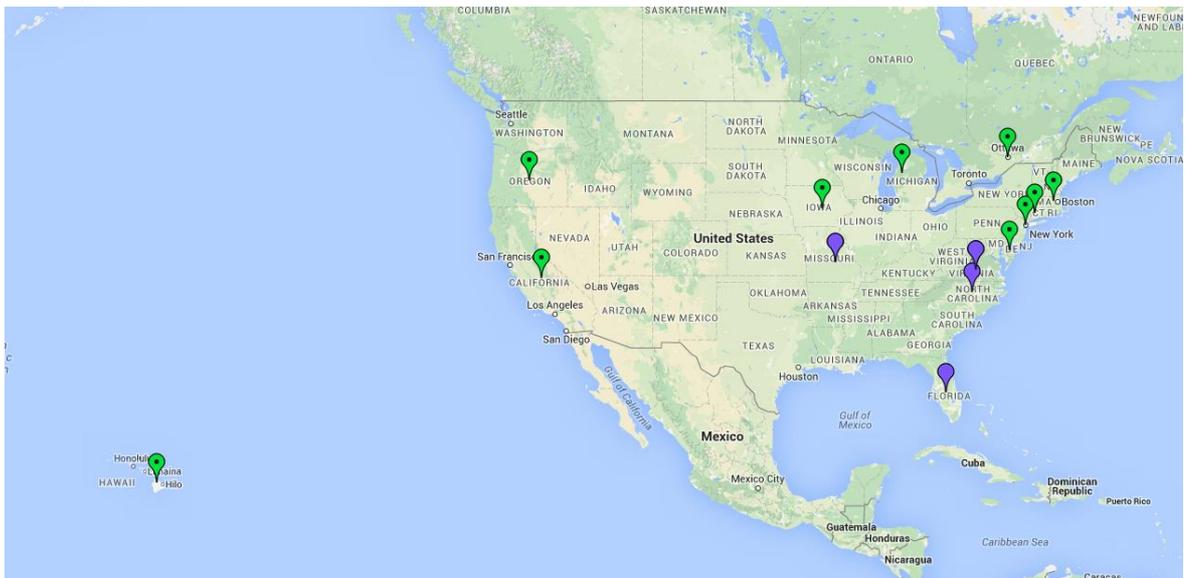


Figura 5.7.— Canadá y los estados de EEUU que han implantado el sistema SDDR (indicadores verdes) y los estados que tienen iniciativas para implantarlo (indicadores morados)

Fuente: Retorna

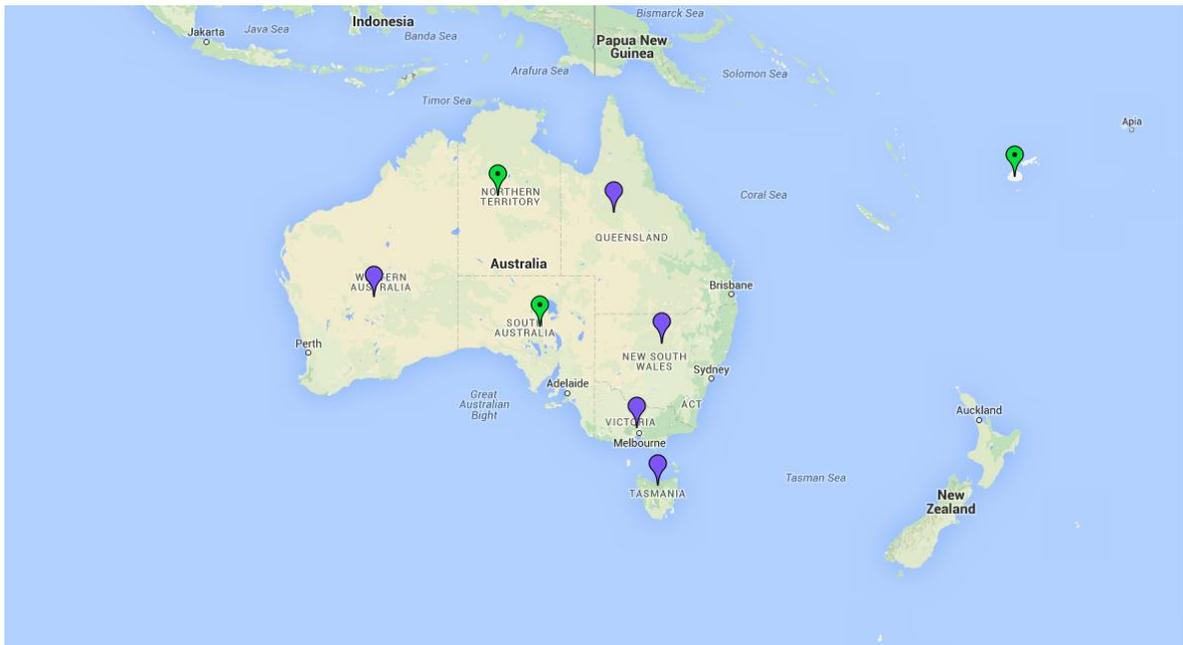


Figura 5.8.– Micronesia y los estados de Australia que han implantado el sistema SDDR (indicadores verdes) y los estados que tienen iniciativas para implantarlo (indicadores morados)

Fuente: Retorna

5.2.1.5 Diferentes maneras de aplicación del SDDR en el mundo

Pero aunque la base del método sea la misma para todas estas regiones, hay pequeñas diferencias en la forma de llevarlo a cabo entre todas estas regiones del mundo:



Alemania

En el caso de que los objetivos de reciclaje (vidrio: 90%; aluminio: 90%; plástico: 80%) no se alcanzaran el 1 de enero de 1995, un depósito debía ser requerido para todos los envases no reutilizables. Así ocurrió. La ley para implantar el Sistema de Retorno se fija para ser implementada el 1 de enero de 2003, pero el plazo se extendió hasta el 1 de octubre. Originalmente, el depósito fue de 25 céntimos de euros para recipientes de 1.5 litros o menos y de 50 céntimos para envases más grandes, pero esa distinción se abandonó después de una enmienda en 2005, y ahora el depósito para todos los envases es de 25 céntimos.

Los envases reutilizables, que constituyen una parte importante del mercado de bebidas en Alemania, están exentos, ya que llevan depósitos voluntarios de 8 céntimos para las botellas de cerveza y 15 céntimos para las botellas de bebidas no carbonatadas

Actualmente, la tasa de reciclaje de envases en Alemania es del 98.5%.

Pero como se expondrá ahora, en el país germano no todo han sido ventajas con la implantación del SDDR:

La historia de Alemania con el SDDR comienza en 1991. En aquél entonces se publicó en Alemania una Ley según la cual cuando en dos años consecutivos no se alcanzara, en el ámbito de los envases de bebidas, el ratio de reutilización existente en ese año, debería implementarse un SDDR para recuperarlo. En ese año de referencia el umbral existente para la reutilización de estos envases era del 72%.

Los datos correspondientes a 1997 fueron la primera señal de alarma. Sólo el 71% de los envases de bebidas eran reutilizados. Tarjeta Amarilla. En 1998 los datos son peores. Sólo el 70% de estos envases eran reutilizados. Tarjeta Roja. Por tanto 2003 se debería implementar un SDDR en Alemania.

Comienza pues, el no fácil camino de Alemania en su implantación del SDDR. Tras muchas discusiones entre administraciones, envasadores, distribuidores, etc., el sistema arranca de manera no muy efectiva en 2003. Solo funcionan acciones singulares promovidas por determinadas cadenas de supermercados, que convierten estas acciones en un instrumento para mejorar la competitividad de su negocio.

A partir de determinadas reclamaciones de múltiples orígenes, la Comisión Europea llevó a la República Federal de Alemania ante el Tribunal Superior de Justicia Europeo por este asunto. Éste resolvió en 2005 diciendo que el SDDR alemán sería legal, de acuerdo con las normas de la UE, si modificaba fundamentalmente dos aspectos. El primero es dar más tiempo a los afectados para prepararse ante la medida. El segundo era que todos los

supermercados deberían aceptar el retorno de los envases que no hubieran sido necesariamente vendidos en su local.

Atendiendo estas órdenes, el gobierno alemán publica en el año 2005 una nueva norma que recoge estos aspectos y además exime de su cumplimiento a todas las tiendas con una superficie inferior a 200 m². Se difiere la entrada en vigor de la misma al 1 de mayo de 2006.

Los primeros problemas de la nueva norma surgen en relación con la interpretación de la cuestión de los 200 m². Según la Administración, 200 m² eran 200 m² de superficie total del establecimiento. Pero según los distribuidores, los 200 m² se deberían referir solo al espacio de venta de los recipientes referidos por la norma. En un primer momento las bebidas afectadas eran las cervezas, el agua y los refrescos. Más tarde se han ido incorporando otras bebidas cuyo porcentaje es menos relevante.

Pero la exclusión para el pequeño comercio tuvo una cara oculta. Se produjo una pérdida de competitividad de los mismos al desviarse sensibles flujos de clientes hacia los comercios en los que podían retornar los envases. Esto es del máximo interés si se quisiera trasladar una situación análoga a España. Existen casi 200.000 establecimientos que, de una u otra manera, estarían afectados por el sistema, de los cuales no más de entre 3.000 y 7.000 estarían habilitados para el retorno de envases.

Como consecuencia de esta nueva norma en Alemania, se crea un ente gestor del SDDR conocido por DPG. Además de la complejidad propia del sistema, la empresa DPG tiene que tener en cuenta las normas de competencia de uso en Alemania. Y así, por ejemplo, existen muchas unidades de gestión con el fin de fragmentar el mercado. También las bases de datos tienen que segmentarse de la misma manera.

Lo primero que se hizo es responsabilizar al cajero o cajera del supermercado de recoger los envases y devolver el dinero, modelo que se demostró caótico. Por ello se implementaron las máquinas SDDR, en las que una vez realizada la ingesta de botes, botellas, etc., emiten un ticket para ir a la caja y que te devuelvan el dinero.

A raíz de estas máquinas, surgió un nuevo problema, y es que se generó un sector de población dedicado a robar envases retornados para devolverlos otra vez. Incluso en un primer momento en el que el precio del depósito era mayor que el valor del propio envase, esta picaresca se extendió incluso a las propias empresas que, al devolverles sus envases, los retornaban de nuevo al sistema.

El sistema tiene una muy complicada gestión administrativa, lo que aparte de los problemas inmediatos conlleva un precio altísimo. Entre las tareas logísticas y las administrativas, DPG afirma que la inversión en el sistema alcanza los 726 millones de euros. Los costes del sistema alemán son, pues, ocho veces superiores a los correspondientes a sistemas como el español o el francés (fuente: Carlos Martínez-Orgado). Hoy en día, el valor del depósito en Alemania es de 25 céntimos de euro.

Podría pensarse que poco importa el dinero ante la gran ventaja que esto supone. De la misma opinión era el Gobierno Alemán que en su Ley de 2005 decidió elevar el porcentaje de referencia inicial de 72% de envases reutilizables a un 80%. Sin embargo, sorprendió mucho que tras el primer año de funcionamiento del SDDR el porcentaje de envases reutilizados fue del 54% y en el segundo año del 47%.

La conclusión es que Alemania ha creado un sistema en el que se recicla mucho, pero no se reutiliza mucho.



Australia

La región de Australia del Sur fue el primer estado australiano en promulgar una legislación para implementar un Sistema de Retorno en 1993. En 2011, los Territorios del Norte aprobaron un sistema de depósito y reembolso basado en el modelo de Australia del Sur. La nación en su conjunto, así como otros estados están considerando la promulgación de leyes de depósito también.



Austria

Austria cuenta con dos leyes que tratan sobre el reciclaje de envases de bebidas. Una, que para asegurar el éxito del sistema de reutilizables impone un depósito a estas botellas. La otra, fija tasas de reciclaje para envases de bebidas que deben ser alcanzadas desde el año 2000.



Barbados

La Ley de envases retornables obliga a cobrar un depósito reembolsable de 10 a 20 centavos en la mayoría de los envases de bebidas que se venden en el país. El texto fue implementado el 1 de junio 1986.



Bélgica

Bélgica tiene un sistema voluntario de depósitos para los envases reutilizables y un impuesto obligatorio para los envases de bebidas que no se rellenan.



Canadá

A pesar de que a menudo no los llaman Sistemas de Retorno, en Canadá, en muchas provincias y territorios, tienen depósitos para los envases de bebidas y otras políticas de responsabilidad ampliada del productor. Las provincias con SDDR son: Alberta, Columbia Británica, Manitoba, New Brunswick, Newfoundland, Territorios del Noroeste, Nueva Escocia, Nunavut, Ontario, Prince Edward Island, Quebec, Saskatchewan y Territorio Yukon.



Croacia

La ley croata sobre envases y residuos de envases es una ley de amplio barrido que cubre políticas de custodia para todo tipo de materiales de embalaje. Los envases de bebidas son objeto de especial consideración en el articulado legal, con sus propias tarifas y políticas. Los depósitos son de 0.5 HRK y funcionan desde 2005.



Dinamarca

La orden legal danesa para envases de cerveza y refrescos data de 1991 y exige que todas las cervezas nacionales y refrescos se vendan en botellas reutilizables. Los envases de metal están prohibidos. Para los envases de vidrio y plástico se aplica el Sistema de Retorno. Los índices de reciclaje en Dinamarca son: Cerveza y bebidas carbonatadas (99.5%), PET reutilizable (99%), Licores (60%) y Vino (80%).



Estados Unidos

Diez estados de EE.UU. tienen depósitos para envases (muchos de estos estados también están haciendo campaña para actualizar y expandir sus sistemas) y otros tienen campañas activas para nuevos Sistemas de Retorno. Los estados con SDDR son: California, Connecticut, Guam, Hawaii, Iowa, Maine, Massachusetts, Michigan, New York, y Vermont.



Estonia

Desde junio de 2004, en Estonia, los envases de bebidas están sujetos a un depósito totalmente reembolsable. El depósito mínimo es de 0,03 céntimos de euro por ley, pero el depósito oficial viene determinado por el Ministro de Medio Ambiente y actualmente es de 0,08 céntimos de euro.



Fiji

Fiji aprobó una ley de depósito en el verano de 2011 para proteger su litoral del littering marino.



Finlandia

Finlandia cuenta con dos leyes que tratan el reciclaje de envases de bebidas. Una marca unos duros impuestos para los envases no reutilizables y la otra ofrece acogerse al Sistema de Retorno como alternativa al impuesto. El SDDR funciona desde 1990, con un depósito de 10 céntimos, excepto para los envases grandes, que es de 45 céntimos



Guam

Después de varios intentos fallidos, Guam logró la promulgación de un Sistema de Retorno en 2011. A finales de 2012, el sistema aún no está operativo. Sin embargo, en una entrevista con el senador Tina Muña-Barnes (principal patrocinador del proyecto de ley), este anunció que en las reuniones preliminares, el proyecto contó con el apoyo de las partes interesadas y representantes militares, lo cual es crucial para que el proceso avance.



Holanda

La ley holandesa de depósito en refrescos y aguas tenía la intención de reducir la cantidad de envases de un solo uso en el flujo de residuos total. Se aprobó en 1993 y marca un depósito de 15 céntimos para envases de menos de medio litro y 65 céntimos para envases de más de medio litro. El porcentaje de recuperación del vidrio reutilizable es del 98% y del PET reutilizable del 99%.



Israel

La ley de envases de Israel requiere un depósito totalmente reembolsable en la mayoría de los envases de bebidas de un solo uso, para mejorar la limpieza y reducir la basura, reducir la cantidad de residuos y el volumen de los vertederos, y fomentar el reciclaje y la reutilización de los envases de bebidas. En 2008, el porcentaje de retorno era del 66.1%.



Kiribati

La Ley de Financiación Especial de 2004 fue un proyecto para proporcionar acceso a los servicios de residuos sólidos y mejorar la capacidad de Kiribati para tratar e la contaminación del suelo y del litoral causada por la falta de recuperación. Desde el 3 de febrero 2005 existe un Sistema de Retorno para latas de aluminio y botellas de PET con un depósito de cinco centavos.



Micronesia

El estado de Kosrae, uno de los cuatro Estados Federados de Micronesia, promulgó una legislación para el depósito con botellas y latas en 1991, que sufrió enmiendas definitivas en 2006. Un depósito de 6 céntimos se paga en cada lata de aluminio y botella y 5 céntimos son devueltos. El céntimo sobrante va a la financiación del proceso. La recuperación de envases se ha triplicado desde entonces



Noruega

La ley de control de productos pone depósitos en todos los envases, para limitar la contaminación y los residuos, fomentando el uso de los reutilizables. Desde 1994 funciona el Sistema de Retorno. Los envases de menos de medio litro tienen un depósito de 15 céntimos y los de más de medio litros de 30 céntimos. El 98% de los envases de cerveza y bebidas se recicla.



Palau

Desde abril de 2011, todos los envases de bebidas tienen un depósito de 5 céntimos que no se devuelve para financiar el sistema, principalmente activado para evitar la contaminación en los océanos



Suecia

El sistema actual de retorno sueco fue establecido en 2006 para las botellas de plástico y latas de metal. La ley requiere un incentivo financiero para devolver los envases al sistema. Returpack, la organización central del sistema en Suecia, establece los siguientes depósitos: latas de aluminio (0,89 coronas suecas), botellas PET (0,89 coronas suecas), botellas PET de más de 1 litro (1.79 coronas suecas). La ley también requiere que los envases deben ir etiquetados con la cantidad del reembolso. El reciclaje de envases de bebidas de metal y plástico en Suecia está en el 90%



Suiza

Bajo la ley de Suiza, todos los reutilizables deben llevar un depósito. Sólo la cerveza, los refrescos y los envases de agua mineral de un solo uso que superen un importe máximo (en peso) permitido en el flujo de residuos requieren depósito.



Islas Turcas y Caico

Las Islas Turcas y Caicos (territorio del Reino Unido) adoptó un depósito sobre los envases de bebidas en la primavera de 2011. En la actualidad, el sistema está todavía en desarrollo.

5.3 Costes de la recogida de los residuos domésticos

Según un estudio de Errausketarikez, en general, donde los sistemas de recogida puerta a puerta están optimizados, los costes de recogida de residuos totales (es decir para residuos de comida + restos de residuos + reciclables secos) tienden a ser similares (o incluso menores algunas veces) a los costes anteriores de recogida de los residuos domésticos mezclados.

En un sondeo realizado en todo el estado en 1.999, ya se observaba un coste promedio para recogida de residuos domésticos mezclados de unos 30-34 euros por habitante y año; los costes totales para sistemas puerta a puerta separando residuos de comida eran de 25-30 euros por habitante y año. Otros ejemplos han confirmado la positiva tendencia de reducción de los costes de recogida total, siguiendo la implementación de la separación en origen puerta a puerta. En el siguiente esquema (tabla 5.1.) sumamos todas estas herramientas que hacen posible en muchos municipios la reducción de los costes de recogida totales con estrategias puerta a puerta.

Tabla 5.1.- Herramientas principales para optimizar estrategias de recogida para residuos de comida

Herramienta	Detalles	Dónde se aplica
Reducción de la frecuencia de recogida para residuos residuales	Sistemas efectivos para recoger los residuos orgánicos (con la gente sintiéndose cómoda) hacen que su porcentaje en los residuos residuales caiga hasta el 10-15% y menos	Rondas de recogida frecuente para residuos mezclados son adoptadas (climas templados)
Uso de camiones a granel en vez de compactadores	La densidad de masa de sólo los residuos de comida es mucho mayor (0.7-0.8	Recogida de residuos de comida se mantiene separada de la recogida de

	kg/dm ³) que cuando los residuos orgánicos se componen de ambos residuos de comida y de jardín	residuos de jardín (uso de pequeños cubos en casas con jardines)
Disminución del número de rondas de lavado	El uso de bolsas herméticas previene de la necesidad de lavados frecuentes	Se utilizan "cubos personales" y bolsas

Para permitir una comparación entre los diferentes sistemas de recogida, se han obtenido los datos de los costes de los distintos sistemas de recogida en Italia, agrupados por sus principales características, pero sobre todo acorde con el modo en que los residuos de comida se separan (o no). Se pueden agrupar en tres sistemas, que son:

- Separación tradicional en origen: basada en el uso de bolsas de plástico o contenedores en la calle (de hasta 3.3 m³) para residuos domésticos mezclados y separación en origen mediante contenedores en la calle sólo para reciclables secos (papel, vidrio, plásticos). Los residuos de comida no son clasificados y se entregan en los residuos mezclados; esto provoca una putrefacción bastante alta (actualmente, los residuos de comida se concentran ahí debido a la clasificación de papel, cartón, vidrio, plásticos, etc.) y tienen que ser recogidos frecuentemente.
- Separación media en origen: incluyendo la de residuos de comida, basada en contenedores en la calle (120 - 240 litros, hasta 3.3 m³) para residuos de comida y reciclables secos; la recogida de residuos residuales (resto) se hace mediante contenedores en la calle. Esto es normalmente denominado como la recogida "de doble contenedor". Se encuentra bastante difundida en el centro de Italia y ha sido la más extendida, hasta ahora, también en España.
- Separación en origen intensiva: incluyendo la de residuos de comida, con recogida puerta a puerta de residuos de comida y residuos residuales (resto). En general, también algunos reciclables secos de alta producción son recogidos con un sistema puerta a puerta (normalmente papel y cartón, debido a la mayor captura por persona que hay de contenedores en la calle). Es el sistema más difundido en aquellos municipios y provincias italianos donde se han llegado a los más altos índices de reciclaje (hasta 80% en municipios, por encima del 50% en distritos). El sistema está bien difundido en Centroeuropa, también, aunque la versión italiana adopta cubos en lugar de contenedores en el caso de chalets individuales con jardines (para controlar la entrega de residuos de jardín, de acuerdo con los

puntos antes explicados). También Cataluña ha apuntado más tarde algunos intentos exitosos donde esta estrategia se ha implementado.

Según el estudio de Errausketarikez, los costes medios para el municipio de Verona y otros colindantes, fue de:

- Residuo doméstico mezclado: 31.55 € / (hab · año)
- Recogida puerta a puerta: 31.71 € / (hab · año)
- Contenedor en acera: 32.13 € / (hab · año)

En promedio ninguna relación estadística se encuentra entre las características de las estrategias, bajo las 3 condiciones básicas descritas arriba, y su coste específico por habitante. Lo que resulta es que los costes promedio son muy similares entre sí. Se obtuvieron los costes para los mismos procesos en Venecia y otros municipios colindantes y las cifras siguieron siendo todas del mismo orden:

- Residuo doméstico mezclado: 28.11 € / (hab · año)
- Recogida puerta a puerta: 27.76 € / (hab · año)
- Contenedor en acera: 32.11 € / (hab · año)

5.3.1 Optimización de estrategias de recogida en cuanto a costes

Al igual que en los anteriores puntos de este apartado, el estudio económico va a basarse en el modo de separación inicial de los residuos orgánicos; los restos de comida y los restos de material vegetal.

La entrega de residuos de jardín se ve más favorecida cuando se provee a las familias con cubos de gran volumen que permitan (también en las casas con jardín) la entrega de materiales a granel como residuos de jardín. Muy a menudo en el “biocubo” (cubo dado a las familias para separar los residuos orgánicos) existe una gran proporción de residuos de jardín que puede encontrarse (hasta un 80 - 90%) añadida a los residuos de comida. Esto lejos de ser perniciosa, mejora la proporción C/N que debe imperar para que luego esa materia prima pueda convertirse en un buen compost. En este sentido, constatamos que muy al contrario de lo que vienen afirmando ciertos técnicos de la Diputación de Gipuzkoa (sin experiencias próximas y obviando las posibles fuentes), tanto en Italia, Alemania, Austria, Cataluña, Córdoba... la proporción C/N dentro de los cubos de basura selectivos de materia orgánica dentro del ámbito urbano muestra un nivel óptimo que, sólo en algunos casos, debe ser corregido, fundamentalmente en las zonas de altas densidades edificatorias, con aportes de residuos de poda y jardinería.

La prioridad, en vez de eso, debería ser clasificar los residuos de comida separados del resto de residuos. Tenemos que remarcar que el reciclaje de materiales de empaquetado “secos” determina (como efecto colateral no deseado) la concentración del material fermentable dentro de los residuos residuales, si la parte de comida no es clasificada efectivamente a través de sistemas de alta captura para su recogida. Esto es lo que ocurre actualmente en aquellas regiones y países donde la separación de reciclables secos es más efectiva que la de los residuos de comida. En Europa central, el porcentaje de residuos de comida dentro de los residuos residuales suele ser entre un 30 y un 50%; esto es especialmente cierto en Holanda (donde una recogida “VGF”, sólo tiene en cuenta vegetales, jardín y frutas, dejando carne y pescado en los residuos residuales). Una vez transferido a climas más templados (como al sur de Europa) este sistema mantendría su necesidad de una recogida muy frecuente de residuos residuales y daría, desde luego, una gran cantidad de problemas de salubridad asociados a olores, plagas urbanas, etc.

Considerando tales efectos indeseados, en muchos distritos del sur de Europa se ha implementado una estrategia diferente para la recogida de compostables, donde la recopilación de residuos de comida y la de los residuos de jardín se mantienen separadas. Una estrategia tiene que abordar sólo los “residuos de comida” como un todo (incluyendo cosas cocinadas como carne y pescado), usando cubos y contenedores de pequeño volumen; mientras que una estrategia diferente se ocupa sólo de los residuos de jardín.

Esta distinción entre las dos estrategias de recogida tiene en cuenta:

- La problemática naturaleza de las sobras de comida (alta putrefacción y humedad). Esto requiere adoptar herramientas específicas, sistemas y frecuencias de recogida para mantener el sistema limpio y “amistoso con el usuario”. Esto lleva a una mejor calidad y una alta cantidad recogida; disminuye el porcentaje de restos de comida dentro de los residuos residuales (resto); haciendo posible que se recojan con menos frecuencia. Los análisis de clasificación sobre residuos residuales (donde una recogida puerta a puerta está adoptada) muestran a menudo un contenido de restos de comida dentro de los residuos residuales del 10 % y menos, lo que es mucho menos que en los programas previos de separación en origen europeos.
- La diferente característica bioquímica y estacional de las sobras de comida en comparación con los residuos de jardín. Características “intensivas” de la recogida de residuos de comida (altas frecuencias, “biobolsas” herméticas) no se aplican a los residuos de jardín, que no necesitan modelos de recogida tan intensivos.
- La diferente densidad de los residuos de comida y de jardín. La baja densidad de los residuos de jardín requiere el uso de vehículos compactadores (camiones empaquetadores), mientras que en el caso de los residuos de comida los vehículos compactadores pueden reemplazarse por camiones a granel que son mucho más baratos para una capacidad de trabajo equivalente.

Un sistema cómodo que no establezca ninguna diferencia entre los residuos de comida y los de jardín es un sistema donde puede ser previsto un gran reparto de residuos de jardín. Hay que hacer notar que donde se da una recogida puerta a puerta para compostables en biocontenedores, aparece a menudo una captura total de residuos orgánicos de unos 200 kg por habitante y año, y más. Esto se debe, sobre todo, a la fácil entrega de residuos de jardín en el mismo cubo grande preparado para los de comida, mientras que es importante anotar que “donde hay restos de poda de jardín, hay un jardín en el cual el compostaje casero podría ser realizado”. Altas cantidades de residuos de jardín entregadas implican altos índices de reciclaje, pero también un crecimiento mucho más grande de los residuos domésticos. En tales situaciones, una producción total de residuos domésticos más allá de 600 kg por habitante y año puede ser considerada como muy habitual y normal. Cifras similares aparecen en los lugares de Italia donde este tipo de estrategias de recogida se han puesto en marcha.

La recogida de residuos de jardín debería, por lo tanto, ser realizada a través de entregas en lugares especiales (“Plataformas Ecológicas” en Italia, Recyglinghöfe en países de habla germana); recogidas puerta a puerta también pueden realizarse, con una ronda específica “circuito verde” pero con una frecuencia de recogida mucho más pequeña que la de los residuos de cocina (por ejemplo, quincenal o mensual, incluso menos en Centroeuropa, y sólo en la estación de mayor crecimiento vegetativo, en general de Abril hasta Octubre).

5.3.2 Sistemas y herramientas para la recogida de residuos de comida

Aplicar separación en origen para residuos de comida, para familias y para grandes centros productores, implica la necesidad de encontrar herramientas que afronten los problemas unidos a las características específicas de dicho material: su naturaleza fermentable y su alta humedad. A este respecto, un tipo de servicio cómodo, que dé a las familias herramientas que eviten molestias, elevará la participación.

Las estrategias más innovadoras han abordado tales necesidades a través de:

- Un calendario de recogida relativamente “intensivo”.
- El uso, en muchos casos, de sistemas de recogida “a la vuelta de la esquina” para que sean más “amigos del usuario” y eleven la tasa de participación.
- El uso de envases herméticos y transparentes para llevar los residuos (“Biobolsas”, que sean de papel o – más frecuentemente- de plástico biodegradable -feculas-); tales bolsas se han adoptado en muchos distritos europeos (por ejemplo, en Noruega).

El uso de las bolsas hace posible reducir drásticamente la frecuencia de lavado. Las bolsas evitan molestias relativas generalmente a la entrega de material “suelto” dentro del contenedor y hacen posible la recogida de sobras comida (lo que, en cambio, permite una reducción significativa en la frecuencia de recogida de los residuos residuales-resto-).

La “bio-bolsa” es entonces guardada dentro de “cubos” (10 a 30 litros) colocados en la carretera el día de la recogida. Este sistema es a menudo adoptado en áreas con chalets individuales o adosados para reducir el tiempo de recogida para cada vivienda (puesto que la recogida a mano lleva menos tiempo) y previene que las familias depositen residuos de jardín en los cubos. Esto afecta, en cambio, positivamente a la optimización de costes de las estrategias. Sólo en edificios de mayor altura son adoptados contenedores más grandes, cuya capacidad va usualmente de 80 a 240 litros para servir de 10 a 20 familias (dependiendo de la frecuencia de recogida) de una sola recogida.

5.3.3 Frecuencia de recogida para residuos residuales (resto)

Obviamente las frecuencias de recogida para residuos residuales (el resto o lo que ya no cuenta con ninguna posibilidad de reutilización, reciclaje, compostaje o biometanización) pueden ser reducidas sólo cuando una separación efectiva de restos de comida, produciendo altas capturas, se lleva a cabo. Bajo tal punto de vista tenemos que mencionar (ver tabla 5.2.) que las estrategias puerta a puerta permiten resultados más altos. Unos 170-250 gramos por persona y día; los resultados tienden a ser mayores en las regiones del sur (hasta 300 gramos y más), gracias a una mayor presencia de sobras de comida en los residuos urbanos (también investigaciones y resultados en España confirman tales altas capturas). Grandes contenedores en la calle producen cantidades mucho menores; actualmente su captura es algunas veces similar, pero a ello contribuye un gran porcentaje de residuos de jardín, y la captura real de residuos de comida es menor.

Tabla 5.2.- Propuesta para la frecuencia de recogida de la fracción resto

Sistema	Captura total (típica)	Residuos de jardín (%)	Captura actual de residuos de comida
Puerta a puerta	170 – 250 g / (hab · día)	0% (donde la entrega está prohibida) hasta 10% (máximo, debido a los pequeños volúmenes disponibles)	160 – 250 g / (hab · día)
Contenedores en la calle	150 – 200 g / (hab · día)	40-70% (estacional)	60 – 120 g / (hab · día)

Podríamos así asumir que “la recogida mediante contenedores en la calle resulta en una tasa de participación menor”.

Recortar las frecuencias de recogida de residuos residuales (resto) constituye en sí misma una de las más importantes herramientas para optimizar estrategias de separación en origen de residuos de comida. Su adopción es particularmente efectiva en aquellas áreas donde las altas frecuencias de recogida se llevan a cabo para la tradicional, recogida mezclada de residuos domésticos (sobre todo en el sur de Europa).

El esquema de la tabla 5.3. muestra típicas frecuencias de recogida para recogida de residuos domésticos mezclados y para sistemas de recogida “integrados” que clasifican los residuos de comida. Las frecuencias aplicadas en el sur de Italia podrían ser válidas perfectamente en muchos lugares del Mediterráneo, donde también la recogida mezclada es tradicionalmente aplicada 6 veces a la semana, mientras que las frecuencias del norte de Italia se pueden aplicar, por ejemplo, al sur de Francia.

Tabla 5.3.- Frecuencia de recogida de diferentes tipos de residuos en Italia

Área	Residuos domésticos mezclados (sin separación de residuos de comida)	Residuos de comida (con sistemas puerta a puerta o contenedores en la calle)	Residuos residuales en los sistemas puerta a puerta (las frecuencias de recogida se recortan, gracias a la alta captura de los residuos de comida)	Residuos residuales en sistemas de contenedores en la calle (sin diferencia de la previa recogida mezclada)
Norte de Italia	3 veces a la semana	2 veces a la semana (a veces sólo 1 durante el invierno)	1 - 2 veces a la semana	3 veces a la semana
Sur de Italia	6 veces a la semana	3 - 4 veces a la semana	2 - 3 veces a la semana	6 veces a la semana

5.3.4 Tiempo de recogida reducido y optimización de flotas de vehículos de recogida

Tenemos que remarcar, una vez más, que los residuos de comida solos no necesitan carga mecánica ni compactación (lo que permite a los operadores adoptar modelos y vehículos de recogida más baratos; esto sólo es posible en aquellos modelos donde la entrega de residuos de jardín en los cubos para residuos de comida se prevenga mediante cubos de pequeño volumen (en chalets individuales o adosados con jardines) que sólo permitan a las familias depositar sus residuos de comida. Los residuos de comida, que muestran una densidad mucho mayor (0.6 – 0.7 kg/litro) pueden así ser recogidos usando camiones a granel en vez de camiones empaquetadores.

Es por tanto recomendable limitar el tamaño de los receptáculos suministrados a las familias donde haya jardines, suministrando cubos (6-10 litros, máximo 30 litros). Otros contenedores (80 - 240 litros) tienen que ser suministrados sólo para edificios de altura, donde pueden servir a unas 15 - 20 familias, disminuyendo así el tiempo de recogida específico.

El uso de cubos además de evitar la entrega en exceso de residuos de jardín y de permitir el uso de camiones, hace posible disminuir el tiempo de recogida para cada familia en chalets individuales y adosados, y esto supone grandes ahorros en el tiempo total que conlleva el servicio y su coste. Esta importantísima ocasión es desafortunadamente desatendida en estrategias basadas en recogida conjunta de residuos de comida y de jardín (bien sea por medios de recogida en la puerta como en la amplia mayoría de las estrategias en Centroeuropa, bien por contenedores en las calles como por ejemplo en el centro de Italia y muchas zonas de España).

Otra lección importante que se debe aprender es que “cuanto más flexible y variable sea la flota de vehículos de recogida, mejores van a ser los resultados”.

En estas estrategias donde se previene la entrega de residuos de jardín en contenedores o cubos pensados para residuos de comida, las familias pueden solucionar los problemas relacionados con los residuos de jardín a través de:

- Compostaje en casa, efectivamente promovido por el municipio.

- Entrega a centros de reciclaje locales (Recyclinghöfe en países de habla germana y “Plataformas Ecológicas” o “Ecocentros” en Italia).
- Recogida específica de residuos de jardín en las aceras con frecuencias bajas (por ejemplo 1-2 veces al mes en el sur de Europa, que podría ser incluso menor en Centroeuropa, y sólo en la temporada de mayor crecimiento vegetativo, en general de Abril a Octubre).

5.3.5 Una evaluación de estrategias maduras y optimizadas

Tenemos que subrayar, una vez más, que con una valoración del coste como coste por unidad de peso, la comparación no sería justa. Una razón importante para esto es que la cantidad de residuos de comida recogidos es obviamente menor que la de los residuos residuales (resto) (60-80 kg por persona y año, frente a 100-200 kg por persona y año); pero éste último (residuos residuales, también llamados “restos de residuos”) se recoge a un coste mucho más bajo que con la recogida mezclada tradicional, gracias a las inferiores frecuencias de recogida. Así, el coste total de una estrategia de clasificación integral puede ser similar o menor.

Una separación efectiva de residuos de comida permite un número total de rondas de recogida (sumando todas las de las diferentes fracciones de residuos) que tiende a igualar el calendario previo (para recogida mezclada).

Por ejemplo, uno puede recoger los residuos de comida dos veces a la semana y los residuos residuales una vez a la semana en aquellos sitios donde la recogida de residuos domésticos mezclados solía ser de tres veces a la semana.

Además, podríamos decir que algunas rondas de recogida (principalmente las de residuos de comida) pueden reducir costes mediante tiempos de recogida más cortos y el uso de vehículos de baja tecnología. En nuestros sondeos y estudios pormenorizados calculamos y averiguamos que una estrategia de dos turnos para recogida de residuos de comida usando camiones a granel tiende a igualar el coste de una recogida de un turno para residuos residuales con camiones empaquetadores. Esto se debe, en parte, al mayor coste de un camión empaquetador por sí solo, y en otra, al mucho mayor tiempo empleado en cada punto de recogida puesto que los contenedores tienen que ser

elevados por el dispositivo de carga para, posteriormente descargarlos y volver a ponerlos en su sitio; demasiado tiempo consumido (para una sola vivienda) comparado con la simple y rápida acción de coger y vaciar un cubo manualmente. Por supuesto, la valoración lleva a un resultado diferente si consideramos edificios de gran altura, donde un solo contenedor puede dar servicio a 10-20 familias, así se hace mucho más efectivo el tiempo de una sola recogida.

La valoración del coste se confirma, por ejemplo, considerando las cifras de algunos municipios de las provincias de Bergamo y Verona (tabla 5.4.). El coste de una recogida de 2 veces a la semana de residuos de comida (usando camiones a granel) es comparable a una recogida semanal de residuos residuales con camiones.

Tabla 5.4.- Coste de recogida de diferentes tipos de residuos en algunas ciudades de Italia

Municipio (provincia)	Población	Coste de recogida de residuos residuales (1 vez a la semana, con camiones empaquetadores)	Coste de recogida de residuos de comida (2 veces a la semana, con camiones a granel)
Calcio (Bergamo)	4765	5.14 €	4.21
Caravaggio (Bergamo)	1481	5.46	6.01
Sommacampagna, Sona (Verona)	26 036	7.28	8.88

5.3.6 Tasas vinculadas a la generación de residuos

La tasa de gestión de residuos urbanos, siguiendo las recomendaciones de la UE y la lógica para la buena gestión medioambiental, debe generar un incentivo a los sujetos pasivos de la misma. El propósito es incidir en la reducción y reciclaje de residuos. El método de aplicación de esta tasa varía según sea el tipo de recogida.

5.3.6.1 Tipos de pago por generación

Los métodos para la aplicación de tasas vinculadas a la generación pueden resumirse en los siguientes:

- Pago por bolsa o pay-per-bag: El Ayuntamiento obliga a la utilización de bolsas de basura homologadas, las cuales serían las únicas recogidas por el servicio de

basuras. El precio de la bolsa incorpora la tasa y de esta manera, los hogares y negocios que generen más residuos necesitarán más bolsas, siendo el total pagado aproximadamente proporcional al volumen de basuras generadas.

En Torrelles de Llobregat (Barcelona), entró en funcionamiento un sistema de este tipo el 14 de enero del 2003. Asimismo se aplica en Europa, por ejemplo, en Bruselas o en varios municipios holandeses o alemanes, pero existen muchos más ejemplos en Estados Unidos, Canada...

- Pago por adhesivo o pay-per-tag: Se trata de un caso análogo al anterior, pero no son las bolsas de residuos lo que está homologado por el ayuntamiento, incorporando la tasa, sino unos adhesivos que deben ser pegados a las bolsas de basura convencionales. En este caso la tasa tiene como base imponible el consumo de adhesivos homologados, estableciendo de nuevo una proporción aproximada entre la generación de basuras y el pago.

Los adhesivos deben ser preferentemente nominales para desincentivar su sustracción y no está permitido pegarlos más que a bolsas que no superen un volumen determinado.

Respecto a la anterior propuesta presenta la ventaja de que los adhesivos son más baratos de fabricar y distribuir que las bolsas, pero existe riesgo de falsificación.

- Pago por contenedor o pay-per-can: En este caso hogares y comercios disponen de un contenedor particular que es recogido puerta a puerta. La base imponible de la tasa de basuras es el tamaño y la periodicidad con la que es recogido el contenedor, aspectos que el usuario decide según su generación de residuos, de entre las opciones que decida el ayuntamiento. En este caso también existe un vínculo entre pago y volumen de las basuras generadas, a pesar de que es menos estrecho que en los casos anteriores, debido a que se paga por contenedor, esté lleno o no, de modo que puede generar un incentivo menor.

El funcionamiento consiste en que los usuarios dejan en la calle sus contenedores, pegándoles un adhesivo que debe corresponder con la capacidad del contenedor y la periodicidad contratadas. Este sistema se aplica en muchos municipios alemanes, en otros países centroeuropeos y sobretodo en EE.UU.

Un inconveniente de este sistema es que requiere una importante inversión inicial para comprar los contenedores particulares de los usuarios.

Una variante de esta modalidad sería vincular el pago al peso y no al volumen recogido, lo que se vería posibilitado por la instalación de sistemas de pesado dinámico en los camiones de recogida. Estos sistemas son más rápidos que los sistemas de pesado estático, que ralentizan y por tanto encarecen el servicio de recogida, sin embargo son aún caros y todavía han de disminuir los errores de pesado.

Un sistema de este tipo está en vigor para los residuos comerciales en Molins de Rei. Cada comercio gran generador tiene asignado un cubo propio para materia orgánica y otro para inorgánica. La tasa se aplica en función del tamaño del cubo y del número de veces que es recogido al año, lo cual es computado mediante una lectura automática efectuada por el camión al levantar el contenedor.

- Pago por generación en container automatizado: Esta es la propuesta más innovadora y consiste en el uso de una tarjeta magnética con la que se abren los contenedores. Mediante la tarjeta se puede directamente pagar el servicio (con tarjetas prepagadas emitidas por el municipio, p.e.) o se puede hacer que el contenedor registre las entradas para su pago posterior. La tasa sería proporcional al peso de la basura depositada, que sería pesada automáticamente por el contenedor, o bien proporcional al volumen depositado.

En los sistemas de pago por generación hay que decidir si la base imponible a considerar son todas las basuras generadas o solo las no entregadas selectivamente para su recuperación. Esto es muy importante, pues en el primer caso la tasa genera un incentivo para reducir los residuos, mientras que en el segundo el incentivo es tanto para reducir los residuos como para participar en su recogida selectiva. También se podría pensar en opciones mixtas, es decir, pagar menos por los reciclables que por el rechazo. De este modo se incentivaría sobre todo reducir la generación de basuras, pero también participar en la recogida selectiva, totalmente acorde con la jerarquía que debe presidir cualquier iniciativa de tratamiento preventivo de basuras.

En la aplicación de sistemas de pago por generación se ha constatado que inicialmente se avanza más en elevar los niveles de reciclaje, incrementándose la participación de la población (sobre todo si participar en la recogida selectiva es gratuito o más barato que la recogida del rechazo) y, posteriormente, en la mayoría de los casos también se producen avances porcentualmente importantes en el ámbito de la reducción de residuos.

5.3.6.2 Riesgos y limitaciones del pago por generación y vías para afrontarlo

Existen algunos problemas con la aplicación de estas propuestas. Los dos más relevantes son una presumible propensión al fraude y las limitaciones que puedan derivarse de la tipología urbanística de nuestro territorio.

Existe el riesgo potencial de lo que se ha dado en llamar “turismo de residuos”, es decir, llevar los residuos a barrios o ciudades donde continúe vigente el sistema convencional de recogida con el objeto de ahorrarse el pago, dejar bolsas no homologadas alejadas del portal propio o, peor aún, el riesgo de vertido ilegales. De todos modos, estudios holandeses y americanos revelan que el turismo de residuos existe pero no es significativo y además, esto puede minimizarse mediante la armonización de los sistemas de recogida dentro de una ciudad y con las poblaciones vecinas. Además, los efectos positivos conseguidos por el incentivo en términos de menor generación y mayor recuperación compensan el eventual menor ingreso y demás problemas derivados de la existencia del fraude. Asimismo, estos efectos negativos se ven minimizados si los programas se aplican en contextos sociales cohesionados y con una sensibilidad ambiental y cívica alta, que indudablemente debe ser estimulada mediante campañas informativas.

Existe también el riesgo de que, cuando la base imponible es solo la fracción inorgánica o la de rechazo (según cual sea el modelo de recogida), algunos ciudadanos, para evitar el pago, depositen impropios entre las fracciones recogidas gratuitamente, que tiene como destino directo la recuperación. En el caso de recogida selectiva puerta a puerta en bolsas esto se puede minimizar fácilmente obligando a entregar en bolsas transparentes las fracciones sobre las que no aplica la tasa variable. La fracción orgánica debería ser una de éstas y las bolsas de almidón compostables (que deberían ser usadas aún sin el sistema de pago por generación en marcha) cumplen este requisito al ser traslúcidas.

Sin embargo, la principal reserva que puede hacerse a la implantación con carácter general de estos sistemas de pago por generación en sociedades como la nuestra es debido a los condicionantes urbanísticos existentes. Ciertamente estos sistemas son más fácilmente aplicables en sociedades con un modelo de urbanismo disperso, debido a los requerimientos de espacio que precisa la recogida puerta a puerta (ya sea mediante contenedores particulares o bolsas). Sin embargo, aunque este argumento es cierto, deben hacerse algunas precisiones sobre su eventual aplicación.

Hay sitios con urbanismo horizontal en los que sería suficiente trasladar experiencias que ya han resultado exitosa en zonas de urbanismo disperso en otros países. En las ciudades de urbanismo compacto donde vive una parte muy importante de la población es necesario considerar varias opciones. Por un lado, en zonas de urbanismo denso existiría la posibilidad de implantar sistemas de pago por contenedor, siendo estos asignados no a cada vivienda sino a cada inmueble. Estos deberían mantenerse en el interior del edificio (excepto casos en que esto no sea posible y que se permita tenerlo en la vía pública) hasta la hora de recogida. Sería la comunidad la que pagaría en función del tamaño del contenedor y la división de costes entre los propietarios de las diferentes viviendas podría ser una cuestión interna.

Aunque no sea para efectuar el cobro del servicio, sino solo para la recogida, ésta es la opción de París o algunas zonas de Lisboa, donde no existen contenedores colectivos en la vía Pública. En Oviedo también se aplica un sistema de recogida puerta a puerta con contenedores asignados a los inmuebles. En Munich, las comunidades de propietarios también tienen asignados sus correspondientes contenedores y en Berlín, donde el servicio y el pago por generación son efectuados por la empresa municipal de residuos, o en Viena.

Además, opcionalmente, por voluntad de los habitantes de cada inmueble el ayuntamiento podría ofrecer (a un precio superior) que el personal encargado hiciese la recogida de bolsas puerta a puerta también en los inmuebles multivivienda, subiendo hasta cada rellano. En Oviedo algunos colectivos ofrecen el servicio de bajar el cubo desde la puerta hasta el contenedor asignado a cada inmueble y el servicio de limpieza de los cubos de basura, con mucha demanda hasta el momento.

Los residuos comerciales merecen un comentario aparte. Todos los municipios experimentan los problemas que crean este tipo de residuos por razón de su volumen y progresivamente se va tendiendo a dar un trato diferente a los residuos comerciales respecto de los domésticos. Esto tiene varias implicaciones; por un lado deberán dejar de cobrar tasas y pasar a cobrar precios públicos (con lo cual por Ley éstos deben autofinanciar el servicio), por otro lado si no se quiere perder los mejores clientes a manos de la competencia privada se deberán definir tarifas que se ajusten al servicio prestado a cada comercio (particularmente teniendo en cuenta el número de recogidas y la cantidad y tipo de residuos producidos). Esto en la práctica significa que el servicio a los comercios deberá ser individualizado si se quiere poder cobrar de esta forma y controlar

adecuadamente que quien no paga el servicio al municipio no utilice los contenedores colectivos (Obviamente la recogida también deberá ser individualizada si no existen contenedores en la vía pública porque la recogida de residuos domésticos también sea puerta a puerta). Ante esta perspectiva de recogida individualizada, los sistemas de pago por generación serán la forma más indicada de calcular el importe a pagar por cada comercio.

A modo de conclusión sobre los sistemas de pago por generación hay que enfatizar que representan la única forma satisfactoria de calcular el importe desde el punto de vista ambiental. Debido a los incentivos creados, se han demostrado ya en otros países como herramientas eficaces para avanzar en la reducción y el reciclaje de los residuos urbanos. También son las tasas más justas para el usuario, además de transparentes y claras, y es razonable pensar que la mayoría de contribuyentes considerarán adecuado pagar de acuerdo a los residuos generados, pues en el fondo se trata de la única base imponible realmente lógica. Ciertamente su implementación no está exenta de problemas, sin embargo éstos son de carácter logístico y por tanto resolubles, mientras que para cualquier otra base imponible (es decir, cualquier estimación indirecta de la cantidad de residuos generados) los problemas son intrínsecos.

Aunque la implementación de este sistema de pago es aún reciente, es necesaria su extensión para respaldar el resto de políticas municipales hacia un tratamiento más ecológico de las basuras.

6 Clasificación de los residuos domésticos en planta

Los residuos domésticos deben llegar a los centros de tratamiento para su posterior gestión. No obstante, no es viable económicamente la implantación de una planta de este tipo cerca de cada sistema de recogida de residuos domésticos que haya en España.

Por ello, existen los centros de transferencia, instalaciones cuya función es servir de intermediario en el camino de cada sistema de residuos domésticos lejano a un centro de tratamiento. Primero se almacenan residuos de su zona de recogida de residuos domésticos, hasta que la cantidad de residuos es tal que se puede llenar uno o varios camiones para su transporte hasta el centro de tratamiento más cercano.

6.1 Centros de transferencia

Los objetivos europeos y nacionales respecto de los residuos son: prevención de la producción de residuos, establecer el régimen jurídico de su producción y gestión y fomentar, por este orden, su reducción, su reutilización, reciclado y otras formas de valorización, con la finalidad de proteger el medio ambiente y la salud de las personas. Por este motivo se hace necesaria la existencia de instalaciones en las que se reciban y almacenen los residuos, agrupados de acuerdo con sus características y destino, como paso previo al transporte diferenciado de los mismos a los distintos tratadores o gestores específicos. Estas instalaciones, denominadas comúnmente "centros de transferencia" (CTR), pueden ser de distintos tipos según reciban residuos peligrosos, no peligrosos o residuos urbanos.

Para el caso de los residuos urbanos o municipales (los generados en los domicilios particulares, oficinas y servicios), así como todos aquéllos que no tengan la consideración de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los mismos, los centros de transferencia son instalaciones especialmente importantes ya que posibilitan la reducción del volumen de residuos, facilitando, según los casos, su reutilización, reciclado y valorización, reduciéndose al mínimo los residuos destinados a la eliminación (vertedero o incineración).

Se exponen a continuación las operaciones más frecuentes en este tipo de instalaciones, proponiéndose una serie de medidas preventivas frente a los mismos. Hay que tener en

cuenta que las características de las operaciones y los riesgos que comportan pueden variar, en función del diseño de la instalación.

6.1.1 Descripción de los centros de transferencia

Una definición de estación de transferencia o centro de transferencia (CTR) podría ser la siguiente: instalación en la cual se descargan y almacenan los residuos para poder posteriormente transportarlos a otro lugar para su valorización o eliminación, con o sin agrupamiento previo.

Este tipo de instalaciones actúan, normalmente como un centro logístico en el transporte de residuos y su posterior direccionado a los centros de tratamiento o instalaciones de eliminación.

El proceso en este tipo de instalaciones consiste a grandes rasgos (ver figura 6.1.) en la recepción del camión y descarga de los residuos, compactación de los mismos y la carga y emisión a los tratadores correspondientes.

Para la realización del proceso, en estas instalaciones se pueden distinguir unas áreas o zonas características en las que se realizan diferentes operaciones que y se describen a continuación:

- Llegada del camión: a la planta de transferencia llegan los camiones que recogen la basura de las regiones que pertenecen al área de gestión de esa planta. Los camiones acceden, en primer lugar, a la báscula para registrar el peso de los residuos que van a transferir.

El encargado de la Planta de Transferencia entrega una copia del ticket de pesada al conductor del camión y éste se dirige hacia la plataforma de descarga colocando la caja de tal forma que el contenido se vierta por la tolva.

- Zona de descarga. Recepción del camión, comprobación de la documentación y pesada. A continuación el camión se dirige a la zona de descarga propiamente

dicha y se procede a la misma. Esta operación, normalmente es realizada por el conductor y suele estar supervisada por un operario de la planta. Seguidamente el camión se dirige a la báscula para ser pesado nuevamente (comprobación de tara). Durante la operación de descarga se realiza una comprobación visual de los residuos con la finalidad de detectar residuos especiales (envases con líquidos, bidones, etc.).

- Zona de vertido. En esta área los residuos acumulados son depositados en un foso o tolva, generalmente provista de piso móvil, desde donde son dirigidos a una máquina compactadora, controlada por un operario situado en una cabina sobre la misma. La operación de vertido del residuo en el foso o bien directamente en la compactadora desde la playa de descarga, aunque depende del diseño de la instalación, suele efectuarse con la ayuda de una pala cargadora.
- Zona de carga. Los camiones situados en el exterior de la nave y con la caja orientada a la salida de la máquina compactadora son cargados directamente con los residuos ya compactados. En determinados casos y según el tipo y diseño de la instalación, puede ser necesaria la ayuda de carretillas elevadoras u otros sistemas. A continuación, los camiones son pesados y reciben la documentación necesaria para su transporte al tratador correspondiente.

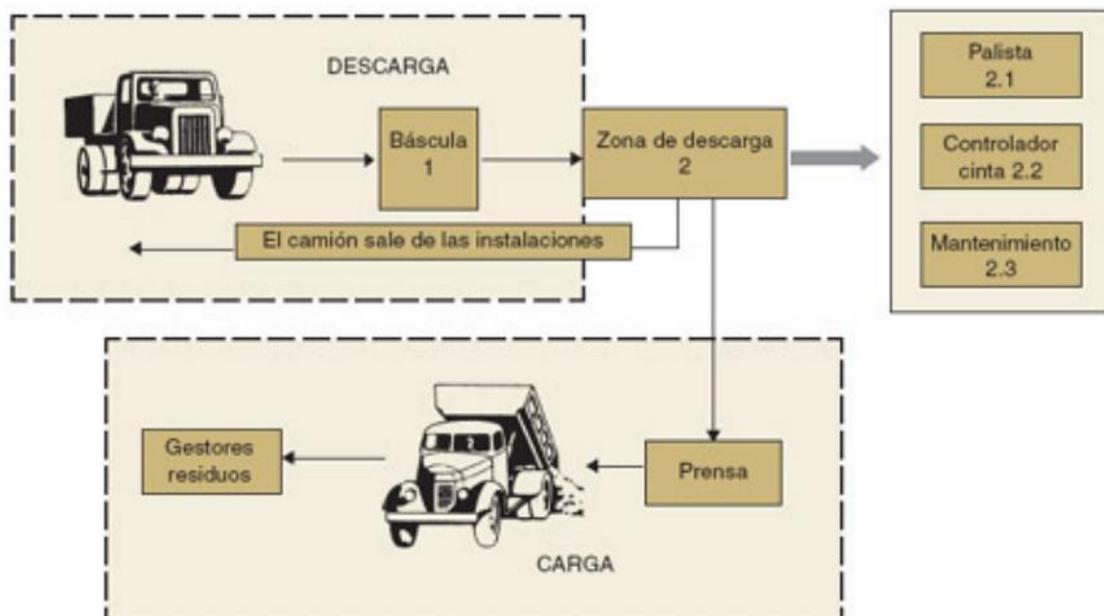


Figura 6.1.- Proceso de un centro de transferencia de residuos

Fuente: INSHT

Todo este proceso debe hacerse bajo un Sistema de Control Ambiental para asegurar la salubridad de los operarios y de la población. Algunas de las posibles medidas a tomar pueden ser:

- Control de lixiviados: Los residuos permanecen en el interior de un semirremolque estanco, que impide el paso de líquidos. Por si hubiera algún derramamiento accidental en la zona de descarga se han colocado canaletas estratégicamente para su recogida y desviación a fosa séptica.
- Control de vuelos de materia: la tolva dispone de cortavientos que impide vuelos de plásticos y papeles.
- Mejora paisajística: ajardinamiento y revegetación con especies autóctonas

Además de las operaciones indicadas anteriormente hay que considerar aquéllas que son comunes al conjunto de la planta como las tareas de mantenimiento y limpieza. En un centro de transferencia consisten en la limpieza de las distintas zonas y de las instalaciones asociadas, incluyendo las cabinas de control y, en determinados casos, de los vehículos y contenedores utilizados. También deben considerarse las operaciones de mantenimiento del sistema de prensado, del panel de control y de los filtros de depuración de aire.

6.2 Centros de tratamiento (CTR)

Los centros de tratamiento son instalaciones industriales de gestión de residuos, en las que se separan y clasifican los componentes de la basura, para su posterior uso por otras industrias.

Cada centro de tratamiento dispone de una o varias líneas de aprovechamiento para cada fracción. En caso de tener solo una línea, esa línea será destinada a la fracción del cubo verde oscuro; y las actuaciones que se llevarán a cabo serán como mínimo la separación de la materia orgánica del resto. Después de la separación orgánica podrá ser o no (dependiendo de las características de cada centro) que se separen manualmente según su correspondiente cubo todos los residuos no orgánicos que lleguen.

Si en el centro de tratamiento al que lleguen los residuos no se separan las fracciones que compongan la fracción no orgánica en la línea del contenedor verde oscuro y, como suele ocurrir, en esa fracción no orgánica hay residuos pertenecientes a otros contenedores, estos no podrán ser reciclados e irán al vertedero.

Si no se separa correctamente en origen la máxima separación que se podrá lograr será la separación de metales mediante imán férnico e imán de inducción, y se considerará como materia orgánica a toda aquella fracción que logre pasar el tamiz que esté instalado en el centro de tratamiento. Por tanto, quedaría una enorme cantidad de residuos que irían directamente a vertedero, es por esto que es tan importante separar en origen.

Si el centro de tratamiento dispone de más líneas de separación de residuos, estas ya podrán ser para papel y cartón, o para envases.

A continuación se explica con más detalle el procedimiento general seguido por todos los centros de tratamiento para el aprovechamiento de los residuos del contenedor verde oscuro o gris.

Más adelante se explican los procedimientos necesarios para la separación de papel y cartón y la separación de los envases. Los centros de tratamiento podrán tener también las instalaciones necesarias para dichas separaciones. Pero como puede estudiarse independientemente de la línea del contenedor verde oscuro, se relatará en otros puntos.

6.2.1 Zonas del centro de tratamiento

Los centros de tratamiento suelen estar compuestos de dos zonas principales, una zona de clasificación de residuos y otra zona para aprovechamiento de los residuos orgánicos. Cada una de estas zonas se subdivide a su vez de la siguiente manera:

1. Zona de clasificación de residuos:

- 1.1. Zona de recepción: con caseta de control y báscula para registrar la entrada de residuos a la instalación.



Figura 6.2.– Camión en la báscula del CTR de Palencia

Fuente: Consorcio Provincial de Residuos de Palencia

- 1.2. Nave de recepción: donde se descargan los residuos y se almacenan, con capacidad para unos pocos días.

Al CTR llegan a descargar tanto camiones procedentes de centros de transferencia, como camiones de recogida de basura en zona cercana.



Figura 6.3.– Camión procedente de un centro de transferencia descargando en el CTR de Palencia

Fuente: Consorcio Provincial de Residuos de Palencia



Figura 6.4.– Camión de recogida de basura descargando en el CTR de Palencia

Fuente: Consorcio Provincial de Residuos de Palencia



Figura 6.5.– Pala cargadora recogiendo los residuos depositados en el CTR de Palencia

Fuente: Consorcio Provincial de Residuos de Palencia

- 1.3. Nave de clasificación: en esta nave se realizan los procesos de separación de materiales y su prensado y preparación para darles salida. Tiene un foso subterráneo, donde se ubican los contenedores que recogen los rechazos.



Figura 6.6.– Nave de clasificación del CTR de Palencia

Fuente: Consorcio Provincial de Residuos de Palencia

2. Zona de aprovechamiento de los residuos orgánicos:

2.1. Túneles de fermentación intensiva: es el lugar donde se realiza el primer paso para la transformación de la materia orgánica en compost.

2.2. Nave de fermentación: es donde se madura el compost.



Figura 6.7.– Nave de fermentación del CTR de Palencia

Fuente: Consorcio Provincial de Residuos de Palencia

2.3. Nave de afino: último paso del proceso de compostaje, en el que se reprocessa el material para conseguir una mayor calidad en el producto.



Figura 6.8.– Compost refinado

Fuente: Consorcio Provincial de Residuos de Palencia

2.4. Balsa de lixiviados: piscina en la que se reciben los líquidos procedentes de todo el proceso, para su recirculación en el proceso de compostaje, deficitario en agua.



Figura 6.9.– Balsas de lixiviados en el CTR de San Román de la Vega

Fuente: Astorga Digital

2.5. Biofiltros: son el sistema de depuración del aire en varias de las naves donde se trabaja con los residuos.



Figura 6.10.– Filtros de aire en el proceso de compostaje

Fuente: Consorcio Provincial de Residuos de Palencia

2.6. Tanques de producción de biogás: los residuos orgánicos de menor tamaño son pretratados y mezclados con agua, luego se introduce la mezcla en el tanque de producción de biogás. Las bacterias convertirán la mezcla en biogás, compuesto fundamentalmente de metano y CO_2 .



Figura 6.11.– Tanques de producción de biogás del CTR de Palencia

Fuente: Consorcio Provincial de Residuos de Palencia

- 2.7. Generador de electricidad o cogeneración: el biogás generado puede ser aprovechado por la propia planta para autoabastecerse de electricidad mediante un generador, o de electricidad y calor si dispone de cogeneración. Además, los excesos de electricidad podrán ser vendidos a la red.



Figura 6.12.– Generador de electricidad del CTR de Palencia

Fuente: Consorcio Provincial de Residuos de Palencia

6.2.2 Secuencia de actividades en un Centro de Tratamiento

Obviamente, las actividades que se realizan en el centro de tratamiento están directamente relacionadas con las dos zonas que se acaban de mencionar:

1. Al Centro de Tratamiento llegan dos tipos de camiones: los camiones procedentes de las Plantas de Transferencia y los camiones de recogida domiciliaria del área de gestión del Centro de Tratamiento, ambos son pesados a la entrada de la instalación.

Las pesadas se realizan para saber la cantidad de residuos tratados. Los camiones pasan a la playa de descarga de la nave de recepción y vierten sus residuos.

2. Una pala cargadora alimenta el proceso de selección de la nave de clasificación. Los residuos pasan a una cinta transportadora, en la que se eliminan los objetos

voluminosos mediante un triaje primario, estos son depositados en un contenedor a través de una tolva, ya que podrían entorpecer los posteriores procesos.

3. A continuación, los residuos pasan por una criba rotatoria o trómel. El trómel suele tener una luz de selección de unos 90 mm. Aquellos residuos que son menores a este diámetro siguen una línea diferente al resto, la línea de la materia orgánica.
4. La fracción rechazada por la criba y que se encuentra en la cinta transportadora es sometida a un triaje secundario, donde los operarios separan los materiales depositándolos en distintos contenedores: papel y cartón, plásticos, vidrio... Excepto los metales, que serán atrapados después por sendos imanes, un imán magnético para los metales férricos y un imán de inducción para los metales no férricos.
5. Lo que queda después de estas operaciones y que, por tanto, no se haya podido separar es recogido y llevado a un depósito de rechazos.
6. Los materiales separados en contenedores son prensados y empaquetados. Se almacenan en una nave para su posterior traslado a las industrias y procesos que los reutilizan como materias primas. La materia orgánica llega a los túneles de fermentación intensiva, donde comienza el proceso de compostaje.
7. El proceso de compostaje es llevado a cabo por seres vivos (biótico), produciendo una fermentación en presencia de oxígeno (aerobia), la cual necesita mucha humedad.

El producto obtenido, una especie de mantillo o tierra vegetal, consiste en una materia orgánica estabilizada, en la que se ha integrado la mayor parte del nitrógeno y la práctica totalidad de los oligoelementos y de los nutrientes minerales presentes en los productos iniciales.

6.3 Papel y cartón

Se presentan a continuación los pasos a seguir en la clasificación entre papel y cartón, y los diferentes tipos de papel y cartón, con el objetivo de una separación lo más exhaustiva posible de acuerdo a las propiedades, para que el reciclaje tenga el nivel más alto posible.

El proceso que se realiza consiste en la recepción de las distintas fracciones de papel-cartón, su selección y posterior preparación para exportación a plantas de reciclaje, así como la gestión del rechazo existente en la fracción recogida y su preparación para envío a vertedero de residuos no peligrosos.

La selección se realiza por un proceso combinado de selección manual y mecánico, basándose tanto en el tamaño habitual de las distintas fracciones, como en propiedades intrínsecas de los mismos.

La recepción, selección y almacenamiento se realiza en nave cubierta y cerrada, manejándose los materiales y productos finales con pala cargadora.

6.3.1 Equipos necesarios para la selección de papel y cartón

Se presentan a continuación los equipos necesarios para una óptima selección de papel y cartón. Como es lógico, los equipos podrán variar entre diferentes plantas de selección, en función de las necesidades y requerimientos de la planta:

- Equipos de selección:
 - Selector de discos
 - Selector papel-cartón fracción inferior mediante paper – spike o en su lugar un separador óptico.
- Equipos de preparación de materiales:
 - Prensa de papel cartón con cinta de alimentación de materiales
- Equipamientos:
 - Foso de alimentación equipado con cinta de alimentación
 - Cintas de elevación y traslado de fracciones a las distintas plataformas y líneas de selección.

- Plataformas y cabinas de selección manual
- Sistema de control de polvo por pulverización con agua
- Instalación eléctrica y sistema de automatización
- Sistema control centralizado de la planta

6.3.1.1 *Selector de discos*

El selector de discos o criba de discos clasifica el material según el volumen, el peso y la rigidez.

Consta de una serie de ejes, normalmente entre 8 y 15, con entre 4 y 6 discos de goma en cada eje. Al girar hacen que el material rígido, como el cartón, «flote» y salga hacia delante, mientras que el material flexible, como el papel, cae entremedio de los discos. La velocidad de procesamiento dependerá de la composición del material y del tamaño del filtro.

El cartón no flexible se segrega del papel de periódicos y revistas de manera sencilla y efectiva; únicamente los elementos más pequeños tienen que ser seleccionados manualmente; se requiere un número muy reducido de operarios para la clasificación manual adicional.



Figura 6.13.– Selector de discos de la empresa Recovery S.A.

Fuente: Recovery S.A.

6.3.1.2 *El paper – spike*

El Paper Spike está diseñado para ser colocado detrás de las cribas, para retirar pequeñas partes de cartón. El método es sencillo y efectivo: el papel y el cartón se suministran en una capa simple y son punzados por las puntas de las cintas transportadoras; el papel cae inmediatamente, pero el cartón, al ser más rígido, se mantiene punzado y es transportado hasta el final del sistema, donde se separa de las puntas y se almacena. El paper - spike puede tener diferentes anchuras (1.200, 1.600 y 2.000 mm), dependiendo de la capacidad requerida. Además, es posible colocar diferentes instalaciones en serie.

Actualmente este último sistema está cayendo en desuso en favor de los separadores ópticos, pero la criba de discos sigue siendo necesaria para separar los cartones grandes.



Figura 6.14.– Varios paper – spike en paralelo

Fuente: Bollegraaf

6.3.1.3 Separador óptico

Esta tecnología permite la automatización total del proceso de separación de los materiales reciclables y ofrece más flexibilidad y rendimiento en la selección.

Mediante un sensor de escaneo rápido ubicado en el extremo de una cinta transportadora, se analiza el flujo de entrada de material y se identifica en función de la programación que se haya determinado: forma, textura y color, o posición del objeto.

Acto seguido, el material seleccionado para separar se transfiere mediante soplado a una segunda cinta, al tiempo que la fracción residual se envía a una tercera cinta para volverla a clasificar o eliminarla.

Los sensores de escaneo pueden ser de distintos tipos, en función de la tecnología empleada:

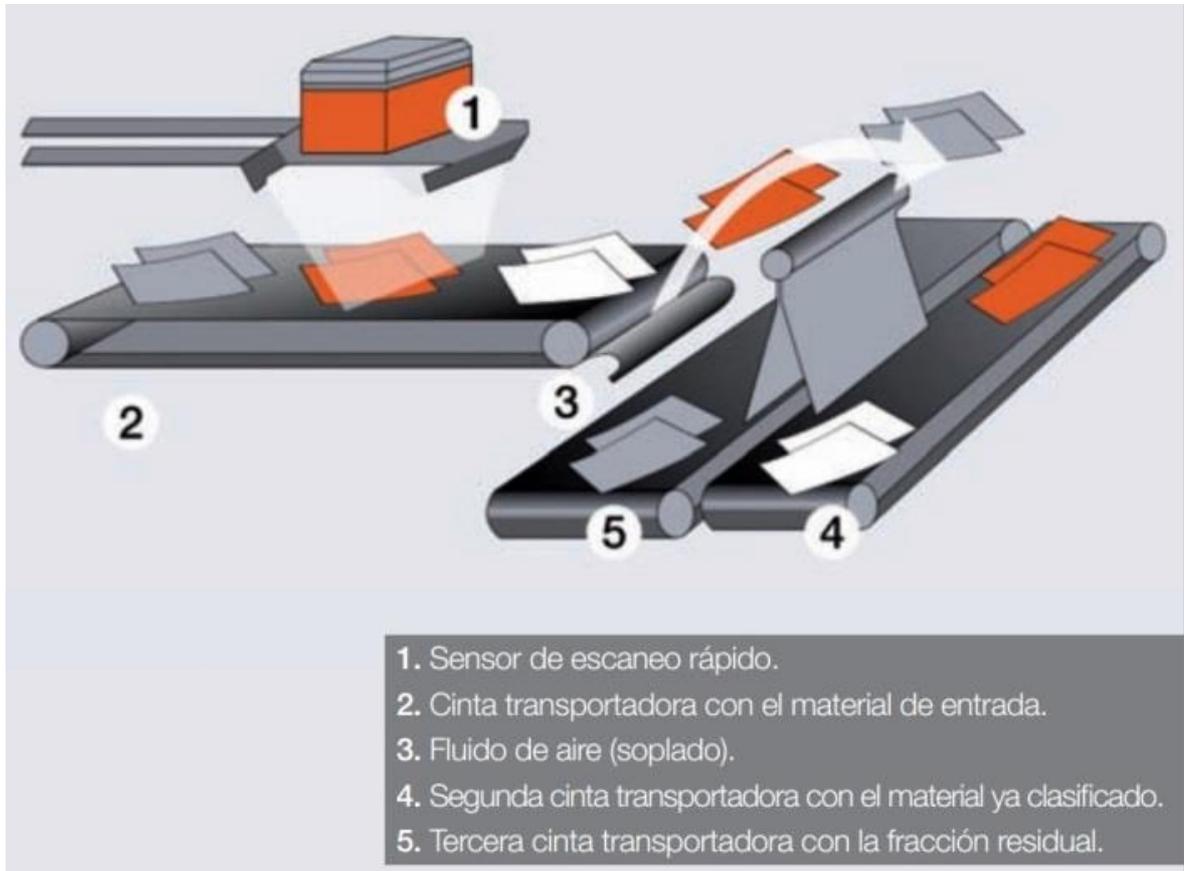


Figura 6.15.– Separador óptico de papel y cartón

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña

- NIR (infrarrojo cercano): esta tecnología permite identificar el material mediante su patrón específico de absorción o de reflexión de la luz.

Los sensores de escaneo basados en esta tecnología están constituidos por una fuente de luz (infrarroja) y un detector. La luz se dirige hacia el objeto que se quiere identificar, que, al ser iluminado, refleja la luz con una onda infrarroja, que es diferente y específica para cada tipo de material (imperceptible para el ojo humano).

Los sensores NIR capturan estos reflejos y generan una imagen en dos dimensiones que posteriormente analiza un software que determina el tipo, el volumen, la forma y la posición de cada material. Basándose en la información

registrada, se activan los soplos de aire controlados por ordenador que aíslan el objeto y lo transfieren a otra cinta.

- CMYK (cian, magenta, amarillo y negro): el sensor detecta si los objetos se han impreso con tecnología CMYK y diferencia entre papel y cartón impreso.

De esta manera, en función de las características detectadas por el sensor, se aplicarán diferentes posibilidades de salida por tipo de material, y se obtendrá una clasificación final en función

6.3.2 Descripción del proceso

En la siguiente figura se muestra el diagrama del proceso llevado a cabo en una planta de selección de papel y cartón:

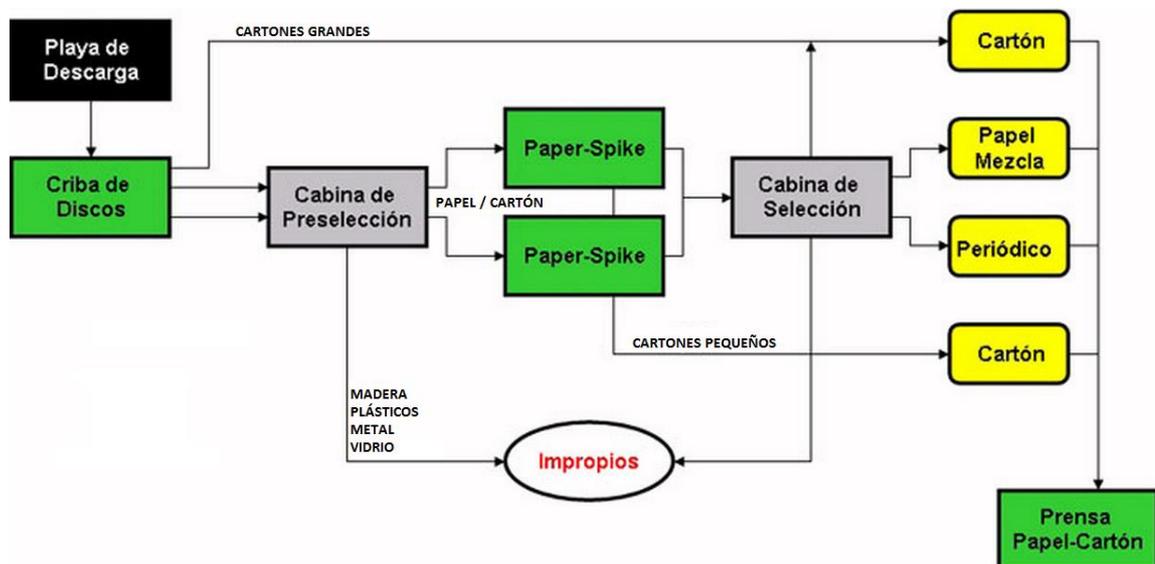


Figura 6.16.- Proceso de separación de papel y cartón en una planta destinada a ello

Fuente: COGERSA

Dependiendo del tipo de material que se trate se realiza una recepción diferenciada en planta:

- Material procedente de la recogida en iglú: con mezclas de distintas tipologías de papel y cartón.
 - Material seleccionado en origen: constituyendo una sola fracción (papel blanco, periódico o cartón).
1. El material recogido en los iglús accede al inicio de la planta, al área de descarga principal, donde los camiones recolectores descargan de forma autónoma. Una vez en la plataforma, el material es empujado por la pala cargadora que alimenta el foso de entrada de la línea de selección. Dicho foso posee una cinta transportadora que alimenta de forma continua al alimentador principal que eleva el material al punto de alimentación del separador automático de cartón (el selector de discos). En el paso de la cinta transportadora al alimentador principal se encuentra situada una de las salidas de pulverización de agua para fijar las partículas de polvo que se encuentran en suspensión.
 2. El separador automático de cartón estará compuesto por varios tramos de ejes. Cada tramo suele contener entre 4 y 6 discos de goma, que mediante un movimiento giratorio hacen avanzar el papel y cartón. La distancia existente entre los ejes permite la caída del papel y del cartón de menor tamaño, mientras que el cartón de mayor tamaño (superior al tamaño DIN A.3), pasa automáticamente por la parte superior a una cinta que lo traslada al área de acopio de cartón, definida en el suelo de la nave.
 3. Cuando el flujo de papeles y cartones pequeños llega a la parte inferior del separador automático, se conduce mediante cintas transportadoras a la cabina de preselección.



Figura 6.17.– Flujo de papeles y cartones pequeños

Fuente: COGERSA

4. En la cabina de preselección se retiran los residuos impropios, tales como bolsas de plástico, maderas, etc.
5. Después de su paso por la cabina las cintas alimentan a la segunda línea de equipos automáticos de selección (los paper - spike), los cuales mediante un sistema de correas punzantes seleccionan el cartón todavía existente (tamaño DIN A.4 o inferior), que pasa a una cinta la cual lo traslada a un segundo área de acopio de cartón, definida en el suelo de la nave.

Los paper – spike han comenzado a caer en desuso a favor de los separadores ópticos, los cuales ofrecen mayor flexibilidad y rendimiento en la separación.

6. Los flujos todavía existentes de papel y cartón se unen en una sola cinta, la cual alimenta la cabina de triaje en donde manualmente se procede a una selección del cartón, una parte del periódico y los impropios, siendo el flujo principal el material de periódico-revista.



Figura 6.18.– Cabina de triaje

Fuente: COGERSA

7. Los materiales seleccionados manualmente son arrojados a través de los trojeles a las celdas de almacenamiento, definidas debajo de la cabina de selección, mediante paredes de madera, excepto el rechazo que cuenta con un contenedor para facilitar su traslado a vertedero.

El material considerado impropio pero válido para la planta de envases, se puede almacenar en un contenedor para su posterior traslado a dicha planta.

El flujo principal cae desde la cinta de selección al área de acopio del papel mezcla, directamente sobre el suelo de la planta.

8. El cartón seleccionado mecánicamente, así como aquél ya seleccionado en origen y que se entrega directamente en el área de acopio de cartón, es alimentado directamente a la prensa existente en la planta mediante una pala cargadora que empuja el material al foso de alimentación de dicha máquina.
9. Las distintas balas de material prensado se almacenan a la espera de su carga en camión para venta a recicladores finales.



Figura 6.19.– Material prensado

Fuente: COGERSA

6.4 Envases

La separación de envases puede llevarse a cabo en el Centro de Tratamiento o en la planta en la que vaya a llevarse a cabo su reciclaje y/o aprovechamiento. La secuencia de procesos para su separación siempre se asemeja al siguiente esquema, aunque por supuesto podrá variar ligeramente según las características propias de cada planta:

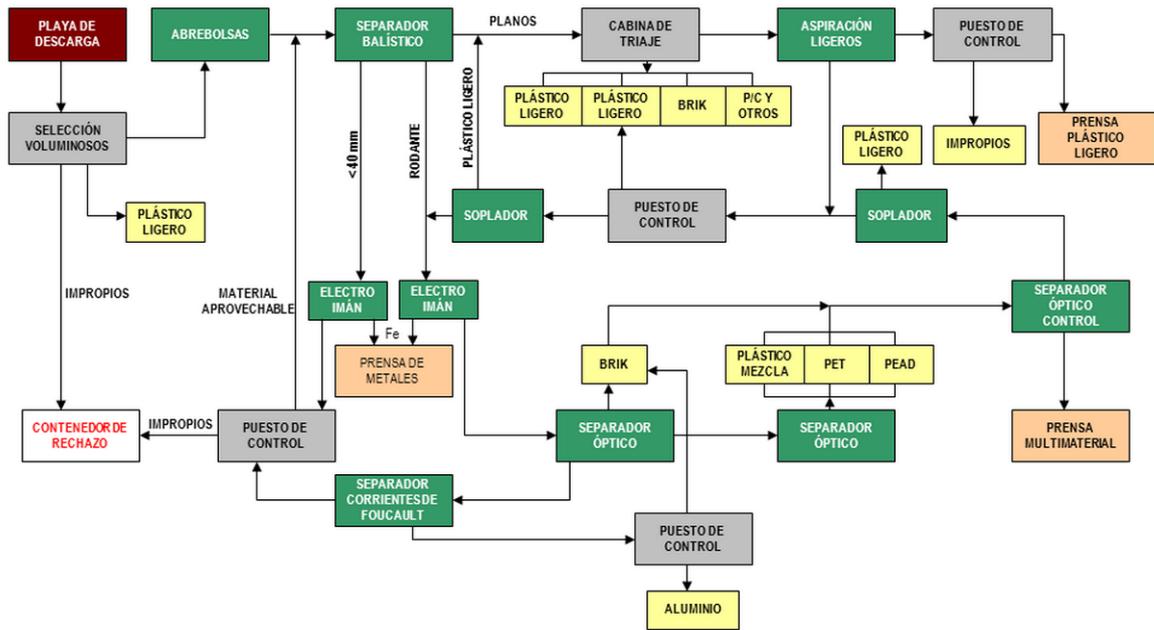


Figura 6.20.- Proceso de separación de envases en una planta destinada a ello

Fuente: COGERSA

Se procede a continuación a explicar los procesos que tienen lugar en una planta de separación de envases:

6.4.1 Fracción de finos, fracción de planares y fracción de rodantes

1. Los residuos de envases y embalajes procedentes de la recogida selectiva son depositados por los camiones recolectores en la playa de descarga. Una vez situados en la plataforma son empujados por la pala cargadora y alimentados al foso de entrada de la línea de selección. Dicho foso posee una cinta transportadora que alimenta de forma continua al alimentador principal que eleva los residuos a la plataforma de voluminosos.
2. A continuación se traslada el producto hasta el abridor de bolsas. Su función es vaciar y abrir las bolsas con el fin de preparar los residuos para las siguientes fases. En este equipo las bolsas con los residuos son empujadas por un tornillo sin fin hacia una cavidad dotada de pinchos, donde son desgarradas y vaciadas de forma que los residuos queden libres.

3. El material pasa por la cabina de triaje primario. Aquí, se separan manualmente los objetos que pudieran entorpecer el proceso, ya sea porque son voluminosos o porque no son residuos del contenedor amarillo: sábanas de plástico film, telas, palos, etc.
4. Tras esta primera selección, el material se introduce en el separador balístico, que clasifica los envases en función de su densidad. Realiza tres separaciones:
 - Los materiales finos: pequeñas partículas con un tamaño inferior a 40 - 80 mm (dependiendo de los requerimientos de planta y de la calidad del separador balístico) que son conducidas a rechazo.
 - La fracción ligera o planar: compuesta principalmente por residuos de plástico film y papel-cartón, y en algún caso bricks. Esta línea cuenta con una boca de aspiración destinada a recuperar el film. El material aspirado se limpia de polvo e impurezas en el filtro de mangas. Después, el film es descargado en la cinta de control de calidad de la fracción liviana. El material recuperado se prensa para su posterior reciclaje. Además, en el interior de la cabina se realiza la apertura manual de aquellas bolsas que no hayan sido abiertas por el abridor de bolsas.
 - Fracción pesada o rodante: tercera fracción procedente del separador balístico. Se trata mayoritariamente de botellería, envases de briks, latas y otros objetos de similares.

6.4.1.1 *Funcionamiento del separador balístico*

El Separador Balístico es un equipo diseñado para separar los residuos sólidos de entrada en función de sus características de tamaño, densidad y forma.

El equipo consiste en una rampa inclinada formada por unas lamas longitudinales perforadas, que poseen un movimiento de tipo balístico producido por dos cigüeñales ubicados transversalmente en la parte superior e inferior de la rampa. La inclinación del equipo y el movimiento oscilatorio de las palas permite la separación del flujo de entrada en tres fracciones distintas:

- 3D: Rodantes, pesados, Botellas, latas, etc
- Finos: Arena, restos alimentarios, etc

- 2D: Planares, ligeros, papel, etc

El grado de inclinación se puede regular de forma automática entre unos 10º y unos 20º mediante un sistema hidráulico.

Para mejorar la eficiencia en la separación de rodantes y planares la parte inferior del equipo incorpora unos ventiladores que ayudan a impulsar los materiales planares hasta la parte superior del equipo.

El equipo tiene múltiples parámetros regulables para adaptarse al residuo a procesar.

Además incorpora una cobertura superior de insonorización para evitar proyecciones de materiales, acceso de limpieza interior, accesos de mantenimiento a los cigüeñales y engrase centralizado.

Se presentan a continuación los aspectos exterior y esquema de funcionamiento de un separador balístico



Figura 6.21.– Aspecto exterior de un separador balístico

Fuente: Masias Recycling

Partes principales:

- 01: techo elevado
- 02: ventiladores de impulsión
- 03: puerta y rampa de acceso
- 04: cuadro eléctrico
- 05: carro de mantenimiento
- 06: ventana de mantenimiento
- 07: sistema de elevación hidráulica (para regulación de la inclinación)
- 08: sistema de engrase

- 09: freno motor

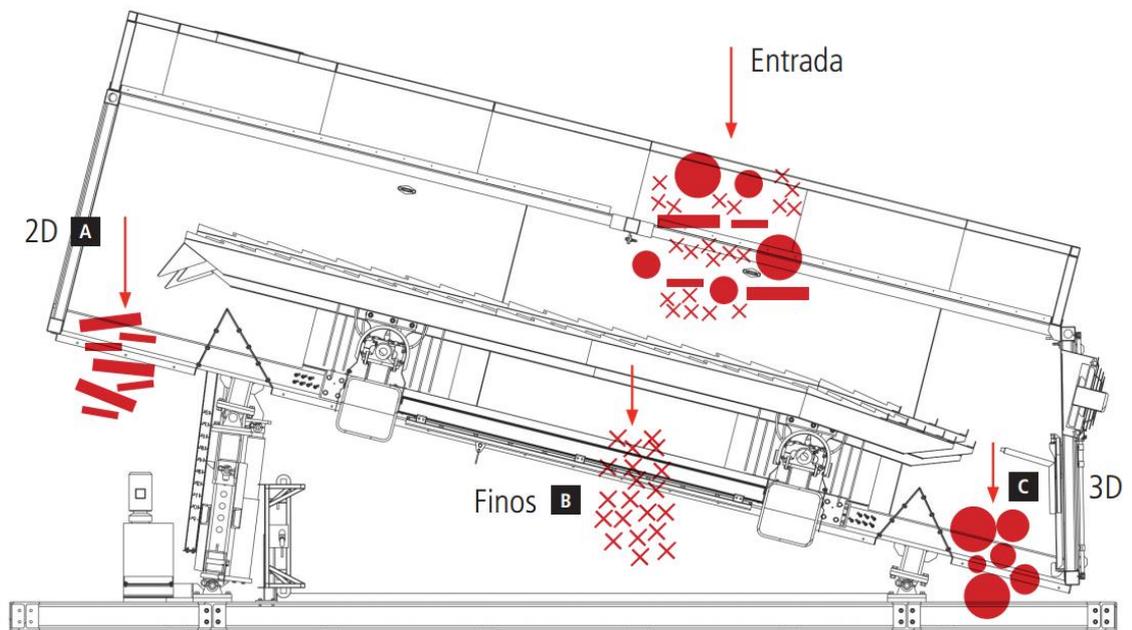


Figura 6.22.— Esquema de entradas y salidas de un separador balístico

Fuente: Masias Recycling

Aspecto que suelen tener las fracciones de salida:

- A: 2D – Planares



Figura 6.23.– Aspecto de la fracción ligera o planar

- B: finos



Figura 6.24.– Aspecto de la fracción de los finos

- C: 3D - Rodantes



Figura 6.25.– Aspecto de la fracción de los finos

6.4.2 Clasificación de la fracción pesada o rodante

Esta es la fracción que se somete al proceso de clasificación automática. De esta fracción se obtiene:

- Acero
- Envases tipo Briks
- Aluminio
- Polietileno de alta densidad
- Pet
- Plástico Mezcla

Para ello, el material se somete a una cascada de automatismos:

1. Selección de materiales férricos: los residuos objeto de clasificación se transportan hacia un imán (normalmente de tipo overband) para la selección de envases férricos. Los metales ya prensados se almacenan para su traslado a la zona de reciclado o a empresas recicladoras.

Los imanes para metales férricos pueden ser de muchos tipos, y convendrá uno u otro según criterios de precio inicial, rentabilidad a largo plazo, ajuste a la tecnología del resto del circuito o espacio disponible. Al final de este listado de procesos se expondrán los diferentes imanes férricos que pueden usarse en la industria.

2. Aspiración de materiales ligeros: el proceso continúa con la aspiración de los materiales ligeros que haya arrastrado el separador balístico. Su eliminación va a impedir interferencias en la clasificación de los rodantes. Los materiales aspirados pueden ser reconducidos al control de calidad de la fracción ligera para la recuperación del film.
3. Clasificación automática de los rodantes: esta fase se realiza mediante una cascada de separadores ópticos, también llamados de visión artificial.

Como se explicará más adelante, estos separadores son capaces de separar cualquier fracción para la que se les programe (dentro de los diferentes tipos de plásticos). Por tanto, dependiendo de las características y necesidades de cada planta podrá haber uno o varios separadores ópticos configurados de diversas maneras.

3.1. Primer Separador Óptico: plásticos y no plásticos

Los separadores ópticos clasifican los materiales mediante el escaneado de los objetos. Una vez reconocidos, se genera automáticamente la maniobra de impulsión gracias a un chorro de aire comprimido que “dispara” el envase hacia el colector correcto. Un primer colector recoge los envase plásticos y el resto de materiales no impulsados, los no plásticos, son recogidos en un segundo colector.

Los materiales plásticos pasan a un segundo separador óptico y los no plásticos alimentan al tercer separador óptico.

- 3.2. Segundo Separador óptico: separación del polietileno de alta densidad, pet y plástico mezcla.

La primera fracción a seleccionar es el PET, que es el componente mayoritario. La segunda válvula separa el Polietileno.

La fracción compuesta por otros plásticos se depositan por gravedad sobre la cinta de triaje o control de calidad.

3.3. Tercer Separador óptico: brick y envases no plásticos

Se trata de separar el brik del resto de materiales rodantes no plásticos. Consta también de dos válvulas de soplado, una para el brik y otra para los envases plásticos que por error no hayan sido seleccionados previamente. Así, se consiguen recircular los plásticos evitando que vayan a rechazo. Se posibilita su recuperación y aumenta la efectividad de la planta.

Finalmente, la fracción resultante se compone principalmente por rechazo y latas de aluminio. Esta fracción pasa por el separador de inducción, que selecciona el aluminio. El separador de inducción se explica más adelante.

Todos los subproductos recuperados van siendo depositados sobre los silos de almacenamiento. Tras ser prensados se preparan para enviarlos a las diferentes fábricas de reciclaje.

6.4.2.1 *Tipos de imanes férricos en la industria*

El tipo de imán usado en cada caso podrá variar, como ya se comentó, según muchos factores, los tipos de imanes que pueden ser usados son los siguientes:

- **Sistemas de banda u overbands:** estos sistemas magnéticos eliminan las partículas férricas del material que circula en las cintas transportadoras. Los overbands permanentes tienen un potente imán permanente y el sistema de banda se mueve mediante un motor de tambor o un motor reductor montado en el eje. Los sistemas de banda van provistos de fuertes bridas de tensión giratoria, que permiten que la cinta se ajuste rápidamente. Los imanes se montan sobre la cinta. En esta posición el sistema magnético extrae todas las partículas de hierro que circulan por debajo y caen después de pasar el sector magnético, en una caja recolectora.



Figura 6.26.- Imán overband real

Los overbands pueden colocarse longitudinalmente o transversalmente a la banda, según convenga:

- Transversalmente a la banda:

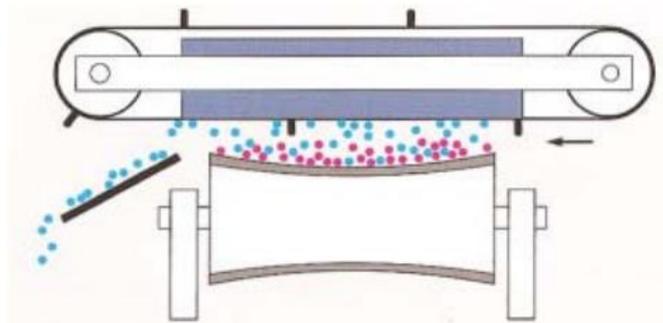


Figura 6.27.- Overband colocado transversalmente sobre la cinta transportadora

- Longitudinalmente a la banda:

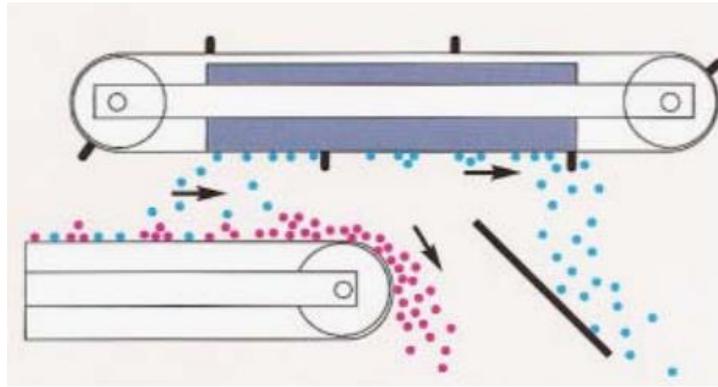


Figura 6.28.- Overband colocado longitudinalmente sobre la cinta transportadora

- Sistemas de tambores separadores: el tambor separador está compuesto por dos secciones, una magnética y otra no magnética. Este sistema está incluido en un tambor rotativo a lo largo del cual se dirige el flujo de material. El tambor está provisto de aletas para efectuar una mejor separación. El material que circula cae sobre el sector magnético del tambor y las partículas férricas quedan atrapadas en el tambor. Al abandonar el campo magnético, estas partículas quedan libres y caen.

El tambor está fabricado con acero resistente al desgaste y tiene un eje móvil y otro estacionario. El eje móvil gira con el tambor, mientras que el estacionario sirve para posicionar el campo magnético. Este campo tiene un recorrido de 180° .

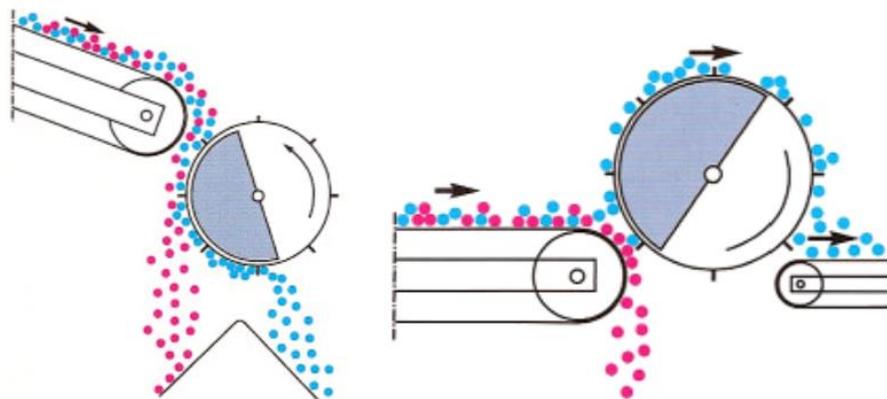


Figura 6.29.- Separación mediante el sistema de tambor

- Rodillos magnéticos: el rodillo magnético sustituye al rodillo conductor que se encuentra al final de la cinta transportadora. El rodillo extrae las partículas de hierro del material que circula y las conduce hasta la parte inferior, donde se desprenden y se recogen. En la versión estándar los rodillos tienen una distribución polar longitudinal.

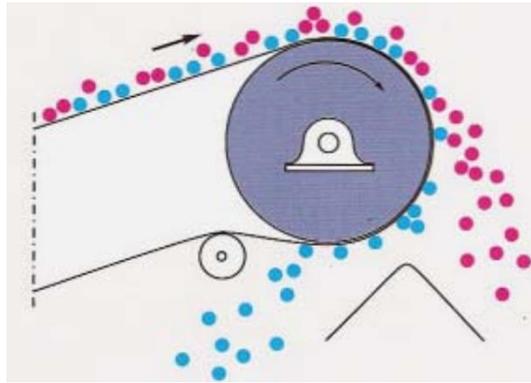


Figura 6.30.– Separación mediante el sistema de rodillo magnético

- **Sistemas magnéticos en cascada:** el sistema magnético en cascada se utiliza en situaciones donde se necesita eliminar completamente la contaminación férrica de un flujo de material cuantioso. Estos sistemas están disponibles en modelos manuales y automáticos. Todos ellos están provistos de una caja de distribución para descargar las partículas de hierro retenidas. Después de abrir la caja de distribución, los imanes se pueden desplazar hacia un lado. Así las partículas de hierro caen fuera del sistema por una salida lateral. Además de los tipos con control manual, también están disponibles con control eléctrico o neumático. De esta manera, sólo pulsando un botón, las partículas de hierro se eliminan automáticamente de la caja de distribución.

La versión automática se puede equipar con un tanque de presión que permite al sistema permanecer en servicio cuando el suministro de presión de aire se pierde.

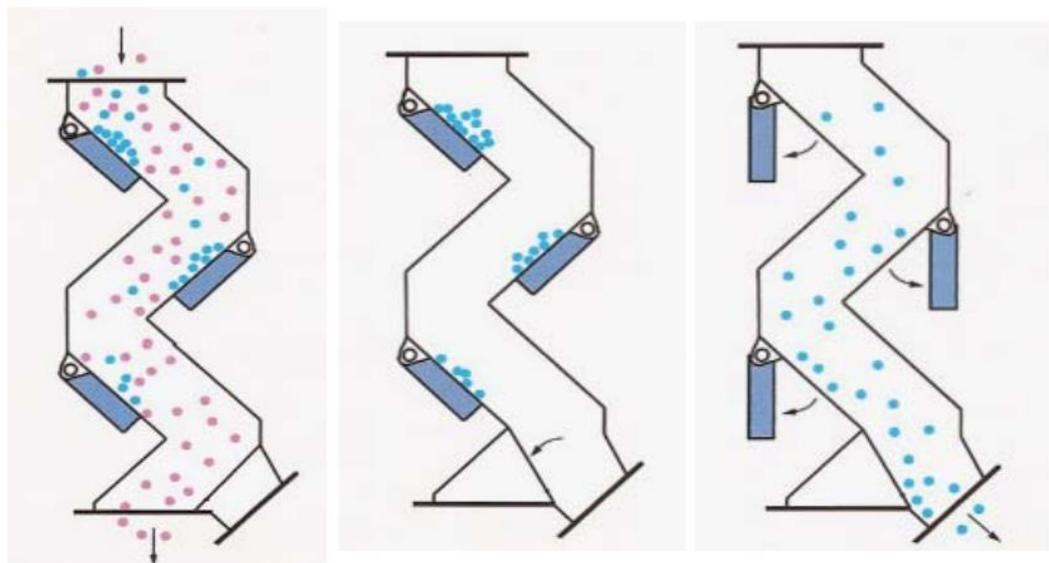


Figura 6.31.– Separación mediante el sistema de imanes en cascada

6.4.2.2 *Funcionamiento de los separadores ópticos*

Aunque la base del funcionamiento de los separadores ópticos de envases es la misma que para los separadores ópticos de papel explicados anteriormente, como los materiales a separar no son los mismos, los patrones seguidos por sendas máquinas tampoco pueden ser los mismos.

Al igual que en el caso del papel y cartón, a través de un alimentador llegan mezcladas al separador las dos o más fracciones que se quieren separar. Pero ahora todo el material que llega es escaneado a todo lo ancho de la superficie de trabajo por una o dos cámaras lineales a color de alta resolución mientras pasa (la superficie de trabajo suele ser una cinta de transporte de material en lugar de la caída libre de la figura, pero no es relevante a la hora de la explicación del funcionamiento de los separadores ópticos). Las imágenes escaneadas son evaluados por un ordenador que trabaja en paralelo y, en cuestión de pocos milisegundos, válvulas de aire comprimido actúan de manera controlada sobre las partículas indeseadas rechazándolas del flujo de material.

Esquema de funcionamiento de los separadores ópticos:

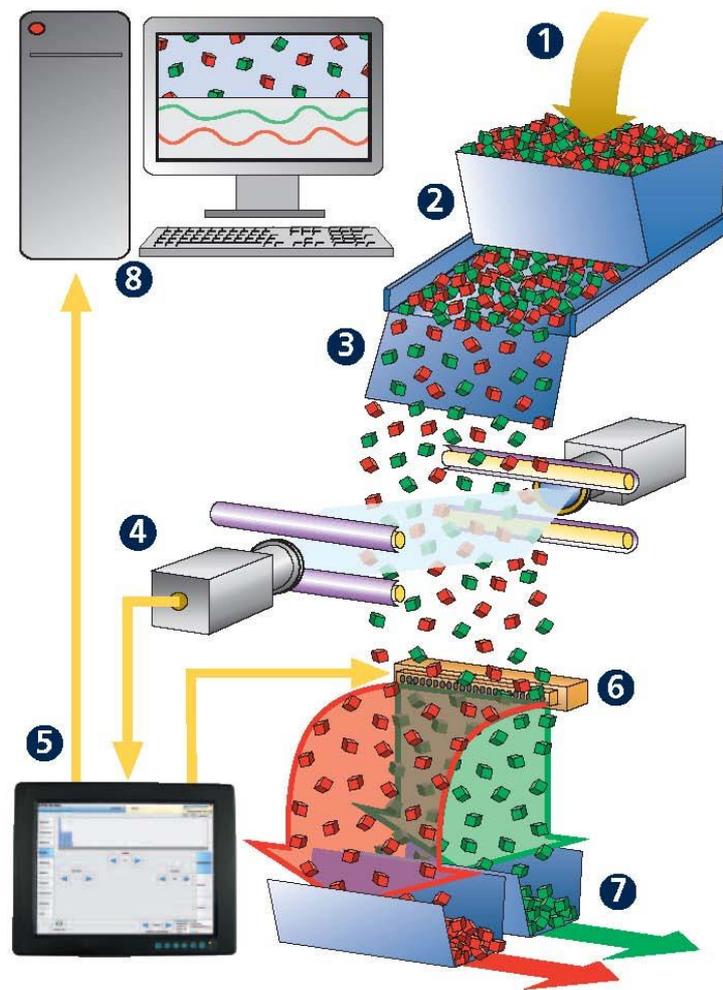


Figura 6.32.– Separación mediante separadores ópticos

Fuente: ALMO

Los principales elementos del esquema son:

- (1): Entrada de material
- (2): Distribución y transporte
- (3): Aceleración y separación
- (4): Exploración del material mediante distintos sistemas ópticos
- (5): Evaluación mediante tecnología de procesadores paralelos de alta velocidad

- (6): Separación con exactos impulsos neumáticos
- (7): Salida de los productos por separado
- (8): Conexión a la red

Pero los separadores ópticos de envases que se emplean en la separación de residuos no se parecen demasiado al de la figura anterior, sino que suelen ser como los mostrados a continuación:

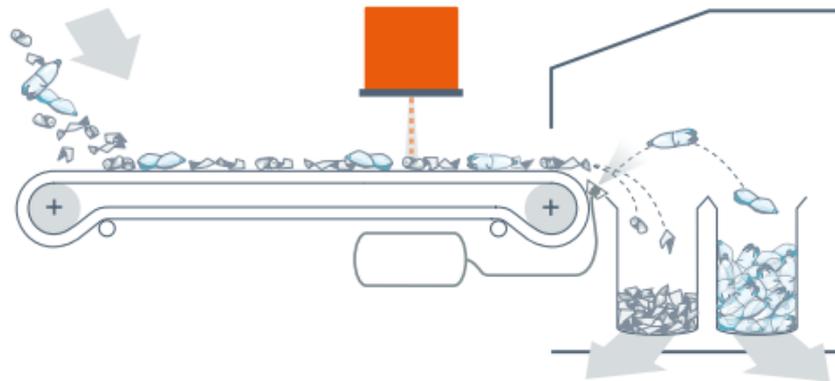


Figura 6.33.– Típico separador óptico en un centro especializado en separación de residuos del contenedor amarillo

Fuente: Titech

Como se ve, gracias a los impulsos de aire que el separador proyecta de manera precisa sobre los residuos que nos interesa separar, de esta manera se separa de manera eficiente el plástico (o un tipo de plástico) de la otra fracción que interese.

Se presenta a continuación un modelo de separador óptico en 3D de la marca Titech:



Figura 6.34.– Separador óptico de envases de la marca Titech en un modelo 3D

Fuente: Titech

6.4.2.3 *Funcionamiento del separador de inducción*

Para entender estos separadores, primero deben explicarse las corrientes de Foucault: cuando un campo magnético variable atraviesa un conductor eléctrico, debido al fenómeno de la inducción eléctrica se inducen corrientes en el mismo. Estas corrientes se denominan corrientes de Foucault o corrientes parásitas (o Eddy currents en el mundo anglosajón, que equivale a corrientes en remolino).

Las corrientes de Foucault, al circular por el conductor, a su vez generan un campo magnético, que se opone al anterior.

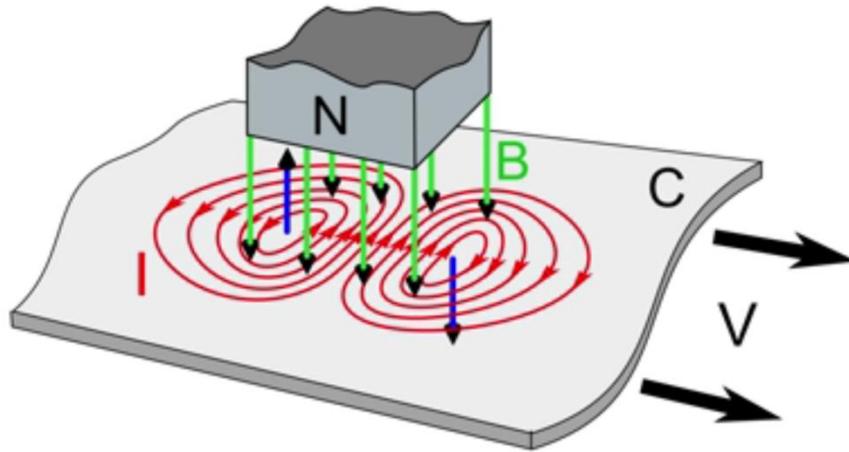


Figura 6.35.– Corrientes de Foucault inducidas en una placa de conductor

Las corrientes serán mayores, cuanto mayor sea el campo magnético que atraviese el conductor.

Además, cuanto más rápido varíe el campo magnético que atraviesa el conductor, mayores serán las corrientes de Foucault inducidas.

Influye también en las corrientes de Foucault la resistencia del material. Cuanto más conductivo sea el material, mayores serán las corrientes inducidas. Por ejemplo, al tener el cobre más conductividad que el aluminio, para iguales condiciones de módulo del campo magnético y de tiempo de variación, las corrientes inducidas en el cobre serán mayores que en el aluminio.

Por supuesto, el grosor del conductor, también afectará, ya que cuanto más grueso sea el conductor, menor será su resistencia, y por tanto mayores las corrientes que se inducirán en él.

Al aplicar este fenómeno a la separación de residuos, se crean los separadores de Foucault. Estos separadores inducirán corrientes parásitas en los metales no férricos que pasen por la cinta, de los cuales sin duda el más importante es el aluminio, material del que normalmente se fabrican las latas.

El separador de metales no férricos por corrientes de Foucault dispone de un transportador de banda que permite elevados volúmenes de material procesado. Una robusta estructura metálica es el soporte de dos rodillos: el rodillo de arrastre, un mototambor que realiza el desplazamiento de la banda a la velocidad adecuada según el material a procesar, y el rodillo de cabeza, o tambor inductor, responsable de generar las corrientes de Foucault. Para obtener una alta alternancia de polos magnéticos el tambor gira a alta velocidad. esta velocidad puede llegar incluso a ser superior de los 3000 RPM.

El tambor inductor está formado por dos tambores, donde el tambor interior es el propio generador de las corrientes de Foucault, y un tambor exterior, que gira a la velocidad de transmisión de la banda transportadora. El tambor exterior está realizado con material totalmente transparente a los campos magnéticos y de inducción, evitando los efectos pantalla y de dispersión. De esta manera se reducen las pérdidas IR2 a 0.

Los parámetros correspondientes a la granulometría del material, su velocidad de circulación, el ancho efectivo de trabajo, el tambor inductor, su velocidad de giro, etc., son parámetros que están interrelacionados. Mediante el ajuste de óptimo de los mismos cada empresa obtendrá el mejor resultado y la mejor separación.

Como ya se ha explicado, estos separadores utilizan el principio físico de las corrientes de Foucault; basándose en un campo magnético alternativo, es decir, en un campo magnético donde el polo norte y el sur cambian alternativamente. Supongamos un simple imán. Las líneas de fuerza que generan el campo magnético se cierran desde un polo magnético al otro (N-S). Si se coloca un metal férrico dentro de las líneas de fuerza, las mismas provocarán la atracción del metal hacia el imán. Por el contrario, si se coloca un metal no férrico dentro de las líneas de fuerza, las mismas no producen ningún efecto sobre el metal no férrico.

Sin embargo, si el metal no Férrico está sometido a un campo magnético alternativo, se crearán unas corrientes internas denominadas corrientes de Foucault. Dichas corrientes de Foucault generan un campo magnético opuesto al campo magnético generado por el imán. Esta fuerte oposición de campos magnéticos provocará una repulsión entre ellos y, por tanto, el metal no férrico será literalmente despedido de su trayectoria natural separándose del resto de materiales.

En la figura adjunta puede observarse el comportamiento que tendrán los distintos materiales:

- Metales no férricos: sufren un efecto de repulsión y saltan a una cierta distancia por delante del tambor de Foucault.
- Metales férricos: son atraídos y quedan atrapados por el tambor de Foucault y se separa del mismo por su parte inferior y detrás del propio eje del tambor.
- No metales: no sufren influencia y se caen en la trayectoria de caída parabólica natural

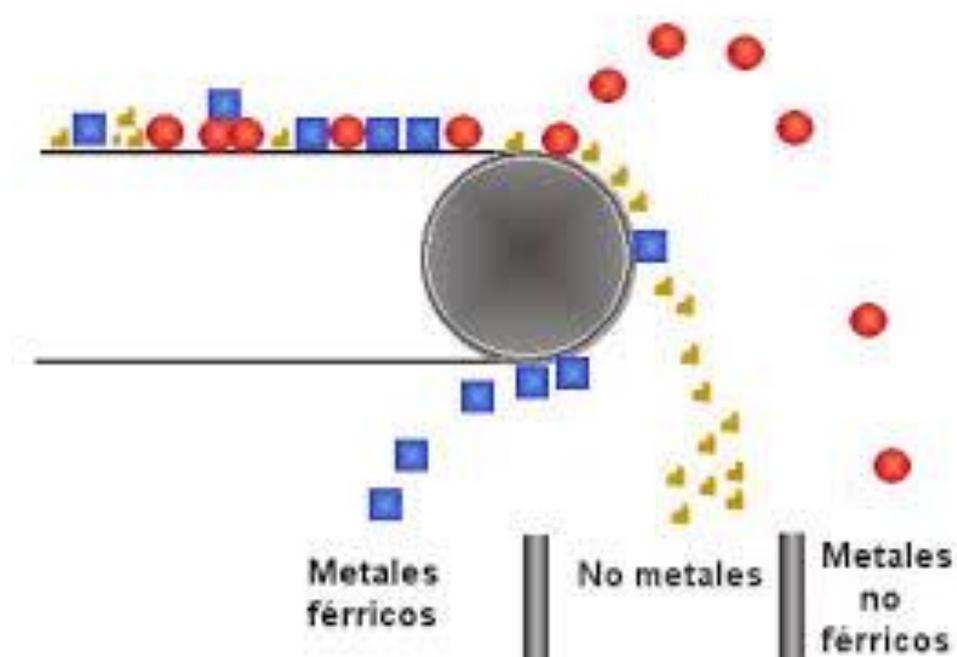


Figura 6.36.– Cinta separadora de corrientes de Foucault

En el proceso descrito al inicio de separación de envases no se contemplaba la llegada de metales férricos al separador de Foucault. Sin embargo, se ha considerado interesante para el lector incluir la posibilidad que dan de separar estas tres fracciones, ya que sí pueden llegar metales férricos en otros procesos de separación de envases, si para eso otro proceso de separación resulta más ventajoso. Igualmente se podría usar esta separación en tres fracciones para cualquier otro proceso que así lo requiriese en otro tipo de industria.

6.5 Residuos destinados a incineración

La incineración de los residuos domésticos, tal y como se concibe hoy día, tiene sus comienzos a finales del siglo pasado, quemándose en aquella época unos residuos domiciliarios que contenían cantidades significativas de restos de carbón. Muchas de aquellas instalaciones operaban pobremente y tenían un sistema de alimentación a cargas, alguna tenía un sistema de recuperación de vapor.

Sin embargo, tras la crisis posterior a la Primera Guerra Mundial, la incineración deja de utilizarse, a causa del su empobrecimiento energético de la basura. Para cobrar un nuevo interés posteriormente, debido tanto a las nuevas técnicas de combustión y de depuración de los gases de combustión, como a la evolución favorable de la composición de las basuras desde el punto de vista energético.

Hasta el año 1950, el incinerador y su acompañante humo, se aceptaba como un requisito inevitable y se consideraba su funcionamiento de la forma más barata posible. Sin embargo, cuando los humos de una chimenea dejaron de ser un símbolo de prosperidad y las normativas sobre contaminación del aire empezaron a emerger, en los años sesenta y setenta, la incineración como sistema mejoró drásticamente. Estas mejoras incluían una alimentación en continuo, mejoras en el control de la combustión, el uso de cámaras múltiples de combustión, la recuperación de la energía de forma sistemática y la aplicación de sistemas de depuración para los gases de combustión.

Pero es a finales de los años 80, cuando la incineración de residuos, recibe un nuevo impulso, al desarrollarse sistemas mejores de combustión, de control y tratamiento de los gases de combustión, que permiten reducir aún más las emisiones a la atmósfera y convertirse en un sistema de tratamiento de residuos ambientalmente seguro, y con unos mejores rendimientos energéticos de funcionamiento, al tener que hacer frente a los nuevos retos ambientales, a su aceptación pública y a unas normas legales mucho más estrictas.

La incineración es utilizada actualmente de forma amplia en los países desarrollados como uno de los sistemas de tratamiento de los residuos municipales. Ha habido ciudades, como es el caso de París, que han usado este sistema desde principios del siglo

XX de una forma continuada e intensiva. La cantidad de residuos municipales tratadas mediante este sistema en España no alcanza el 4%, estando las plantas instaladas de forma mayoritaria en Cataluña.

La incineración de residuos municipales puede realizarse con o sin la recuperación del calor generado en la combustión. Pero sin recuperación de calor no tiene sentido, salvo en determinados casos muy particulares. La dimensión mínima para que la instalación de incineración de este tipo de residuos con recuperación de energía salga adecuada se sitúa a partir de las 140 - 150 Tm/día. El calor liberado puede ser aprovechado para la:

- Producción de energía eléctrica mediante vapor.
- Producción de vapor para su venta directa.
- Producción de agua caliente para calefacción.

Consiste, pues, en un proceso de combustión controlada que transforma las basuras en tres fracciones:

- Una en estado gaseoso, formado por los gases de combustión, del orden del 73% de la materia de entrada.
- Las otras dos en estado sólido, constituido por:
 - Las escorias (22 - 25% del total)
 - Las cenizas (2% del total), o los sólidos de depuración (4-5%), en función del tratamiento adoptado para la depuración de los gases de combustión.

6.5.1 Tecnología de la incineración

La incineración de residuos requiere una gran atención al nivel de dominio de las condiciones de combustión. Una buena combustión se rige por la regla llamada de las 3 T: temperatura, tiempo de residencia y turbulencia. Estos parámetros generalmente se fijan

en el momento de la concepción del horno, pero el que lo explota conserva el dominio de la temperatura haciendo variar la carga térmica, y el dominio del caudal de aire de combustión. La mala regulación de uno de estos parámetros puede generar condiciones inadecuadas de funcionamiento.

Debido a la composición heterogénea de la basura doméstica, el proceso de combustión se desarrolla en condiciones de exceso de aire (la legislación exige un mínimo del 6% de oxígeno en exceso). Durante la combustión, el carbono que contiene la basura se transforma en CO_2 . De esta forma, un defecto de oxígeno podrá generar monóxido de carbono (CO) por combustión incompleta del carbono. De la misma forma, un defecto de oxígeno provocará la generación de partículas inquemadas y productos incompletos de combustión (PIC).

Para la aplicación de este sistema de tratamiento, es necesario que los mismos posean un poder calorífico inferior, superior a las 1400 kcal / kg, a fin de asegurarse la autocombustión. En los incineradores de pequeña capacidad, hay que incorporar combustible adicional, que suele ser habitualmente fueloil o propano, aunque también se utiliza gas natural.

Para ello, los residuos urbanos son descargados en una fosa de almacenamiento temporal, en depresión atmosférica respecto al exterior al objeto de evitar la aparición de malos olores en las zonas próximas a la instalación. Posteriormente, son conducidas a un horno en donde se queman a una temperatura mínima de 850 °C, durante al menos 2 segundos, en presencia de un 6% de oxígeno, como mínimo después de la última inyección de aire de combustión.

Los elementos y equipos principales que configuran un incinerador de residuos domésticos son los siguientes:

1. Una zona de descarga y almacenamiento.
2. Una zona de alimentación del horno, mediante una tolva, normalmente.
3. Un horno y su cámara de combustión para asegurar una completa destrucción de los compuestos orgánicos.

4. Zona de recogida y extracción de escorias.
5. Un sistema de refrigeración y la caldera para la recuperación de energía (en incineradores con capacidad superior a 140 tm / día).
6. Una zona de depuración de los gases de combustión.
7. Una zona de almacén de escorias y cenizas, u otros productos recogidos en los procesos de depuración.
8. Y la zona final de evacuación de los gases depurados a la atmósfera (ventilador y chimenea).

El horno no sólo constituye el elemento soporte de la combustión (bien sea mediante parrillas o mediante horno rotativo), sino que también, produce el avance de las basuras y su volteo, permitiendo la mezcla del aire primario con los residuos a fin de garantizar una buena mezcla del combustible y del comburente.

En la zona del horno se pueden considerar tres fases:

1. Fase de secado, su duración depende del calor radiactivo existente, del grado de mezcla de la basura y de su aeración.
2. Fase de combustión propiamente
3. Fase de terminación o postcombustión, cuando la parrilla está recubierta de las escorias.

La cámara de postcombustión tiene como funciones principales:

- Permitir la mezcla íntima entre el aire y los gases parcialmente quemados, a fin de obtener una combustión completa.
- Por radiación, calentar y secar las basuras y permitir, por su gran inercia térmica, el mantenimiento de la temperatura necesaria para la correcta combustión de los gases.

Entre los tipos de hornos para residuos municipales se pueden señalar esencialmente:

- Hornos de parrilla (de avance, de rodillos, etc.)
- Hornos rotativos
- Lecho fluidizado: esta tecnología es muy utilizada en Japón, en Europa es especialmente Suecia donde más se ha aplicado (es un procedimiento avanzado utilizado en plantas termoeléctricas de carbón pulverizado, lodos y en la combustión de biomasa).

En los gases de combustión de la incineración de residuos urbanos se pueden encontrar:

- Gases tales como el CO_2 , H_2O , N_2 y el oxígeno no utilizado en la combustión.
- Partículas de polvo más o menos finas cuya concentración antes de su depuración es del orden de 5 a 10 g / N m³. Estas partículas de polvo están constituidas esencialmente por sales minerales o metálicas, y en ocasiones por partículas inquemadas.
- Gases procedentes de la composición de los residuos incinerados, principalmente se trata de cloro, ácido clorhídrico, óxidos de azufre y de nitrógeno, y de compuestos orgánicos inquemados.

El contenido en agua de los residuos a veces es muy importante, del orden de 50%. Esta agua, que constituye un lastre térmico, ya que consume calorías en su evaporación, pero tiene influencia sobre los equilibrios químicos implicados en las reacciones de combustión. De esta forma, cuanto más aumentan la concentración del vapor de agua y la temperatura, más disminuye la concentración en cloro gaseoso.

Las escorias (cerámicas, tierras, vidrio, objetos metálicos, etc.) se suelen enfriar con agua y se extraen del foso de descarga mediante transportadores continuos. Están formadas, principalmente, por óxidos metálicos y silicatos, además de cantidades menores de

carbonatos, cloruros y sulfatos, así como aluminio, calcio, sodio, y hierro. La fracción metálica férrica contenida en las escorias se debe extraer y reciclar, mejorando la manejabilidad y utilización posterior de la fracción de escorias restante.

El reciclaje de la fracción férrica es elevado, en cambio el reciclaje del grueso de las escorias también se recicla en los distintos países europeos, pero en porcentajes más limitados (50 % en Francia y Alemania, 70 % en Dinamarca, y 100% en Holanda).

Las cenizas o residuos de depuración están compuestas también, en gran parte, de óxidos metálicos y silicatos. Tienen la consideración de residuos peligrosos y deben ser depositados en un vertedero controlado. Estamos hablando de un 2 – 4 % de la cantidad de residuos incinerados. En la primera generación de incineradores de residuos urbanos (años sesenta), se emplearon como sistemas de depuración de los gases de combustión: filtros electrostáticos (mayoritariamente) y torres de lavado (en menor cantidad). Estos sistemas eran claramente insuficientes como sistemas de depuración de los gases de combustión.

En los incineradores de segunda generación (esencialmente a partir de finales de los años ochenta), los sistemas de depuración de los gases de combustión a utilizar para alcanzar los límites establecidos en algunos países europeos (como Alemania y Holanda) y en la directiva europea, son varios:

- Procesos de lavado en seco: los lavados por vía seca, se realizan mediante la inyección de cal en un reactor, con posterior filtración en un filtro electrostático o de mangas.
- Procesos de lavado semisecos (o semihúmedos): en los procesos de lavado semisecos (o semihúmedos), la cal es utilizada en forma de lechada, lo que permite una mejor reactividad de la cal y un enfriamiento de los gases por enfriamiento de los gases por evaporación del agua de dilución de la cal. Los sistemas de filtración son los mismos.
- Procesos de lavado por vía húmeda: se descomponen en dos fases:
 1. Tratamiento de las partículas en suspensión mediante filtros electrostáticos.

2. Tratamiento de los gases mediante columnas de absorción.

En el diseño de las calderas de recuperación es fundamental la selección del tipo de caldera a utilizar, en función de los requisitos de operación (balance térmico de la instalación), y los espacios disponibles. El objetivo debe ser garantizar un funcionamiento factible y continuo de la caldera, con el óptimo aprovechamiento del calor de los gases de combustión y con un mínimo consumo energético de los equipos auxiliares, cumpliendo, a su vez, con las limitaciones impuestas en las emisiones a la atmósfera.

Son esencialmente dos los factores que determinan el aprovechamiento del calor generado en proceso de incineración:

- La recuperación del calor para la generación de la corriente eléctrica, de vapor de producción o de vapor de calefacción con el fin preliminar de recuperar el potencial energético que tienen ciertos residuos y además reducir los costes de explotación de las propias plantas de incineración.
- El enfriamiento de los gases de combustión producidos en el horno a temperaturas aceptables para su depuración y descontaminación posteriores.

Un balance térmico promedio en un incinerador puede tener los siguientes valores, base de cálculo respecto al 100% de la entrada:

- 18% de pérdidas en la zona de combustión y caldera
- 0.8 % de pérdidas en el turbo generador
- 48.2 % en la refrigeración (aerocondensador)
- 6% de autoconsumo
- 27 % de producción de energía eléctrica

(Fuente: José María Baldasano Recio, Catedrático de Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica de Cataluña)

6.5.2 Ventajas e inconvenientes

Las plantas de incineración de basuras presentan frente a los otros sistemas de tratamiento de residuos urbanos las siguientes ventajas:

- Recuperar la energía térmica contenida en las basuras, obteniendo vapor y/o electricidad.
- Reciclar del orden del 20% de los materiales quemados (escorias).
- Importante disminución del volumen de las basuras (~ 90 %).
- Importante reducción del peso de las basuras (~ 75 %).
- Costes operacionales moderados o bajos en el caso de incinerar con recuperación de energía.
- Limitada utilización de terrenos.
- Puede tratar cualquier tipo de residuo si su poder calorífico es adecuado.
- Permite el reciclaje de los materiales férricos contenidos en las basuras.
- Permite la reutilización de las escorias como material en la construcción de carreteras.

Como inconvenientes se pueden considerar:

- Emisión de dioxinas: en todos los procesos de combustión, cuando hay presencia de átomos de cloro, pueden producirse dioxinas, en mayor o menor cantidad según tenga lugar dicho proceso. Dada la exigencia legal de limitar su emisión y la adopción de medidas tecnológicas, hoy en día su emisión se ha reducido fuertemente.

- No supone un sistema de disposición total, precisa un acondicionamiento para las escorias (si no son recicladas) y especialmente para las cenizas sólidos de depuración.
- Alta inversión económica inicial.
- Costes operacionales elevados en el caso de incinerar sin recuperación de energía.
- Exposición a paros y averías.
- Limitada flexibilidad para adaptarse a variaciones estacionales de la generación de residuos, o necesidad de un sobredimensionamiento.
- Necesita de sistemas de control y prevención para los gases de combustión.
- Limitada aceptación pública.

6.5.3 Uso a nivel mundial

El proceso de incineración de los residuos sólidos urbanos fue utilizado inicialmente en la Gran Bretaña, extendiéndose su aplicación a otros países europeos como Alemania, Francia, España, etc., así como a Estados Unidos, Canadá y Japón. Según los datos de 2005 de la International Solid Waste Association (ISWA), es en Japón donde existe el mayor número de plantas incineradoras, con 1893; le sigue Francia con 170, Estados Unidos con 168, Italia con 94, Alemania con 47, Dinamarca 38; Gran Bretaña 34, Suecia 23, España 22, Canadá 17, Holanda 12 y Hungría 1.

En Suecia, Dinamarca y Japón se incineran aproximadamente el 60% de los residuos sólidos municipales y sólo en los dos primeros países se recupera el 100% de energía generada durante el proceso; en Japón en muy pocas plantas se aprovecha el calor generado por la combustión de los residuos sólidos. A excepción de Holanda, Francia e Italia, donde se utiliza alrededor del 50% de la energía liberada, en los otros países con incineradores, es muy bajo o nulo el aprovechamiento del calor generado.

7 Coste de la recogida, eliminación y tratamiento de residuos

Se pretende dar en este punto un valor aproximado del precio de la gestión de los residuos en España, a través de los datos del estudio de Sielocal.

Para que el informe fuese más completo se incluyeron también datos de la Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales (EIEL), dada la falta de información económica sobre las tasas y costes del servicio. EIEL tiene como finalidad conocer la situación de las infraestructuras y equipamientos de competencia municipal, sea quien sea su gestor o titular de dichos servicios, formando un inventario de ámbito nacional, de carácter censal, con información precisa y sistematizada con información de los municipios de población inferior a 50 000 habitantes.

Entre algunas de las variables que pueden afectar significativamente al coste del servicio cabe destacar: la cantidad de residuos generada, la forma de producción (privada o pública), la frecuencia de la recogida, la cantidad de residuos por habitante, la densidad de población y la variabilidad de las condiciones climáticas. Algunos estudios concluyen que la mayor frecuencia de la recogida hace crecer los costes, mientras que éstos disminuyen al aumentar la recogida en puntos de depósito al tiempo que las variaciones de temperatura no tienen significación alguna. Evidentemente, la existencia de un vertedero en el municipio reduce el coste.

El coste del transporte desde el municipio donde se produce la recogida hasta el lugar de vertido de los residuos es una parte importante del coste total del servicio. Por este motivo algunos trabajos toman la distancia entre el municipio y el vertedero como indicador de coste. La distancia entre municipio y lugar de vertido es un indicador correcto, a priori, del tiempo de viaje. Pero a medida que se amplía el espacio geográfico de la muestra de municipios pueden introducirse discrepancias significativas en las características orográficas del terreno, las condiciones de las carreteras y la densidad de circulación, factores que influyen de forma determinante en el tiempo de viaje, que explica el coste del transporte en mucha mayor medida que la distancia física recorrida.

Teniendo en cuenta todo ello, algunos de los indicadores que se usaron para valorar la eficiencia del servicio son:

$$\text{Índice de recogida de basuras} = \frac{\text{Población estacional sin recogida de basuras}}{\text{Población estacional máxima total}} \times 100$$

$$\text{Producción de residuos sólidos por habitante} = \frac{\text{Masa de residuos sólidos anuales}}{\text{Población estacional máxima total}}$$

$$\text{Número de habitantes por contenedor} = \frac{\text{Población estacional máxima total}}{\text{Número de contenedores}}$$

En la siguiente tabla, se muestra un resumen de los principales datos e índices extraídos de la información suministrada por la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales.

Tabla 7.1.– Principales indicadores de la EIEL

Número de municipio de la muestra	5 864
Número de contenedores	752 836
Producción anual de residuos (Tm ³)	7 516 524.14
Número de viviendas sin servicio	19 096
Población residente sin servicio de recogida de residuos	31 205
Población estacional sin servicio de recogida de residuos	53 256
Número de personas dedicadas al servicio de limpieza	14 368
Índice de recogida de basuras	0.08 %
Producción anual de residuos sólidos por habitante	199.04 kg / hab.
Número de habitantes por contenedor	50.16

Normalmente, en las zonas rurales se aprovechan mejor los residuos y se tira menor cantidad, mientras que en las ciudades el mayor nivel de vida fomentan el consumo y la producción de basura.

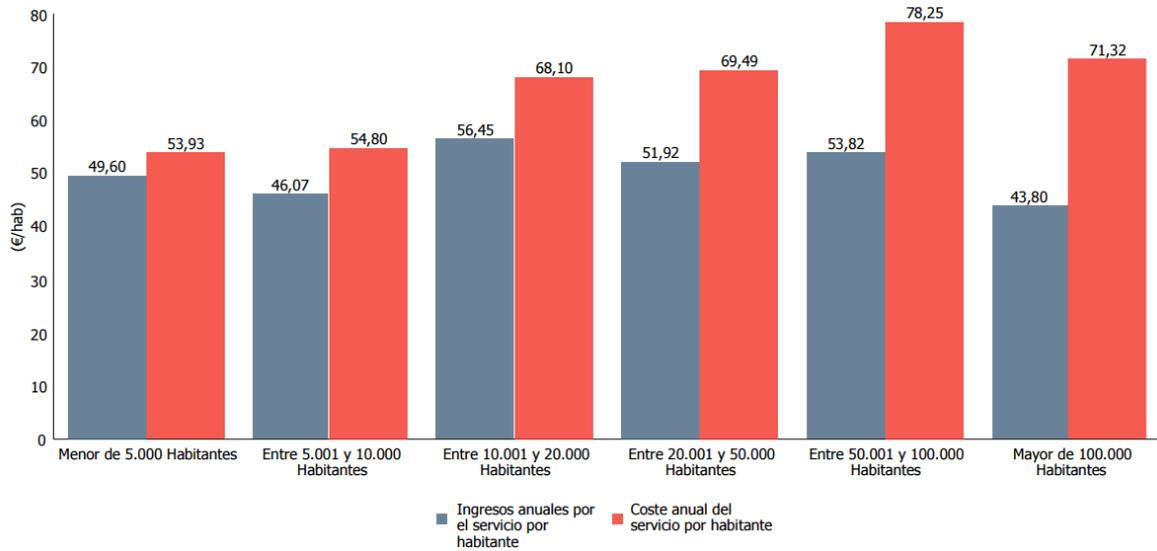


Figura 7.1.– Media del ingreso y gasto del servicio por habitante según el tramo de población

Fuente: Sielocal

En lo que respecta a urbes de distinto tamaño, según estudios realizados se puede concluir que, tal y como se aprecia en la gráfica adjunta, por lo general la cantidad de residuos generada es directamente proporcional al número de habitantes de la población. El incremento está motivado principalmente por dos cuestiones; la primera es que, cuanto mayor es la urbe, mayor será el número de actividades comerciales, de servicio e industriales que, de un modo u otro, generarán inevitablemente algún tipo de residuo sólido urbano. Por otro lado, en las grandes ciudades, los hábitos de consumo de los propios habitantes se diferencian mucho de los de las pequeñas poblaciones. Se recuerda que la Encuesta de Infraestructuras no proporciona de datos para aquellos municipios superiores a 50 000 habitantes.

8 Regiones con niveles críticos de basura

Si atendemos al mapa mundial de la basura, se puede observar como son las naciones más desarrolladas las que mayor cantidad de basura generan por persona y día. De este modo Europa occidental y Norteamérica aparecen como las zonas en que se generan mayor cantidad de residuos urbanos.

No obstante en los primeros puestos se encuentran Kuwait y gran parte de los países del Caribe, encabezados por Antigua y Barbuda y Barbados. También vemos en las primeras posiciones a Guyana y Sri Lanka, así como a Nueva Zelanda. En el lado contrario. Ghana, Nepal, Uruguay, Mozambique e Irán son, por este orden, los países en los que menos residuos se generan.

El problema de la gestión de los residuos se agudiza en las ciudades emergentes. Los vertederos de Laogang en (Shanghai, China), Sudokwon (Seúl, Corea del Sur), Jardim Gramacho (Río de Janeiro, Brasil), y Bordo Poniente en Ciudad de México compiten por el título de los mayores del mundo. Cada uno de ellos normalmente recibe más de 10 000 toneladas de residuos al día.

Cuando los habitantes de una determinada población ganan en poder adquisitivo, la cantidad de residuos que producen alcanza un límite. Las sociedades “ricas” tienden a frenar sus residuos. De este modo, es de esperar cuando los niveles de vida y el aumento de las poblaciones urbanas se estabilicen en todo el mundo, la generación de residuos sólidos mundial alcanzará su punto máximo.

Según un artículo que se publicó en Nature, en el que participaron los autores del informe del Banco Mundial, apuntaba a que, al extender las actuales tendencias socioeconómicas hasta el año 2100, proyectaban que el pico de residuos máximo no tendrá lugar en este siglo, siempre y cuando las tendencias actuales continúen. De hecho, según sus proyecciones, en 2100, las tasas de generación de residuos sólidos superarán los 11 millones de toneladas por día, más de tres veces las actuales.

Con todo, según el texto publicado en Nature, en los países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), el límite de residuos llegará a su máximo en 2050 y en los países de la región Asia-Pacífico en 2075. No obstante, los residuos

seguirán aumentando en las ciudades de rápido crecimiento del África subsahariana. La trayectoria de urbanización de este continente será el principal factor determinante para establecer la fecha y la intensidad de pico mundial de los residuos.

Los investigadores señalan que si no se reduce el crecimiento de la población y las tasas de consumo de material, el planeta tendrá que soportar una carga de residuos cada vez mayor, algo que por otro lado parece obvio. La cuestión es más bien la velocidad a la que la generación de residuos sólidos se vaya a elevar, algo que dependerá del tamaño de la población urbana, del crecimiento del nivel de vida y de las respuestas que la sociedad de a este problema.

8.1 Europa

En nuestro continente se producen anualmente unas 2000 millones de toneladas de basura, incluidos residuos altamente peligrosos. En resumidas cuentas, la legislación europea plantea que el almacenamiento de estos residuos no es una solución sostenible y su destrucción no resulta satisfactoria debido a los desechos que se producen como derivados y a los residuos muy concentrados y contaminantes. La mejor solución, según la UE, sigue consistiendo en prevenir la producción de residuos y en reintroducirlos en el ciclo de producción mediante el reciclado de sus componentes cuando existan soluciones sostenibles desde los puntos de vista ecológico y económico.

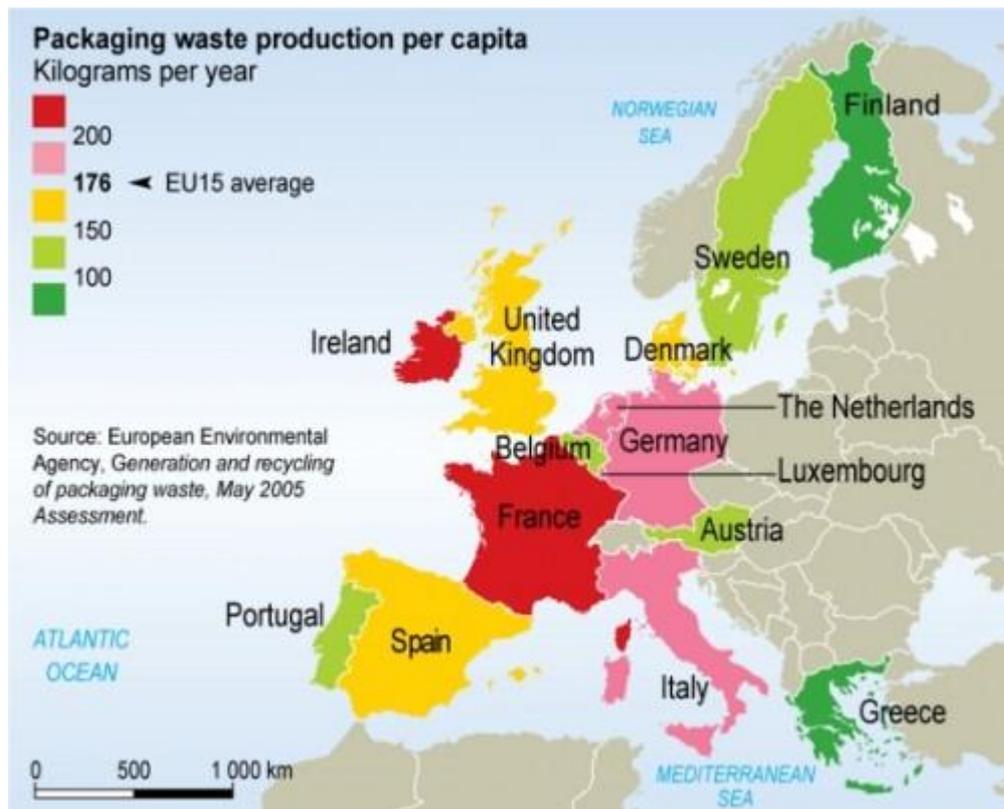


Figura 8.1.– Cantidad de residuos (en kg) producidos al año en la UE por habitante

Fuente: La ciudad viva

Según la legislación europea: *“Los Estados miembros fomentarán un diseño y una producción de aparatos eléctricos y electrónicos que tenga en cuenta y facilite su desarmado y valorización, y en particular la reutilización y el reciclado de sus residuos.”*

La legislación Europea además protege a los países del tercer mundo con una legislación que obliga a los exportadores a dejar la basura electrónica a reciclar en “buenas manos”, mientras que está prohibida la exportación de artefactos que no funcionan y que no pueden reciclarse. Y sin embargo la basura sigue llegando igual, y en toneladas. ¿Cómo puede ser? Una investigación de periodistas belgas llevó a constatar que entre ley y realidad hay todavía grandes falencias, y que al menos el puerto de Amberes es uno de los mayores exportadores de “E-waste” ilegal de Europa. Al menos la mitad de los containers que partían hacia el tercer mundo eran ilegales, y no solo contenían basura electrónica, sino basura de todo tipo. De no ser por estas exportaciones ilegales que posiblemente sucedan por toda la Unión Europea, posiblemente los niveles de residuos también serían críticos aquí

8.2 China

La industrialización y la urbanización de los últimos años han convertido a China en el mayor productor de Residuos Sólidos Urbanos en el mundo y la cantidad generada no deja de incrementarse. Paralelamente, la consolidación del tejido industrial ha conllevado la generación de cada vez más Residuos Sólidos Industriales y residuos peligrosos.

En el año 2004, las áreas urbanas de China generaron alrededor de 190 000 toneladas de residuos y se proyecta que, para el año 2030, esa cantidad va a ascender, como mínimo, a 480 000 toneladas (fuente: World Bank 2005).

Sin embargo, el volumen de residuos que no son tratados es aun elevado. Estos residuos se vierten de forma no segura o bien en puntos asignados por las autoridades locales de forma legal o bien de forma ilegal. El sistema de recogida de residuos residenciales está protagonizado por pequeños negocios e incluso por individuos que trabajan de forma independiente. Este improvisado sistema llena actualmente el vacío entre ciudadanos y grandes empresas recolectoras.

En las grandes ciudades, especialmente en las nuevas urbanizaciones, empiezan a aparecer pequeños sistemas de recogida estables que pagan a la propiedad por sus residuos y que reemplazan la recogida informal.

Sin embargo, hoy por hoy conviven ambos sistemas de recogida en la gran mayoría de las ciudades. Los residuos previamente seleccionados se dirigen hacia centros de reciclaje donde cada material sigue su propio proceso o, en el caso de materiales no reciclables, hacia plantas de incineración o vertederos. En paralelo, los residuos peligrosos son recogidos y gestionados por empresas autorizadas y siempre bajo la supervisión del gobierno.

Los vertederos representan el principal destino de los residuos domésticos debido a la poca inversión que éstos suponen. En las ciudades pequeñas y medianas, donde el espacio no supone una limitación importante, los vertederos han sido la solución más común para tratar los residuos. Sin embargo, el incremento de la población urbana y el impacto ambiental de los vertederos convencionales están suscitando el apoyo a otro tipo de alternativas. El compostaje ha ido perdiendo peso dentro de las opciones de

procesamiento de los residuos urbanos. Contrariamente, la incineración ha ido ganando protagonismo durante la última década y las previsiones indican que esta tendencia se mantendrá en el futuro.

8.3 Latinoamérica y el Caribe

Los países latinoamericanos y caribeños enfrentarán en los próximos años problemas económicos, ambientales y sociales crecientes para procesar las 450 000 toneladas diarias de basura que producen sus ciudades, según estadísticas de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (fuente: Cepal).

En total son 164 millones de toneladas que anualmente deben ser eliminadas o recicladas. La cifra subirá a 200 millones de toneladas en 2020, según proyecciones demográficas de la Cepal, un organismo de las Naciones Unidas con sede en Santiago de Chile.

Especialmente complicada es la situación en urbes más pequeñas, donde sólo entre un 50 y 70 por ciento de la basura es recogida.

Actualmente, cada habitante urbano de la región genera un promedio de un kilogramo de residuos sólidos al día, aunque en ciudades como Buenos Aires, México DF y Sao Paulo ese índice llegó en años recientes a casi 1.5 kilogramos diarios per cápita.

Otra característica que preocupa es el hecho que los desperdicios son crecientemente inorgánicos, lo que obedece a los mayores niveles de desarrollo, riqueza e industrialización de la región.

A los conflictos por los residuos sólidos, se suman los desafíos derivados por el manejo de las aguas servidas. Menos del 20 % son tratadas, según un estudio sobre desarrollo sostenible publicado a fines de 2006 por Cepal.

Además, hoy sólo uno de cada dos latinoamericanos tiene acceso a servicios sanitarios convencionales, mientras que tres de cada diez deben usar letrinas o pozos sépticos. Un 20 %, unos 100 millones, no disponen de ningún sistema de este tipo, según estadísticas de la ONU. Particularmente complejo es el caso en países de menor desarrollo relativo como Bolivia, Nicaragua, Haití o Paraguay. En algunas zonas rurales de esos países incluso más del 50 por ciento de la población no tiene acceso a agua potable.

El problema central es la ausencia de políticas nacionales, pues los países latinoamericanos dejaron mayoritariamente el "tema de la basura" tanto sólida como líquida en manos de los gobiernos locales. Ellos destinan no menos del 20 % de su presupuesto a este ítem. Pese a ello carecen de recursos y capacidad técnico política para construir soluciones de largo plazo, según Acuña, quien encabezó una investigación regional sobre el asunto.

Una excepción es Chile, que generó una política de tratamiento de las aguas servidas que le permitirá procesar casi el 100 por ciento de éstas en los próximos años con inversiones privadas.

Cualquier intervención, en todo caso, requerirá de un enfoque que integre educación, gestión ambiental, fomento productivo y mejoramiento de los procesos de recuperación y disminución de los niveles de producción de residuos sólidos.

Por ejemplo, en Latinoamérica trabajan 100 000 personas como recolectores informales de basura. Son los llamados cirujas, pepenadores o cartoneros que recorren las calles en Guadalajara, Quito y Lima. Una solución tecnológica e industrial podría resolver los problemas de gestión ambiental y económica, pero al mismo tiempo provocaría una crisis social.

Lo que ocurrió es que la alta urbanización demográfica de la región convirtió este problema en un tema prioritario, pero que no es asumido por los gobiernos. De hecho, precisa que los países más pobres, como Bolivia o Nicaragua, deben endeudarse para enfrentarse sus déficits en gestión de residuos, pero luego no cuentan con recursos para seguir con los programas que levantaron con fondos internacionales. Por tanto, el problema de la basura escapó ya de los vertederos y llegó a las finanzas públicas.

8.4 Los "Gyros"

El basural más importante del planeta no está en tierra firme, sino que contamina todo el planeta paseándose por diferentes océanos. Se los llama "Gyros" ya que se acumulan girando según la natural rotación de las aguas de los océanos. Para hacernos una idea, el North Pacific Gyre tiene una superficie de dos veces los Estados Unidos de América. Éste es el más grande y el más estudiado de los "Gyros", pero existen al menos otros cuatro de gran tamaño, y otros más pequeños repartidos por todo el planeta.

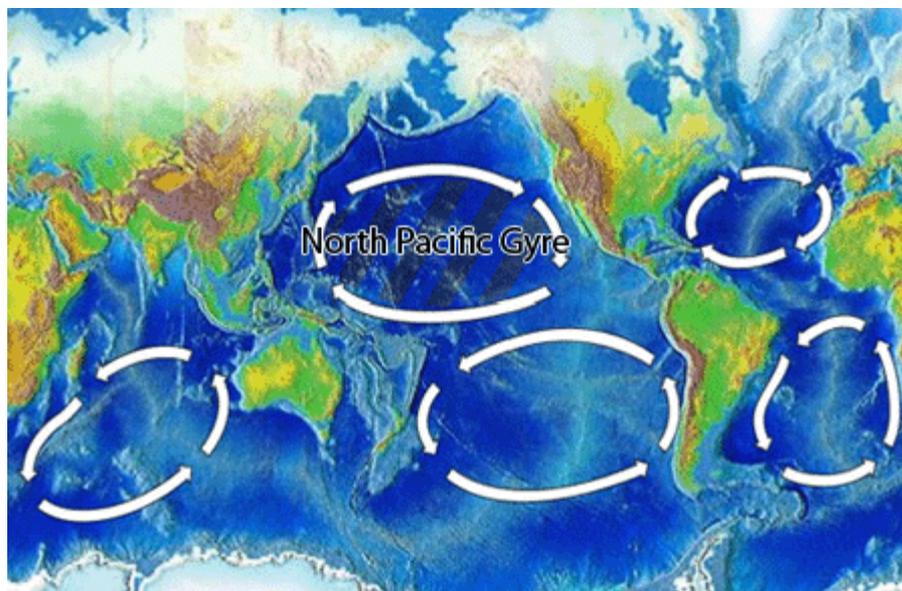


Figura 8.2.- Ubicación de los cinco grandes "Gyros"

Fuente: La ciudad viva

El enorme problema solo comienza allí, ya que los plásticos no se degradan y en cambio se van quebrando en partículas cada vez más pequeñas, entrando a formar parte de la composición del agua y por lo tanto de la alimentación marina, y por transición, luego en la humana. Hay mucho y muy interesante para leer sobre el tema, pero en este artículo lo dejamos aquí para poder seguir explorando el tema por otro lado.

9 Conclusiones

Se presentan a continuación las conclusiones más importantes que yo, el autor, he sacado realizando el presente TFG:

- Lo mejor y lo peor de la nueva ley de residuos:
 - Lo mejor: la nueva ley tiene más definiciones y más concretas, lo que siempre es más ventajoso a la hora de entender el alcance o manera de ejecución de una ley. Además, tiene en cuenta el medio ambiente (algunos artículos hacen mención al medio ambiente en su texto).
 - Lo peor de la nueva ley: antes, la definición de los residuos sólidos urbanos era clara, y definía bastante bien los residuos qué eran y los que no de esta denominación. Ahora, que la definición equivalente es la de residuos domésticos, existe mucha más ambigüedad, pues define los residuos domésticos como: *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*. Haciendo difícil determinar si un residuo producido en el sector de servicios o de la industria puede un residuo doméstico.
- Yo, el autor, propondría a las autoridades que, al igual que en cada contenedor existe una pegatina de qué se debe tirar, existiesen pegatinas que ilustrasen qué cosas no deben arrojarse, haciendo hincapié en aquellos residuos que con más frecuencia se introduzcan y no deban. Por ejemplo, poner pegatinas en los iglús verdes de NO CRISTAL y NO CERÁMICA. Estas pegatinas podrían estar acompañadas de un texto que dijese que sería mejor que lo tirasen al contenedor verde oscuro / gris que al iglú del vidrio.
- El gobierno apenas ha concienciado a la población acerca de la NECESIDAD de la reutilización y del reciclaje, para reducir lo más posible la huella que dejamos en el planeta al no parar de extraerle unos recursos finitos.
- Antes que llevar tanto residuo a vertedero sí que me parece preferible la opción de incinerarlos. Por lo menos se obtendrá energía y se eliminará basura, que tanto espacio ocupa en forma de los muchos de vertederos de España.

- ¿Nuestro sistema de recogida de basuras o mejor otro? El nuestro tal cual está no. Una modificación que yo le introduciría sería la bolsa pay-per-bag. Pero a mi entender introducir esa bolsa significaría eliminar los impuestos de los ciudadanos relativos a la gestión de residuos y algún tipo de control por parte de las autoridades de que los residuos destinados a cada contenedor están correctamente separados, por ejemplo, mediante controles sorpresa cerca de los contenedores.

¿Y sobre el SDDR? Es cierto que tasa de recuperación es alta, pero este problema ya dio ciertos problemas en el momento de su implantación, aunque de los errores se aprende. Para empezar, si se implantase este sistema que también se implantasen las máquinas SDDR expendedoras de tickets, pues de no hacerlo surgen dos problemas:

- Pueden surgir conflictos a la hora de devolver un envase si este no está en perfectas condiciones, y la persona en el negocio se ve en la encrucijada de devolver el depósito o no a quién haya traído el envase deteriorado.
- Existiría el peligro de que este sistema se implantase solo en grandes comercios pensando en que a los pequeños este sistema les estorbaría por tener que manejar importantes cantidades de dinero o falta de espacio para guardar todos los envases devueltos hasta la empresa designada viniese a recogerlos.

Pero aun implantando las máquinas existe el riesgo de los grupos organizados que roban los envases de dentro de las máquinas SDDR para recircularlos infinitamente y ganar dinero con todos los tickets que la máquina expendan.

- La irrupción del contenedor marrón. Considero la presencia del nuevo contenedor marrón beneficiosa. Gracias a esta separación, podrían crearse dos líneas de actuación. Podría llevarse el contenedor marrón directamente a compostaje y, el verde oscuro / gris, al verse sin carga orgánica, podría llevarse directamente al punto limpio más cercano, y ahí proceder a separar mediante triaje manual todo los residuos que el contenedor tenga. Se ahorraría mucho tiempo, dinero y energía, y se eliminarían los engorrosos procesos de los centros de tratamiento de residuos.
- El turismo: generador y víctima del problema. También el turismo sufre la contaminación por residuos, no solamente la basura en las playas, sino en todo el entorno del destino turístico. Los turistas siempre demandan playas, mares y paisajes limpios.

Pero el turismo también forma parte del problema, porque produce basura. Según un estudio de la European Environmental Agency, el turismo generó el 6.8 % de la basura en Europa. Un turista produce hasta dos veces más basura que un residente.

- ¿Cuánto tiempo más pueden aguantar los océanos esta contaminación de miles de toneladas de basura? Los científicos no pueden contestar a esta pregunta, pero sí se sabe con certeza que la basura que arrojamamos a los mares termina regresando a nosotros. El 70 % de los residuos en el Mediterráneo procedente de las Islas Baleares vuelve a las islas.

Aún más grave si cabe es el problema de los microplásticos, que son confundidos con alimentos por las especies marinas y llegan así a la cadena alimentaria humana.

- La actividad humana genera impactos ambientales que repercuten en los medios físicos, biológicos y socioeconómicos afectando a los recursos naturales con el consiguiente deterioro de las condiciones de salud en que se desenvuelve la vida del hombre. Esos impactos se hacen sentir en las aguas, el aire, los suelos y paradójicamente en la propia actividad humana que les da origen. Es necesario promover un cambio de actitud en la población con la finalidad de lograr la protección del medio ambiente y el mejoramiento de la salud.
- La gestión de residuos domésticos puede ser definida como la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de residuos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética, y de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas.

10 Bibliografía

1. A Sustainable Materials Management, OECD, 2009
2. Agencia de Residuos de Cataluña (ARC)
3. Agustín Barahona Martín, Ángel Ruiz de Apodaca Espinosa, Borja Martín Zorita, Íñigo Sanz Rubiales, José Francisco Alenza García, José Manuel Peña Castellot, Juan Luis Ramos Suárez, María Begoña González García, Nely Carreras Arroyo, Rubén Serrano Lozano – La nueva ley de residuos y suelos contaminados
4. Alfonso del Val - Tratamiento de los residuos sólidos urbanos
5. ALMO
6. ambientum.com
7. AMBILAMP
8. Asociación Europea de Fabricantes de Latas de Bebidas, BCME
9. Asociación Nacional de Gestores de Residuos de Aceites y Grasas Comestibles (GEREGRAS)
10. Asociación Nacional de Industriales Envasadores y Refinadores de Aceites Comestibles (ANIERAC)
11. ASPAPEL
12. Astorga Digital – Artículo: El frente municipal detecta balsas de lixiviados y zahorra prohibidos en el CTR
13. August Bonmatí – Gestión y tratamiento de residuos sólidos urbanos
14. Bollegraaf
15. Carlos Martínez-Orgado - El manifiesto por un "vertido 0" de residuos reciclables y valorizables
16. Cepal
17. César Gregorio Luna García – TFG: Selección de envases plásticos de uso doméstico a través de visión artificial
18. Compañía para la Gestión de los Residuos Sólidos en Asturias (COGERSA)
19. Consorcio Provincial de Residuos de Palencia
20. curiosoadores.blogspot.com.es
21. DIRECTIVA 2008/98/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas
22. ECOASIMELEC
23. ECOEMBES
24. ECOFIMÁTICA
25. ECOLEC
26. ECOLUM
27. ECOPILAS
28. ECOTIC

29. ECOVIDRIO
30. Emgrisa
31. EROSKI CONSUMER
32. ERP
33. Errausketarikez
34. European Environmental Agency
35. Francesc Giró - Compostarc, 2007
36. Fundación para la Investigación y el Desarrollo Ambiental (FIDA)
37. IDAE – Situación y potencial de valorización energética de residuos
38. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)
39. Junta de Castilla y León – Plantas de transferencia
40. Jokogarbia
41. José María Baldasano Recio, Catedrático de Ingeniería Ambiental Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) - La incineración de residuos: ¿es una alternativa?
42. La ciudad viva – Basura
43. Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados
44. Ley 11/2012, de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente
45. Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados
46. Manual para la gestión Medioambiental del Hogar de la Fundación Terra
47. Masias Recycling
48. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
49. Natalia Edo Alcón – TFC: Posibles alternativas de tratamiento para la valorización y aprovechamiento energético del rechazo de las Plantas de Selección de Envases Ligeros
50. Alejandro Martínez González, Beatriz Nuevo Pérez, Carmelo Luis Pérez Medina, Paula Rodríguez Guzmán, Rafael Grande Martín – Residuos sólidos urbanos: problemática y tratamiento
51. Recovery S.A.
52. Retorna
53. S. Martínez – Reciclaje y tratamiento de residuos
54. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)
55. Sielocal
56. SIFITO
57. SIGAUS
58. SIGCLIMA
59. SIGNUS TNU
60. SIGRAUTO
61. SIGRE

62. Titech

63. TRAGAMÓVIL

64. World Bank 2005