

La gestión segregada de los biorresiduos y su aplicación en la *Smart City*¹

JUAN ALEJANDRO MARTÍNEZ NAVARRO
Doctor en Derecho.
Universidad de Almería

1. De los residuos municipales

- 1.1. Concepto, naturaleza jurídica y clasificación
- 1.2. Grupo normativo regulador
- 1.3. Las competencias de las entidades locales en materia de gestión de residuos

2. De los biorresiduos

- 2.1. Concepto, naturaleza jurídica y clasificación
- 2.2. Grupo normativo regulador
- 2.3. La separación en origen, reciclado o recogida separada
- 2.4. Gestión y tratamiento. La jerarquía de los biorresiduos
 - 2.4.1. Reducción de residuos alimentarios
 - 2.4.2. Tratamiento y reciclado: el compostaje
- 2.5. Los biorresiduos en la contratación del sector público

3. La gestión de los residuos en la *Smart City*. La aplicación de las nuevas tecnologías en la recogida de los biorresiduos

- 3.1. Una aproximación al fenómeno de la *Smart City*
- 3.2. Las nuevas tecnologías aplicadas a la gestión de residuos

4. Conclusiones

5. Bibliografía

Artículo recibido el 11/04/2022; aceptado el 26/04/2022.

1. Esta colaboración ha sido elaborada en el seno del Proyecto de Investigación P18-RT-2327, titulado *Enabling interdisciplinary COllaboration to FOster Mediterranean foREST sustainable management and socio-ECONomic valuation (ECO2-FOREST)*, de la Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad – Dirección General de Investigación y Transferencia del Conocimiento, Junta de Andalucía (España).

Resumen

La Unión Europea ha diseñado un marco de actuación medioambiental donde las políticas en materia de residuos han adquirido un papel esencial y, a su vez, la gestión de residuos municipales, en atención a su incidencia y repercusión, destaca sobremanera.

En línea con las políticas comunitarias, en España, a través de la reciente Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, se pretende adoptar como mandato legal la recogida separada de la fracción orgánica y la fracción verde.

Sobre este contexto jurídico se está diseñando un progresivo y complejo sistema de políticas de gestión de los residuos municipales, donde los biorresiduos que hasta hace poco tiempo representaban un papel secundario, ahora centran el foco de atención de disposiciones normativas y de la contratación pública local.

En consecuencia, en el presente estudio se pretende poner de relieve cuál es la situación jurídica de los biorresiduos, y cómo se puede implementar el nuevo mandato legal de recogida separada de estos desechos, dedicando un especial tratamiento a su aplicación en la *Smart City*, y en atención a los recientes sistemas tecnológicos de recogida de residuos.

Palabras clave: *derecho ambiental; biorresiduos; residuos municipales; Smart City; compostaje.*

The segregated management of biowaste and its application in the Smart City

Abstract

The European Union (EU) has designed an environmental action framework where waste policies have acquired an essential role and, in turn, municipal waste management, in view of its incidence and repercussion, stands out.

In line with EU policies, in Spain through the recent Law n° 7/2022, of April 8, on waste and contaminated soils for a circular economy, it is intended to adopt as a legal mandate the separate collection of the organic fraction and the fraction green.

In this legal context, a progressive and complex development of municipal waste management policies is being designed, where bio-waste, which until recently represented a secondary role, now focuses the attention of regulatory provisions and local public procurement.

Consequently, this article highlights the current and future legal status of bio-waste, and how the new legal mandate for separate collection of this waste can be implemented, paying special attention to its application in the Smart City considering recent technological waste collection systems.

Keywords: environmental law; biowaste; municipal waste; Smart City; composting.

1

De los residuos municipales

La creciente generación de residuos se ha posicionado como uno de los retos medioambientales más relevantes de nuestra sociedad. En efecto, los nuevos sistemas de producción y los niveles de consumo actuales han provocado un continuo aumento en la generación de residuos con especial intensidad en los entornos urbanos.

Frente a la creciente generación de residuos, la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos adoptó un sistema de jerarquía donde se prioriza la prevención, reutilización y reciclado frente a la eliminación de los residuos, desalentando el depósito en vertederos, práctica que todavía se emplea en gran medida en algunos países de Europa y especialmente en países en fase de desarrollo.

El mencionado sistema de jerarquía impulsa las nuevas políticas de gestión de residuos orientando sus principales objetivos en la recogida separada y el tratamiento de los residuos municipales de acuerdo también con los principios inspiradores de la economía circular². Ciertamente, la incidencia de los residuos municipales en los objetivos fijados por los países europeos es de extraordinaria relevancia.

La importancia de la gestión de los residuos municipales es patente. Los niveles de generación mundial de estos residuos en 2010 eran de aproximadamente 1300 millones de toneladas por año. Con un crecimiento constante, se estima que para el año 2025 la cifra puede aproximarse a 2200 millones

2. Véase Fernández de Gatta Sánchez (2021).

de toneladas por año³. Estas cifras representan un aumento en las tasas de generación de desechos per cápita de 1.2 a 1.42 kg por persona al día⁴.

Ahora bien, este crecimiento es dispar en Europa. Aunque la generación de residuos tiende a crecer en territorio europeo, existen algunos países que han conseguido disminuir o estabilizar sus cifras entre 2005 y 2018, como es el caso de España u otros países como Bulgaria, Hungría, Rumanía y Países Bajos⁵.

En Europa, los residuos municipales representan menos de una décima parte del total de residuos generados anualmente. No obstante, son residuos muy visibles, dispares y complejos, debido a su composición, múltiples fuentes y vínculo con patrones de consumo. Al respecto, la Unión Europea ha fijado ambiciosos objetivos como el incremento de preparación para la reutilización y el reciclado de residuos municipales en un 65 por ciento para el año 2030; y la limitación gradual de los vertidos de residuos municipales en un 10 por ciento de aquí a 2030.

El fin de estas nuevas reglas es avanzar hacia un modelo más sostenible que pivote sobre los principios de la economía circular. En 2020, la Comisión Europea publicó la Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones “Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva”, que busca disminuir la producción de residuos a partir de una gestión de los recursos más eficaz.

En España, los datos más recientes muestran una gestión deficiente. El 56,7 por ciento de los residuos municipales son depositados en vertederos; el 13,5 por ciento se destinan a valorización energética; solo el 18,3 por ciento son reciclados; y apenas el 11,5 por ciento se utilizan para compostaje y digestión⁶. Unas cifras muy alejadas de la media europea, donde la tasa de reciclaje es del 46 por ciento y la tasa de depósito en vertederos es de apenas el 24 por ciento.

En todo caso, las políticas actuales llegan con retraso. Recientes avances manifiestan que la gestión de residuos orientada al reciclaje es el pasado. El enfoque actual debe transitar a través de las denominadas “Ciuda-

3. Alonso Suárez (2021: 115). Actualmente, un 55 por ciento de la población mundial vive en ciudades, y las tendencias apuntan a que en el año 2025 alrededor del 70 por ciento de la población vivirá en espacios urbanos.

4. Seguí *et al.* (2018: 7).

5. Gestión de residuos en la UE: hechos y cifras (Infografía). *Noticias Parlamento Europeo*, 4 de diciembre de 2020. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20180328STO00751/gestion-de-residuos-en-la-ue-hechos-y-cifras-infografia> (última consulta, 5 de abril de 2022).

6. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2018).

des Inteligentes” (*Smart Cities*) que apuesten por políticas de residuo cero (*zero waste*). Avanzar a una sociedad sin residuos implica un cambio del sistema productivo y de las tendencias de consumo, es decir, modificar el modelo económico lineal actual (comprar-usar-tirar) por el modelo que implica el sistema de economía circular de uso y reutilización más eficiente de los recursos.

1.1

Concepto, naturaleza jurídica y clasificación

Uno de los grandes déficits atribuibles a la Directiva 2008/98/CE es la escasa repercusión que se concede a los residuos municipales. Esta deficiencia quedó solventada mediante la aprobación de la Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.

En la Directiva 2018/851, el legislador reconoce que la gestión de residuos en la Unión Europea debe mejorarse y transformarse en una gestión sostenible de las materias con miras a proteger, preservar y mejorar la calidad del medio ambiente, así como a proteger la salud humana, garantizar la utilización prudente, eficiente y racional de los recursos naturales y promover los principios de la economía circular.

El flujo de los residuos municipales se encuentra, no obstante, entre los de gestión más compleja, y la forma de gestionarlos ofrece por lo general una buena indicación de la calidad del sistema de servicios de un país⁷. Los retos que plantea radican en la gran diversidad y heterogeneidad de su composición, en su proximidad directa a los ciudadanos, en su muy marcada visibilidad pública y en su repercusión en el medio ambiente y la salud humana. En consecuencia, la gestión de los residuos municipales requiere de un sistema de gestión de residuos estructurado y complejo que comprenda un régimen eficiente de recogida, un sistema eficaz de clasificación y trazabilidad adecuada de los flujos de residuos, el compromiso activo de los ciudadanos y las empresas, unas infraestructuras adaptadas a la composición específica de los residuos y un sistema de financiación elaborado⁸.

La Directiva (UE) 2018/851 incluye nuevas definiciones de residuo no peligroso, residuos municipales, residuos de construcción y demolición, residuos alimentarios, valorización de materiales, relleno y régimen de responsabilidad ampliada del productor, que aclaran el alcance de estos conceptos.

7. Directiva 2018/851, considerando 6.

8. Directiva 2018/851, considerando 6.

En concreto, el artículo 3.2.ter de la Directiva 2018/851 define “residuos municipales” como “los residuos mezclados y los residuos recogidos de forma separada [], incluidos papel y cartón, vidrio, metales, plásticos, biorresiduos, madera, textiles, envases, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, residuos de pilas y acumuladores, y residuos voluminosos, incluidos los colchones y los muebles []”. De la misma manera, se incluyen también “los residuos mezclados y los residuos recogidos de forma separada procedentes de otras fuentes, cuando esos residuos sean similares en naturaleza y composición a los residuos de origen doméstico”.

En cuanto a su clasificación, los residuos municipales abarcan y, a la vez, se pueden agrupar en residuos de “origen doméstico”⁹ o, por otro lado, aquellos “procedentes de otras fuentes, como pueden ser el comercio minorista, la administración, el sector de la educación, los servicios sanitarios, el alojamiento y los servicios alimentarios, y otros servicios y actividades, que por su naturaleza y composición son similares a los residuos de origen doméstico”¹⁰.

Los residuos peligrosos de origen doméstico, como los residuos peligrosos de pinturas, barnices, disolventes o productos de limpieza, también deben ser recogidos por separado, a fin de evitar la contaminación de los residuos municipales con las fracciones de residuos peligrosos que podrían disminuir la calidad del reciclado, y de garantizar la gestión ambientalmente correcta de esos residuos peligrosos. A ese respecto, ya existen obligaciones específicas

9. La Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 2.at), define “residuos domésticos” como aquellos “residuos peligrosos o no peligrosos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares en composición y cantidad a los anteriores generados en servicios e industrias, que no se generen como consecuencia de la actividad propia del servicio o industria. Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de, entre otros, aceites de cocina usados, aparatos eléctricos y electrónicos, textil, pilas, acumuladores, muebles, enseres y colchones, 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 la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados”.

10. Directiva 2018/851, considerando 10: “El concepto de residuos municipales incluye, por lo tanto, entre otros, los residuos procedentes del mantenimiento de parques y jardines, tales como las hojas, la hierba cortada y los restos de la tala de árboles, y los procedentes de servicios de limpieza de calles y mercados, como, por ejemplo, el contenido de las papeleras y los residuos del barrido de calles, excepto materiales como arena, roca, fango o polvo. Los Estados miembros deben garantizar que los residuos procedentes de grandes superficies comerciales e industriales que no son similares a los residuos de origen doméstico no estén incluidos en el ámbito de los residuos municipales. Los residuos de la producción, la agricultura, la silvicultura, la pesca, la construcción y demolición, las fosas sépticas y la red de alcantarillado y plantas de tratamiento, y los vehículos al final de su vida útil están excluidos del ámbito de los residuos municipales”.

en materia de recogida para los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, así como los residuos de pilas y acumuladores de origen doméstico¹¹.

La Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular incluye, de forma novedosa, dentro de los residuos municipales a los “residuos peligrosos del hogar”¹².

Por el contrario, los residuos municipales “no comprenden los residuos procedentes de la producción, la agricultura, la silvicultura, la pesca, las fosas sépticas y la red de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales, incluidos los lodos de depuradora, los vehículos al final de su vida útil ni los residuos de construcción y demolición”.

En lo referente a su naturaleza jurídica, los residuos municipales son aquellos cuya gestión y tratamiento corresponde a las entidades locales o, cuando procede, a las diputaciones forales. Se constituyen como un “servicio obligatorio, en todo su ámbito territorial, de recogida, transporte y tratamiento [] en la forma en que establezcan sus respectivas ordenanzas, e instrumentos de planificación que, en su caso, aprueben las comunidades autónomas y en la normativa sectorial en materia de responsabilidad ampliada del productor”¹³.

1.2

Grupo normativo regulador

La experiencia adquirida en materia de gestión de residuos nos permite afirmar que las entidades locales tienen una gran responsabilidad y un papel esencial para la consecución de los objetivos fijados por los distintos programas de acción. Este protagonismo se está afianzando a través de importantes disposiciones normativas de reciente desarrollo.

El grupo normativo regulador de los residuos municipales se desarrolla en torno a la Ley 7/1985, Reguladora de Bases de Régimen Local, y la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. De este modo, la Ley Reguladora de Bases de Régimen Local obliga a los municipios a prestar los servicios de recogida de residuos [artículo 26.1.a)] y su tratamiento [artículo 26.1.b)]. Mientras, la Ley de residuos y suelos contaminados fija el contenido esencial en las políticas de gestión y tratamiento de los residuos.

11. Directiva 2018/851, considerando 54.

12. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 2.av).

13. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 12.5.

Sobre esto, la actual Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular presenta un conveniente cambio de tendencia. Si hasta ahora la política en gestión de residuos se ha caracterizado por un carácter tibio y poco ambicioso, la reciente Ley recoge los objetivos de reutilización del Plan de Acción de Economía Circular de la UE: “para 2035, se aumentará la preparación para la reutilización y el reciclado de residuos municipales hasta un mínimo del 65 por ciento en peso; al menos un 15 por ciento corresponderá a la preparación para la reutilización, fundamentalmente de residuos textiles, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, muebles y otros residuos susceptibles de ser preparados para su reutilización”¹⁴.

La Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular cede a las comunidades autónomas la responsabilidad de garantizar la consecución de los objetivos establecidos, otorgando una posición secundaria a las entidades locales. De tal modo que, para el cumplimiento de los objetivos de los residuos municipales, las comunidades autónomas podrán determinar la contribución de las entidades locales, de forma independiente o asociada.

Adicionalmente, el Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la Eliminación de Residuos mediante Depósito en Vertedero transpone a nuestro ordenamiento interno la Directiva (UE) 2018/850 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018¹⁵. El fin de la norma es garantizar una reducción progresiva de los residuos depositados en vertedero, especialmente de aquellos que son aptos para la reutilización, reciclado y valorización¹⁶. Para ello, la norma se sustenta sobre el principio elemental de la economía circular, que no es otro que situar el vertido de residuos como “la opción de gestión de residuos menos deseable”. Nuevamente fija los objetivos de reducción de vertido de residuos municipales¹⁷: reducir al 40 por ciento para el año 2025; al 20 por ciento para 2030; y al 10 por ciento o menos para el 2035¹⁸.

14. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 26.1.e).

15. Véase Lozano y Poveda (2021).

16. Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, artículo 1.b).

17. Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, artículo 8.

18. Revuelta Pérez (2020). El RD 646/2020 incorpora a nuestro ordenamiento la Directiva (UE) 2018/850, por la que se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos, que adopta, entre otros criterios, las conclusiones del Tribunal de Justicia de la Unión Europea (TJUE) en la sentencia Malagrotta (Tribunal de Justicia de 15 de octubre de 2014, en el asunto C-323/13), donde confirma el principio de la Directiva sobre vertidos que exige que todos los residuos susceptibles de ser sometidos a tratamiento previo sean tratados previamente a su depósito en vertedero. Además, aclaró que las entidades locales no pueden aplicar cualquier tratamiento previo; al contrario, deben emplear la opción de tratamiento

Del contenido del Real Decreto 646/2020 se pueden extraer importantes novedades que tienen como principal objetivo reducir el depósito en vertederos, bien a través de incentivos económicos, bien a través del incremento de costes o limitaciones para el depósito.

Por un lado, en el artículo 4 del Real Decreto 646/2020 el legislador establece un mandato a las entidades locales para que hagan uso de los instrumentos económicos o de otras medidas al objeto de incentivar la aplicación del principio de jerarquía de residuos, y relegar el vertido a la última opción en la gestión de residuos municipales. Ahora bien, esta consigna no trae aparejada ninguna herramienta económica o financiera específica; por el contrario, se anima a emplear las herramientas contempladas en la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados.

Por el contrario, otra de las novedades más interesantes del Real Decreto 646/2020 radica en la obligación de fijar el precio que la entidad explotadora cobra por la eliminación de los residuos. Para ello, se tendrán en consideración, por lo menos¹⁹: los costes de explotación; los gastos de seguros; los costes de clausura y mantenimiento del establecimiento; los costes de fianzas constituidas; y –lo más interesante– los costes ligados a la emisión de gases²⁰.

Por otro lado, el Real Decreto 646/2020 prohíbe la admisión en vertederos de aquellos residuos aptos para la preparación, reutilización, y reciclado u otro tipo de valorización, en particular para los residuos municipales²¹. Es decir, todo aquel residuo que pueda ser reutilizado o reciclado, no podrá ser depositado en vertedero. La concreción de este tipo de residuos queda en manos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, que deberá identificarlos a través de una orden ministerial antes del 1 de enero de 2023²².

más adecuada para reducir en la medida de lo posible los efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana.

19. Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, artículo 9.1.e).

20. Las cantidades recaudadas en concepto de costes de emisión serán destinadas con carácter exclusivo a la implantación de programas de refuerzo y mejora de los sistemas de recogida y tratamiento de gases. Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, disposición final tercera: “El método de cálculo del coste de emisión de gases de efecto invernadero señalado en el artículo 9.1.e) se establecerá por orden ministerial en el plazo de 2 años desde la entrada en vigor de este real decreto, previa consulta a la Comisión de coordinación en materia de residuos”.

21. Esta restricción se regula de conformidad con lo estipulado en la Directiva 2018/851, artículo 3 bis: “Los Estados miembros se esforzarán por garantizar que, a partir de 2030, todos los residuos aptos para el reciclado u otro tipo de valorización, en particular los residuos municipales, no sean admitidos en vertederos, con excepción de los residuos para los cuales el depósito en un vertedero proporcione el mejor resultado medioambiental, de conformidad con el artículo 4 de la Directiva 2008/98/CE”.

22. Lozano y Poveda (2021: 55).

Finalmente, queda prohibida la dilución o mezcla de residuos cuando su finalidad sea cumplir los criterios de admisión de los residuos en vertedero²³.

1.3

Las competencias de las entidades locales en materia de gestión de residuos²⁴

La gestión de los residuos es una materia que ha de incluirse dentro de la protección del medio ambiente²⁵. Por ende, el reparto de competencias entre las Administraciones públicas territoriales se configura según lo estipulado en los artículos 149.1.23.^a y 148.1.9.^a de la Constitución Española (CE)²⁶.

En su virtud, corresponde al Estado aprobar la legislación básica, y a las comunidades autónomas desarrollarla y completarla. Por su parte, el Tribunal Constitucional ha concretado esta distribución, en primera instancia, al permitir al legislador estatal regular la protección del medio ambiente con el grado de detalle que estime necesario²⁷; para, posteriormente, reconfigurar el esquema competencial de residuos al sistema ordinario de “bases” y “desarrollo”²⁸ que atañe a la mayoría de las materias²⁹.

Para determinar la atribución de competencias de las entidades locales en el sistema español debemos acudir nuevamente, en primer lugar, a la Ley 7/1985, Reguladora de Bases de Régimen Local, y, en segundo lugar, a la legislación sectorial, en concreto la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular³⁰.

En la Ley 7/1985, Reguladora de Bases de Régimen Local, los residuos aparecen como título material específico, junto al genérico de la protección ambiental y a otros que pueden incidir en materia de residuos, como la salubridad, el urbanismo, o el tratamiento de aguas residuales³¹. Con carácter general, la Ley cede importantes competencias a los municipios sobre medio ambiente urbano, en particular parques y jardines públicos, gestión de

23. Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, artículo 6.2.

24. Arana y Conde (2009).

25. Sentencia del Tribunal Constitucional (Pleno) núm. 102/1995, de 26 de junio. RTC 1995\102.

26. Montoro i Chiner (2000). También López Ramón (2018).

27. Sentencia del Tribunal Constitucional (Pleno) núm. 149/1991, de 4 de julio. RTC 1991\149.

28. Sentencia del Tribunal Constitucional (Pleno) núm. 102/1995, de 26 de junio. RTC 1995\102.

29. Menéndez Rexach *et al.* (2011: 22-23).

30. Alenza García (2018: 275).

31. Alenza García (2018: 275).

los residuos sólidos urbanos y protección contra la contaminación acústica, lumínica y atmosférica en las zonas urbanas³². La recogida de residuos es una competencia que deberán asumir todos los municipios. Aquellos con una población superior a 5000 habitantes, además, deberán asumir el servicio de tratamiento de residuos³³.

Por su parte, la Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular desarrolla este mandato y establece como servicio obligatorio para las entidades locales “la recogida, el transporte y el tratamiento de los residuos domésticos generados en los hogares, comercios y servicios en la forma en que establezcan sus respectivas ordenanzas”³⁴; asimismo, el ejercicio de la potestad de vigilancia e inspección, y la potestad sancionadora en el ámbito de sus competencias.

En cualquier caso, las competencias descritas se aplican en exclusividad a los residuos municipales: papel y cartón, vidrio, metales, plásticos, biorresiduos, madera, textiles, envases, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, residuos de pilas y acumuladores, y residuos voluminosos, incluidos los colchones y los muebles.

Con independencia de las competencias en sentido amplio, las entidades locales pueden elaborar programas de prevención y de gestión de los residuos; gestionar los residuos comerciales no peligrosos y los residuos domésticos generados en las industrias en los términos que establezcan sus respectivas ordenanzas; u obligar al productor o a otro poseedor de residuos peligrosos domésticos o de residuos cuyas características dificultan su gestión a que adopten medidas para eliminar o reducir dichas características o a que los depositen en la forma y el lugar adecuados.

2

De los biorresiduos

2.1

Concepto, naturaleza jurídica y clasificación

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.

32. Ley 7/1985, Reguladora de Bases de Régimen Local, artículo 25.1.b)

33. Ley 7/1985, Reguladora de Bases de Régimen Local, artículo 26.

34. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 12.5.

Durante décadas, en España se han empleado multitud de términos para referirse de modo más o menos amplio a los biorresiduos: Fracción Orgánica de los Residuos Urbanos (FORU), Fracción Orgánica de los Residuos Municipales (FORM), residuo orgánico biodegradable, materia orgánica compostable o materia orgánica putrescible, entre otros³⁵.

Justamente, los mencionados términos muestran que estamos ante un concepto muy impreciso. No fue hasta la aprobación de la Directiva 2008/98/CE cuando se precisó de un modo exhaustivo la definición de “biorresiduo”, que integra los términos anteriormente referenciados, como aquel “residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de consumo al por menor, y residuos comparables procedentes de plantas de transformación de alimentos” (artículo 3.4)³⁶. Posteriormente, a través de la Directiva (UE) 2018/851, artículo 3.b), se amplía la definición, abarcando otros lugares de generación de biorresiduos, como “oficinas, restaurantes, mayoristas, comedores, servicios de restauración colectiva y establecimientos de consumo al por menor”³⁷.

Asimismo, la Directiva (UE) 2018/851 incorpora un elemento complementario como son los “residuos alimentarios”, definidos en el artículo 3.c) como “todos los alimentos [] que se han convertido en residuos”.

Los biorresiduos, según su naturaleza, se dividen en “residuos orgánicos” de origen alimentario y de cocina (se incluyen los de transformación de alimentos), y “residuos vegetales” o “Fracción Vegetal” (FV) procedentes de las zonas verdes y vegetación privadas y públicas.

De este modo, el origen del biorresiduo determina su naturaleza. Al objeto del presente estudio, los biorresiduos se analizan atendiendo a su origen urbano. Como tal, son residuos recogidos de forma separada, con una consideración similar al papel y cartón, vidrio, metales, plásticos, madera, textiles, envases, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, residuos de pilas y acumuladores, y residuos voluminosos, incluidos los colchones y los muebles. Es decir, “son residuos recogidos de forma separada procedentes de

35. Ansorena Miner (2016: 3).

36. Misma definición en la anterior Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, artículo 3.g).

37. La Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, en su artículo 2.g) recoge una definición de “biorresiduo” en los mismos términos: “residuo biodegradable vegetal de hogares, jardines, parques y del sector servicios, así como residuos alimentarios y de cocina procedentes de hogares, oficinas, restaurantes, mayoristas, comedores, servicios de restauración colectiva y establecimientos de consumo al por menor, entre otros, y residuos comparables procedentes de plantas de transformación de alimentos”.

otras fuentes, cuando esos residuos sean similares en naturaleza y composición a los residuos de origen doméstico”³⁸.

Desde una perspectiva de la gestión de los biorresiduos, estos se pueden clasificar en las siguientes fracciones^{39 40}:

- Fracción Orgánica (F.O.), conformada 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 Verde (F.V.), que a su vez se puede dividir en:
 - De un lado, fracción 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 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.
 - De otro lado, fracción de restos de 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).

2.2

Grupo normativo regulador

Los biorresiduos carecen de una regulación específica que configure su concepto, gestión y tratamiento. Por el contrario, nos situamos ante una figura con escaso desarrollo normativo, cuyas limitadas referencias son exclusivas de la regulación básica en materia de residuos.

Así, en el ámbito comunitario, el marco legislativo en materia de gestión de biorresiduos viene conformado por las principales normas de cabecera: la Directiva (UE) 2018/850 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al

³⁸. Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, artículo 2.b).

³⁹. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujo/biorresiduos/> (última consulta, 5 de abril de 2022).

⁴⁰. Ansorena *et al.* (2011: 17-18).

vertido de residuos; y la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos (modificada por la Directiva –UE– 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018)⁴¹.

En España, los biorresiduos son objeto de regulación con carácter novedoso a partir de la recientemente derogada Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados⁴². A través de esta norma se incluye en nuestro ordenamiento el concepto de biorresiduo y se prevé su gestión separada. La reciente Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular cede el artículo 28 para su regulación en referencia al artículo 22 de la Directiva 2008/98/CE.

Una vez presentado el grupo normativo regulador de los biorresiduos, conviene analizar su contenido, los elementos que configuran su gestión y tratamiento.

2.3

La separación en origen, reciclado o recogida separada

Como punto de partida, cabe recordar que son muchos los municipios en toda Europa y también en España que, desde hace años, vienen implementando con éxito la recogida separada de los biorresiduos⁴³. En el fondo, el objetivo que se persigue es parecido al de los otros flujos de residuos (vidrio, papel-cartón, envases, etc.), el aprovechamiento de los recursos presentes en los residuos y la reducción de los impactos que los residuos puedan tener en el medio, especialmente cuando no se gestionan adecuadamente⁴⁴.

La separación en origen, reciclado o recogida separada de los biorresiduos supone un importante paso en la gestión municipal de residuos. Aunque no es una novedad, lo cierto es que la gestión separada de los biorresiduos se ha configurado como un mandato legal de reciente concepción, y a través de diversos y confusos instrumentos jurídicos.

La Directiva Europea (UE) 2018/851 establece que “los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para garantizar que los residuos sean objeto de preparación para la reutilización, de reciclado o de otras operacio-

41. Con independencia de las mencionadas disposiciones normativas, cabe citar el Libro Verde sobre la gestión de los biorresiduos en la Unión Europea, de 2008.

42. La Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, previa a la actual regulación, no hace mención a los biorresiduos ni a los residuos biodegradables.

43. Ansorena Miner (2011: 67). Se reconoce a Cataluña como la Comunidad Autónoma que ha conseguido una mayor implantación de la recogida separada de los biorresiduos.

44. Rodríguez *et al.* (2013: 46).

nes de valorización”⁴⁵. Así, “a más tardar el 31 de diciembre de 2021, los Estados miembros presentarán a la Comisión un informe sobre la aplicación del presente artículo en lo que se refiere a los residuos municipales y los biorresiduos, en particular sobre la cobertura material y territorial de la recogida separada y las posibles excepciones”⁴⁶.

De modo complementario, la Directiva fija como fecha máxima el 31 de diciembre de 2023 para que los Estados miembros establezcan un sistema mediante el cual los biorresiduos se separen y reciclen en origen, o bien se recojan de forma separada y no se mezclen con otros tipos de residuos⁴⁷. Esto incluye:

- “a) la recogida separada de biorresiduos con vistas al compostaje y la digestión de los mismos;
- b) el tratamiento de biorresiduos, de tal manera que se logre un alto grado de protección del medio ambiente;
- c) el uso de materiales ambientalmente seguros producidos a partir de biorresiduos”.

Asimismo, la actual regulación comunitaria va más allá. En relación con el principio orientador de la economía circular, la nueva regulación incorpora elementos como el compostaje, la biodegradación y la valorización de los biorresiduos:

“2. Los Estados miembros adoptarán medidas [] para:

- a) incentivar el reciclado, incluido el compostaje y la digestión, de los biorresiduos de una forma que asegure un elevado nivel de protección medioambiental y genere un resultado que cumpla las normas de alta calidad pertinentes;
- b) incentivar el compostaje doméstico; y
- c) fomentar el uso de materiales producidos a partir de biorresiduos”.

En suma, se pasa de un mandato inicial donde se requiere la recogida separada de los biorresiduos, a una nueva regulación donde, además, se orienta sobre la reutilización y valorización de estos residuos mediante compostaje y biodegradación.

Finalmente, la reciente Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular adopta el mandato y establece una fecha límite para la recogida separada de los biorresiduos más ambiciosa a nivel nacional. En el artículo 25.2.b) se establece que las entidades locales con población superior a cinco mil habitantes deben implementar la recogida separada de los biorre-

45. Directiva 2018/851, artículo 10.1.

46. Directiva 2018/851, artículo 10.6.

47. Directiva 2018/851, artículo 22.: “Los Estados miembros garantizarán que, a más tardar el 31 de diciembre de 2023 [] los biorresiduos, bien se separen y reciclen en origen, o bien se recojan de forma separada y no se mezclen con otros tipos de residuos”.

siduos antes del 30 de junio de 2022; el resto de las entidades locales disponen hasta el 31 de diciembre de 2023.

En resumen, para el cumplimiento de lo establecido en el artículo 25, las entidades locales deben adoptar las medidas necesarias para posibilitar la separación y el reciclado en origen de los biorresiduos mediante su compostaje doméstico y comunitario, o su recogida separada y posterior transporte y tratamiento en instalaciones específicas de reciclado, prioritariamente de compostaje y digestión anaerobia o una combinación de ambas, y que no se mezclen a lo largo del tratamiento con otros tipos de residuos.

2.4

Gestión y tratamiento. La jerarquía de los biorresiduos

La Directiva 2008/98/CE define la gestión de residuos como la “recogida, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente”⁴⁸. La gestión de los residuos entra en juego cuando el principio de prevención en la generación no consigue evitar su producción⁴⁹.

La Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular establece en su artículo 28 que “las entidades locales, para el cumplimiento de lo establecido en el artículo 25, adoptarán las medidas necesarias para la separación y el reciclado en origen de los biorresiduos mediante su compostaje doméstico y comunitario, en especial en entidades locales cuya población sea inferior a 1000 habitantes, o su recogida separada y posterior transporte y tratamiento en instalaciones específicas de reciclado, prioritariamente de compostaje y digestión anaerobia o una combinación de ambas, y que no se mezclen a lo largo del tratamiento con otros tipos de residuos”⁵⁰.

48. Directiva 2008/98/CE, artículo 3.9).

49. Ruiz de Apodaca Espinosa (2014: 311).

50. Continúa la Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular, en su artículo 28.1, indicando:

“las entidades locales, cuando así lo establezcan sus respectivas ordenanzas, podrán recoger conjuntamente con los biorresiduos, los residuos de envases y otros residuos de plástico compostable que cumplan con los requisitos de la norma europea EN 13432:2000 ‘Envases y embalajes. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación. Programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje’, así como otros estándares europeos y nacionales sobre compostabilidad de plásticos, y en sus sucesivas actualizaciones, siempre y cuando las entidades locales puedan asegurar que la instalación de tratamiento biológico donde son tratados estos residuos cumple con las condiciones señaladas en las normas anteriores para lograr su tratamiento adecuado.

Los biorresiduos se caracterizan por una gestión y un tratamiento de menor protagonismo en comparación con otros tipos de residuos. No obstante, según diferentes estudios, hasta un 40 por ciento de los residuos de origen domiciliario son biorresiduos, una cantidad muy relevante en comparación con los residuos de envases de plástico, latas, los residuos de papel y cartón o los residuos de envases de vidrio, residuos sobre los cuales ya existen sistemas de recogida separada⁵¹.

De un modo especialmente destacable, la fracción de orgánicos se caracteriza por contener una alta humedad y biodegradabilidad, por lo que es la principal fuente de impactos y riesgos ambientales adversos en los vertederos tradicionales (olores, incendios, COV, contaminación del agua subterránea por lixiviados, cambios climáticos globales, etc.)⁵².

El cuerpo normativo comunitario y, consecuentemente, el estatal y autonómico llevan largo tiempo poniendo en el centro del foco una política de residuos en la que se define una jerarquía de gestión con la prevención como concepto fundamental. A través de la jerarquía de residuos, las Administraciones competentes, en el desarrollo de las políticas y de la legislación en materia de prevención y gestión de residuos, aplicarán el siguiente orden de prioridad⁵³: prevención⁵⁴; preparación para la reutilización⁵⁵; reciclado⁵⁶;

En esos casos, mantendrán informados a los productores de los residuos para que puedan realizar la correcta separación de los mismos.

Cuando los biorresiduos se destinen a compostaje doméstico y comunitario, solo podrán tratarse conjuntamente con los mismos, los envases y otros residuos de plástico compostable que cumplan con los estándares europeos o nacionales de biodegradación a través de compostaje doméstico y comunitario”.

51. Rico Vallejo (2021: 36-37).

52. González-Jiménez y Villalobos-Morales (2021: 13).

53. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 8.

54. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 2.z): “conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir: 1.º La cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos. 2.º Los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro en el uso de materiales o energía. 3.º El contenido de sustancias peligrosas en materiales y productos”.

55. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 2.y): “la operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa y dejen de ser considerados residuos si cumplen las normas de producto aplicables de tipo técnico y de consumo”.

56. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 2.af): “toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno”.

otro tipo de valorización⁵⁷, incluida la valorización energética; y eliminación de los residuos⁵⁸.

Indudablemente, la jerarquía de residuos ha reconfigurado los sistemas de gestión de residuos. Más aún, autores de referencia como Alenza García consideran la jerarquía de residuos como un principio elemental y trascendental del derecho de los residuos⁵⁹.

Como principio tiene esencialmente un carácter orientador e informador de los procesos y las prioridades de gestión de residuos. De este modo, los gestores deben priorizar políticas de prevención y reutilización, o en su defecto de reciclado, frente a tratamientos de eliminación de residuos. Y, en todo caso, el sistema de jerarquía implica que, para pasar al siguiente nivel, el gestor ha debido hacer todo lo posible para alcanzar el objetivo situado en el nivel superior⁶⁰.

Por lo que se refiere a los biorresiduos, presentan multitud de posibilidades de adaptación a la jerarquía de residuos, especialmente a través de múltiples acciones de prevención que eviten que los alimentos acaben siendo residuos desechados. Por ejemplo: reducir desperdicios alimentarios y excedentes en los sistemas de producción, transformación y comercialización de alimentos; redistribuir alimentos a través de donaciones a bancos de alimentos o comedores sociales; el abaratamiento de alimentos próximos a la caducidad; etc.⁶¹ Por otro lado, los biorresiduos presentan, también, importantes posibilidades de valorización y reciclado. A modo de ejemplo: el uso de desperdicios para la alimentación de animales; determinados usos industriales como el desarrollo de aceites, grasas, biocombustibles, jabones o cosméticos; o compostaje doméstico o industrial⁶².

57. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 2.bb): “cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general. En el anexo II, se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de valorización”.

58. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 2.l): “cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o materiales, siempre que estos no superen el 50% en peso del residuo tratado, o el aprovechamiento de energía. En el anexo III se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de eliminación”.

59. Alenza García (2018: 271).

60. Alenza García (2018: 272).

61. Está en auge el desarrollo de aplicaciones móviles con el objetivo de disminuir las cifras de desperdicio de alimentos; existe una aplicación que conecta a establecimientos que pueden tener un excedente de comida, como restaurantes o supermercados, con personas que pueden consumirla a un precio reducido: <https://toogoodtogo.es/es/movement>.

62. El Proyecto de Ley de Prevención de las Pérdidas y el Desperdicio Alimentario prevé en su artículo 5 que “los agentes de la cadena alimentaria deben adaptar sus actuaciones a la siguiente jerarquía de prioridades: a) Prevención de las pérdidas y el desperdi-

Definitivamente, las entidades locales deben asumir un papel orientador de formación, información y guía en materia de seguridad alimentaria, así como de lucha frente al desperdicio de alimentos en los hogares, comercios e industria local⁶³. Ello se puede implantar a través de políticas y acciones informativas integradas, entre otros medios, en la contratación del sector público asociada a la gestión de los residuos municipales.

2.4.1 Reducción de residuos alimentarios⁶⁴

Las pérdidas y el desperdicio de alimentos son señal de un funcionamiento deficiente de los sistemas alimentarios. A lo largo de toda la cadena alimentaria se producen niveles significativos de pérdidas y desperdicio, desde la producción hasta el consumo⁶⁵. Indudablemente, estas deficiencias suponen un irreparable quebranto en términos de justicia social, de protección ambiental y de crecimiento económico.

Este hecho se ha convertido en objetivo prioritario de las políticas internacionales. Así, en la Agenda 2030, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 12 dispone, en su meta 3, que para 2030 hay que “reducir a la mitad el desperdicio de alimentos por habitante correspondiente a los niveles de la venta al por menor y el consumidor y reducir la pérdida de alimentos a lo largo de las cadenas de producción y suministro”. Este objetivo aparece muy vinculado a otros como el ODS 2 (“Hambre cero”), el ODS 11 (“Ciudades y comunidades sostenibles”) o el ODS 13 (“Acciones para el clima”), y conforma un elemento transversal a la actuación internacional en la materia.

cio alimentario. b) Utilización para la alimentación humana incluida la donación y otros tipos de redistribución para consumo humano. c) Transformación de los productos que no se han vendido pero que siguen siendo aptos para el consumo. d) Uso de los alimentos como subproductos destinándolos a la alimentación animal y fabricación de piensos. e) Uso como subproducto en otra industria f) Valorización material mediante la obtención de compost de calidad y digerido para su uso en agricultura. g) Valorización energética mediante la obtención de biogás u otros tipos de valorización energética mediante la obtención de combustibles”.

63. Consejería de Desarrollo Sostenible de Castilla-La Mancha (2021: 27). En términos generales, el desperdicio alimentario está asociado a cuatro grandes grupos generadores. En el estudio *Preparatory Study On Food Waste Across Eu 27*, elaborado en 2010 por la Comisión Europea y por BIO Intelligence Service, se asignaron los siguientes porcentajes de generación: consumidores (42 por ciento); restauración (14 por ciento); distribución (5 por ciento); fabricación y transformación (39 por ciento).

64. Salamero Teixidó (2020).

65. Bourges (2016).

Por su parte, la Unión Europea, con inicio en 2010, ha ido diseñando un profuso conglomerado de iniciativas para luchar contra estas prácticas⁶⁶. Podemos destacar la Resolución sobre la “Iniciativa sobre el uso eficiente de los recursos: reducir el desperdicio alimentario y garantizar la seguridad alimentaria” de 2017 como el primer hito en la lucha frente al desperdicio de alimentos. A través de esta iniciativa se fija un objetivo de reducción del desperdicio de alimentos en la Unión Europea del 30 por ciento para 2025 y del 50 por ciento hasta 2030⁶⁷.

Seguidamente, la Directiva (UE) 2018/851 adopta la definición de “residuo alimentario”, “como todos los alimentos que se han convertido en residuos”, y se incentiva “la recogida de productos alimentarios no vendidos en todas las fases de la cadena de suministro de alimentos y para su redistribución segura, también a organizaciones de beneficencia”⁶⁸. Estas metas quedan complementadas por la Decisión delegada (UE) 2019/2587 sobre una metodología común, requisitos mínimos de calidad para la medición uniforme de los residuos alimentarios, donde se establece la obligación de medir todos los años la cantidad total de residuos alimentarios generados en cada uno de los eslabones de la cadena de suministro de alimentos, entre otras cuestiones⁶⁹.

En España, la “Estrategia Española de Economía Circular, España Circular 2030” sienta las bases para impulsar un nuevo modelo de producción y consumo. Para ello prevé reducir la generación de residuos de alimentos en

66. Por ejemplo, en 2010 la Comisión elaboró el pionero “Estudio preparatorio de los residuos alimentarios en la UE-27”. Posteriormente, se aprueba la Resolución del Parlamento Europeo, de 19 de enero de 2012, sobre cómo evitar el desperdicio de alimentos: estrategias para mejorar la eficiencia de la cadena alimentaria en la UE.

67. Estos objetivos son posteriormente recogidos en la Directiva (UE) 2018/851, considerando 31: “los Estados miembros deben aspirar a alcanzar un objetivo indicativo de reducción de los residuos alimentarios a escala de la Unión del 30% para 2025 y del 50% para 2030. Habida cuenta de los beneficios ambientales, sociales y económicos de la prevención de residuos alimentarios, los Estados miembros deben establecer medidas específicas al respecto, incluyendo entre ellas campañas de concienciación para demostrar cómo se pueden prevenir los residuos alimentarios, en sus programas de prevención de residuos. Los Estados miembros deben medir los avances logrados en la reducción de los residuos alimentarios. Para medir estos avances y facilitar el intercambio de buenas prácticas a nivel de la Unión, tanto entre Estados miembros como entre operadores del sector alimentario, debe establecerse una metodología común para tales mediciones. A partir de dicha metodología, la comunicación de datos sobre los niveles de residuos alimentarios debe tener lugar con periodicidad anual”.

68. Directiva (UE) 2018/851, considerando 32.

69. En el marco de la Estrategia “Más alimento, menos desperdicio”, se contabiliza el desperdicio alimentario en los hogares mediante el “Panel de desperdicio alimentario”. De acuerdo con los datos de 2018, los hogares españoles tiraron a la basura 1339 millones de kg o litros de alimentos y bebidas (dependiendo de su naturaleza). Estos datos muestran un aumento del volumen de alimentos desperdiciados del 8,9 por ciento de 2017 a 2018.

toda cadena alimentaria: un 50 por ciento de reducción per cápita a nivel de hogar y consumo minorista; y un 20 por ciento en las cadenas de producción y suministro a partir del año 2020⁷⁰.

La Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular prevé en su artículo 18 multitud de medidas para la prevención de residuos. En relación con los biorresiduos se establece el mandato para:

- Reducir la generación de residuos alimentarios en la producción primaria, en la transformación y la fabricación, en la venta minorista y otros tipos de distribución de alimentos, en restaurantes y servicios de comidas, así como en los hogares. Se pretende una reducción del 50 por ciento de los residuos alimentarios per cápita en el plano de la venta minorista y de los consumidores, y una reducción del 20 por ciento de las pérdidas de alimentos a lo largo de las cadenas de producción y suministro para 2030, respecto a 2020, como contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas⁷¹.
- Fomentar la donación de alimentos y otros tipos de distribución para consumo humano, priorizándolo frente a la alimentación animal y a la transformación en productos no alimenticios⁷².

El mandato va dirigido a la Administración estatal para incluir las mencionadas medidas en el Programa estatal de prevención de residuos, así como a las Administraciones autonómicas para su previsión en los programas autonómicos. Por el contrario, las entidades locales quedan fuera de esta consigna, por lo menos en su carácter obligatorio, puesto que se les anima a establecer también medidas para favorecer la reducción de los residuos alimentarios, en su caso, en colaboración con los establecimientos de restauración y distribución de alimentos.

En definitiva, al objeto de dar cumplimiento al artículo 18.1.h), y contribuir a la consecución de los objetivos del artículo 18.1.g), las empresas de la producción primaria, las industrias alimentarias, y las empresas de distribución y de restauración colectiva, deberán priorizar, por este orden, la donación de alimentos y otros tipos de distribución para consumo humano, o la transformación de los productos que no se han vendido, pero que siguen siendo aptos para el consumo; la alimentación animal y la fabricación de

70. Subdirección General de Economía Circular y Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (2022: 28).

71. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 18.1.g).

72. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 18.1.h).

piensos; su uso como subproductos en otra industria; y en última instancia, ya como residuos, el reciclado y, en particular, la obtención de compost y digerido de máxima calidad para su uso en los suelos con el objetivo de producir un beneficio a los mismos, y, cuando no sea posible lo anterior, la obtención de combustibles⁷³.

En lo que respecta a la reducción del residuo alimentario en las empresas de distribución alimentaria y de restauración, se anima a las entidades locales a establecer, en las correspondientes ordenanzas sobre la financiación de los servicios de recogida de residuos, bonificaciones en las tasas o, en su caso, en las prestaciones patrimoniales de carácter público no tributario que graven la prestación de dichos servicios de recogida⁷⁴.

Más aún, el Consejo de Ministros ha aprobado en primera lectura el Proyecto de Ley de Prevención de las Pérdidas y el Desperdicio Alimentario. Esta norma plantea una regulación novedosa a nivel estatal, no tanto así a nivel autonómico, donde se han aprobado disposiciones con carácter previo, por ejemplo la Ley 3/2020, de 11 de marzo, de prevención de las pérdidas y el despilfarro alimentarios de Cataluña.

El Proyecto estatal fija como objetivo “la prevención y reducción de las pérdidas y desperdicio de alimentos por parte de todos los agentes de la cadena alimentaria; establecer una jerarquía de prioridades, facilitar la donación de alimentos y contribuir a satisfacer las necesidades alimentarias de la población más vulnerable así como una producción y consumo más sostenible; y sensibilizar, formar, movilizar a todos los agentes de la cadena en una gestión adecuada de los alimentos así como en materia de información alimentaria”⁷⁵.

Todo ello, a través de numerosas obligaciones y buenas prácticas dirigidas a los agentes de la cadena alimentaria, empresas de hostelería, proveedores de servicios alimentarios, entidades de iniciativa social y otras organizaciones sin ánimo de lucro y Administraciones públicas⁷⁶. Mandatos que, con

73. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 19.2.

74. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 19.4.

75. Proyecto de Ley de Prevención de las Pérdidas y el Desperdicio Alimentario, artículo 1.

76. Actualmente, existen varias *apps* en todo el mundo que permiten reducir los residuos que se generan. El modelo es muy sencillo: en lugar de tirar alimentos en buen estado que acabarían en la basura, antes de que caduquen, haya que retirarlos o haya que tirar porque no se han consumido, esta *app* ofrece dichos productos con grandes descuentos para que los usuarios los adquieran en las tiendas o restaurantes: <https://www.tendencias.com/tecnologia/7-apps-para-comprar-comida-a-punto-pasarse-comer-a-mitad-precio> (última consulta, 5 de abril de 2022).

carácter general, priorizan las políticas de sensibilización y formación del consumidor y del personal; sistemas de donación y distribución de excedentes de alimentos; uso racional de los recursos; fomentar la entrega a proyectos de compostaje de los restos alimentarios conforme a la normativa de residuos; etcétera.

2.4.2

Tratamiento y reciclado: el compostaje⁷⁷

En Europa, el sistema de compostaje se inicia en la década de los años setenta mediante plantas de compostaje de gran escala, las cuales estaban proyectadas para tratar aproximadamente el 35 por ciento de los residuos sólidos municipales. Sin embargo, prevalecía el procesamiento de biorresiduos sin separación en la fuente y productos de baja calidad que dificultan su uso en agricultura. Esto derivó en el cierre de un considerable número de plantas en los años 80 y en el desarrollo de plantas de separación en la fuente⁷⁸.

La correcta separación de los biorresiduos en el origen es el primer paso para su adecuada gestión. Es la etapa clave que condiciona tanto la recogida como su posterior tratamiento. El proceso de separación pasa por evitar al máximo la cantidad de residuos impropios que se integran con los biorresiduos, es decir, no mezclar plásticos, cartones, vidrios o cualquier otro residuo que no sea de origen orgánico.

Mediante la Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular, la preparación de la reutilización y el reciclado de calidad permite “establecer reglamentariamente el porcentaje máximo de impropios presente en cada una de las fracciones para su consideración como recogida separada”. Igualmente, este porcentaje podrá ser reducido mediante orden ministerial. No obstante, la propia Ley prevé que el porcentaje máximo de impropios permitido sea del 20 por ciento desde 2022 y del 15 por ciento desde 2027⁷⁹.

Esta es una cifra muy alejada de la recomendada en la propia Guía para la implantación de la recogida separada y tratamiento de la fracción orgánica, elaborada desde el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en el año 2013, en la cual se concluye que los residuos impropios no deben

⁷⁷. La Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular define “compost” en el artículo 2.i) como la “enmienda orgánica obtenida a partir del tratamiento biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente”.

⁷⁸. Oviedo-Ocaña *et al.* (2012: 69-70).

⁷⁹. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, artículo 25.4.

superar el 5 por ciento del total de residuos depositados (aunque lo ideal es que haya menos de un 2 por ciento de impropios).

Cuando el nivel de impropios en la fracción orgánica de recogida separada supera este porcentaje, se producen transferencias de contaminantes, perceptibles (vidrios, plásticos, etc.) o no (metales pesados), que afectan a la calidad de estos biorresiduos, además de complicar y encarecer su tratamiento para poder aprovecharlos⁸⁰.

Para alcanzar los objetivos de separación en origen, son las entidades locales las que deben establecer mecanismos de control, mediante caracterizaciones periódicas, y reducción de impropios para cada flujo de recogida separada.

En cuestión, las entidades locales deben adaptar las ordenanzas municipales, de manera que se garantice el cumplimiento de las nuevas obligaciones relativas a la recogida y gestión de los residuos de su competencia en los plazos fijados en la Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Para la adecuada gestión de los biorresiduos, la disposición final séptima permite fijar tasas o prestaciones patrimoniales de carácter público no tributario, que promuevan “la diferenciación o reducción en el supuesto de prácticas de compostaje doméstico o comunitario o de separación y recogida separada de materia orgánica compostable”.

La cantidad de residuos municipales biodegradables que se someta a tratamiento aerobio o anaerobio podrá contabilizarse como reciclada cuando ese tratamiento genere compost, digerido u otro resultado con una cantidad similar de contenido reciclado en relación con el residuo entrante, que vaya a utilizarse como producto, material, o sustancia reciclada. Ahora bien, a partir del 1 de enero de 2027 se podrán contabilizar como reciclados los biorresiduos municipales que se sometan a un tratamiento aerobio o anaerobio solo si han sido recogidos de forma separada o separados en origen.

En municipios con amplias zonas rurales se puede promover el compostaje doméstico, que es un proceso sencillo que puede ser complementario al servicio de recogida habitual, puesto que permite tratar los biorresiduos en origen.

2.5

Los biorresiduos en la contratación del sector público

La recogida selectiva de los biorresiduos ha adquirido un evidente protagonismo en la actividad de contratación del sector público. De este modo, cada

80. Rodríguez *et al.* (2013: 46).

vez es más frecuente el diseño de pliegos donde se integra la recogida separada de fracción orgánica y verde.

La forma de integrar el sistema de recogida es diversa y variada. Para ello, las entidades locales con mayores dificultades técnicas y organizativas han optado por integrar la recogida separada de los biorresiduos de forma paulatina, iniciando los contratos sin este sistema e implantando el operativo durante el transcurso del mismo y de modo progresivo en su territorio.

De modo habitual, las entidades locales suelen iniciar la implantación del compostaje de biorresiduos con los residuos verdes de parques y jardines, por la mayor sencillez que presenta su recogida y tratamiento, así como la comercialización del compost resultante. De cualquier modo, es imperativo gestionar separadamente los residuos de fracción orgánica (cocina) y fracción verde, porque dichas fracciones presentan propiedades muy diferentes⁸¹.

Otras entidades locales han gestionado contratos públicos de recogida de biorresiduos de forma específica. Incluso se pueden localizar contratos exclusivamente sobre campañas informativas y de sensibilización con motivo de la implantación de la recogida diferenciada de biorresiduos.

A través del nuevo mandato legal, las empresas licitadoras deberán tener en cuenta la integración de la recogida selectiva de los biorresiduos en el diseño del servicio propuesto, tanto para los usuarios domiciliarios como para las actividades comerciales.

Las condiciones técnicas para la prestación del servicio no serán muy distintas a las empleadas para el resto de las fracciones. A su vez, es recomendable que cuando la recogida de la fracción orgánica sea implantada por primera vez, la Administración pública responsable valore la previsión de una campaña de formación y difusión a la ciudadanía para promover el adecuado conocimiento de la tipología de residuos que considera esta fracción y los beneficios de implantar su recogida separada.

A la hora de implantar la recogida separada de los biorresiduos, la Administración pública debe prever y valorar diversos factores, a saber: el sistema a implantar, la frecuencia de recogida, y el tratamiento y reciclado.

Con carácter previo la entidad local debe considerar dos aspectos esenciales: en primer lugar, los factores demográficos y socioeconómicos, como el número de habitantes, agregación familiar, número de hogares y viviendas, estacionalidad y flujos poblacionales, nivel de renta y empleo, y movilidad laboral. A nivel comercial debe identificar las tipologías de actividades comerciales, sectores económicos y número de establecimientos.

81. Ansorena Miner (2016: 87).

En segundo lugar, los aspectos urbanísticos, geográficos y climáticos, como la superficie del núcleo urbano y del término municipal (zonas urbanas y rurales), la tipología de viviendas (edificación vertical u horizontal) y la circulación urbana (longitud y anchura de calles, sentidos de circulación, pendientes, etcétera).

– *El sistema de recogida:*

Los sistemas de recogida de residuos utilizados, con carácter general, son el modelo de recogida puerta a puerta o el modelo de aportación mediante contenedores de superficie, contenedores soterrados o recogida neumática. De cualquier modo, es posible que en un mismo municipio coexistan diferentes sistemas de recogida en zonas diferenciadas, especialmente cuando cada una de ellas presente un conjunto de características (urbanísticas, socioeconómicas, etc.) homogéneas que lo permitan.

En España, el sistema más extendido de recogida de biorresiduos es la recogida a través de contenedores, para su posterior tratamiento en instalaciones específicas de reciclado⁸². No obstante, el modelo de recogida puerta a puerta es un sistema muy extendido en Europa y de reciente incorporación en la península. Este sistema consiste en la entrega de los residuos (domiciliarios o comerciales, selectivos o mezclados) por parte del generador en cada puerta, portal, patio interior u otras zonas accesibles del edificio o vivienda, de acuerdo con un calendario y horario preestablecidos⁸³.

El valor del modelo de recogida puerta a puerta viene dado por la importancia que tiene la adecuada separación en origen para el correcto tratamiento de los biorresiduos. Si para cualquier residuo es importante la separación en origen para el éxito final en su reciclaje, para la recogida de biorresiduos esta separación es fundamental. De esta manera, el digerido obtenido en las plantas de tratamiento de residuos mezclados no se considera compost, sino material bioestabilizado, y su utilización posterior como materia prima es casi residual, obligando a las entidades locales incluso a pagar para encontrar empresas que lo quieran utilizar.

– *Frecuencia de recogida:*

La frecuencia de recogida de las diversas fracciones de los residuos de competencia municipal es un claro indicador de la calidad del servicio pres-

82. Ansorena Miner (2016: 88). Según los datos obtenidos en el Programa de gestión de residuos de Cataluña, los costes totales del sistema de recogida puerta a puerta son de 120 euros por tonelada, frente a los 100 euros por tonelada correspondientes al sistema de cinco contenedores.

83. Subdirección General de Economía Circular y Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (2022: 61).

tado y, al mismo tiempo, es el principal indicador de los costes asociados a la recogida.

En los biorresiduos, la fracción que requiere una mayor frecuencia de recogida es la fracción orgánica (por encima de la fracción verde), ya que por sus características es difícil mantenerla tanto en los domicilios como en las calles. Con carácter general, las frecuencias utilizadas para la recogida separada de la fracción orgánica son entre 3-7 veces a la semana.

La frecuencia varía dependiendo del sistema de recogida elegido. El sistema de recogidas puerta a puerta requiere del establecimiento de un calendario de recogida mediante el cual se pautan los días de la semana en que los usuarios deben aportar cada una de las diversas fracciones (que obviamente coincide con el día en que el servicio las acepta y recoge). En algunas ocasiones, en el caso de grandes municipios, pueden llegarse a establecer diversos calendarios de recogida para los diversos barrios o distritos⁸⁴.

Por el contrario, para los sistemas de contenedores no se estipula qué días los usuarios deben depositar los residuos, pero sí que se suele recomendar una franja horaria para su aportación. Es decir, los usuarios pueden depositar los residuos cualquier día, aunque el servicio internamente sigue un calendario de recogida.

– *Tratamiento y reciclado:*

El tratamiento y reciclado de los biorresiduos es una fase de la cadena de gestión considerablemente dependiente de la recogida segregada del desecho en origen, dado que, si el nivel de impropios en el residuo es elevado, las instalaciones se encuentran con graves problemas y con rendimientos que no justifican su coste ni su instalación⁸⁵.

En términos generales, las instalaciones de tratamiento de biorresiduos de competencia municipal de gran capacidad combinan tratamientos anaerobios y aerobios, con la finalidad de aprovechar las ventajas energéticas del biogás generado en la fase anaerobia y facilitar el tratamiento aerobio que revalorice el residuo en compostaje.

Ahora bien, las entidades locales deben tener presente que la digestión anaerobia, en condiciones óptimas, tiene un balance energético más favorable que el compostaje, pero es más costosa, tanto desde el punto de vista económico (instalación y mantenimiento) como de control, es menos robusta que el

⁸⁴. Subdirección General de Economía Circular y Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (2022: 56).

⁸⁵. Subdirección General de Economía Circular y Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (2022: 104).

compostaje y, en caso de ser aplicada a los residuos de competencia municipal, ambos sistemas coinciden en los problemas que generan los impropios⁸⁶.

3

La gestión de los residuos en la *Smart City*. La aplicación de las nuevas tecnologías en la recogida de los biorresiduos

3.1

Una aproximación al fenómeno de la *Smart City*

La sociedad contemporánea se caracteriza por la existencia de dos tendencias inevitables que están alterando todos los aspectos de la vida de su ciudadanía: por una parte, la creciente urbanización a escala mundial; y por otra, la revolución digital. En este contexto surge el concepto de “ciudad inteligente” o *Smart City*⁸⁷.

La Comisión de Ciudades Digitales y del Conocimiento de CGLU reconoce que el desarrollo y el auge de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han generado un nuevo modelo de ciudad, donde la tecnología se posiciona como una herramienta esencial para hacer de las ciudades un lugar funcional, moderno y habitable⁸⁸. De la necesidad de modificar los modelos de organización de las ciudades surge el concepto anglosajón de *Smart City*; un concepto que está en constante cambio y revisión⁸⁹. En suma, como acertadamente expone Simou, “el concepto de la ciudad inteligente nace, en un entorno de plena revolución tecnológica, como un concepto extrajurídico abierto, evolutivo y, de momento, vago que está en proceso de construcción y depuración”⁹⁰. Así, la configuración clásica del municipio está siendo objeto de un proceso de actualización para dar paso a la *Smart City*, con el fin estructural de hallar soluciones innovadoras a los problemas y retos que tienen que afrontar las ciudades de hoy en día⁹¹.

Como acertadamente expone Zamora Roselló, las entidades locales “son competentes para la gestión de sus residuos y, por tanto, se encuentran en el eje para la transformación de un modelo que se encuentra obsoleto”⁹².

86. Subdirección General de Economía Circular y Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (2022: 106).

87. Fuentes i Gasó (2021: 127): “Se prevé que para el año 2020 el 60% de la población será urbana, pero esta cifra seguirá aumentando hasta el 70% en el año 2050; concretamente, se proyecta un crecimiento de 3,5 billones a 5 billones en 2030, lo que va a incrementar las necesidades de residentes, como, por ejemplo, el consumo energético”.

88. Font i Llovet (2021).

89. Olmedo y López (2015: 42).

90. Simou (2021: 78).

91. Barrio Andrés (2016: 1).

92. Zamora Roselló (2018: 33).

El concepto de “*Smart City*” es un elemento novedoso y poco consensuado en la doctrina administrativa. Como indica Martínez Gutiérrez, se trata de un concepto todavía sometido a debate, y en proceso de construcción⁹³. Desde la perspectiva jurídica, los elementos que pueden integrar una *Smart City* dificultan concretar una definición precisa. Asimismo, cada área doctrinal ha aportado su propio concepto.

Por su parte, Barrio Andrés define “*Smart City*” como “aquel municipio en el cual las inversiones contribuyen al desarrollo económico sostenible y a una alta calidad de vida con una adecuada gestión de los recursos naturales mediante un gobierno abierto”⁹⁴. A su vez, García Rubio define este término como “un fenómeno de implantación en el entorno urbano de una serie de avances tecnológicos y disposiciones técnicas, que permiten una mejor relación con el entorno de la ciudadanía”⁹⁵.

De un modo más amplio, el *EIP-SC European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities* concluye que “las Ciudades Inteligentes deben ser consideradas como sistemas de personas que interactúan y usan flujos de energía, materiales, servicios y financiación para catalizar el desarrollo económico sostenible, la resiliencia, y una alta calidad de vida; estos flujos e interacciones se hacen ‘inteligentes’ mediante el uso estratégico de infraestructuras y servicios de TICs en un proceso de planificación urbana y gestión transparentes que responda a las necesidades sociales y económicas de la sociedad”.

Para el derecho administrativo, la *Smart City* supone la integración de las nuevas tecnologías, como las Tecnologías de la Información y la Comunicación, en las Administraciones locales, con carácter especial para la mejora en la aplicación de los servicios municipales. Este binomio que se origina de la unión de la Administración local y sus servicios, de un lado, y las nuevas tecnologías, de otro, está también sometido a desarrollos tecnológicos como el *big data*⁹⁶. Más aún, la *Smart City* integra elementos de innovación económica y productiva (*smart economy*); de gestión de servicios (*smart governance*); de mejoras tecnológicas en la ciudad (*smart citizens*); de aplicaciones medioambientales y del entorno (*smart environment*); y de bienestar, aplicables a educación, cultura, sanidad y turismo (*smart living*)⁹⁷.

De cualquier modo, España se encuentra todavía lejos de albergar una ciudad inteligente. En todo caso, y siguiendo las conclusiones de Almeida Cerrada y Santiago Iglesias, “podríamos hablar de comunidades inteligentes pilo-

93. Martínez Gutiérrez (2021: 35).

94. Barrio Andrés (2016: 2).

95. García Rubio (2014: 50).

96. Simou (2021: 78); Capdeferro Villagrasa (2021: 125).

97. Olmedo y López (2015: 44).

to, es decir, aquellas en cuyo ámbito espacial se han diseñado e implementado acciones específicas relativas a una o, incluso, más dimensiones –como, por ejemplo, la introducción de sistemas inteligentes de movilidad o de recogida de residuos–, pero cuyas iniciativas son administradas de forma aislada, tratándose, en la mayoría de los casos, de soluciones a un problema concreto”⁹⁸.

3.2

Las nuevas tecnologías aplicadas a la gestión de residuos

Una de las finalidades más destacables de la *Smart City* es el empleo de la tecnología y los datos disponibles para prestar servicios más proactivos, participativos, de calidad y eficientes relacionados con la movilidad y el transporte, la gestión de los residuos, la seguridad de los asentamientos urbanos, el alumbrado público, la gestión de la energía y del agua en las ciudades⁹⁹.

Las nuevas tecnologías se han convertido en una herramienta esencial para la gestión de determinados servicios municipales, donde destaca la recogida de residuos, especialmente, pudiendo ayudar a los responsables técnicos a incrementar la recogida selectiva y realizar un mayor control del servicio. La implantación de determinadas tecnologías permite realizar una gestión integrada de los elementos y servicios ofrecidos para mejorar y optimizar su prestación; identificar la participación ciudadana en los sistemas de recogida selectiva y tratamiento de residuos u ofrecer otros incentivos, impulsar sistemas de pago por generación, etc.

Desde hace algunos años, la integración de las nuevas tecnologías en los servicios de recogida de residuos sólidos urbanos está en constante auge, aunque conviene aclarar que esta unión se viene desarrollando desde hace aproximadamente veinte años, con especial intensidad, en los municipios del norte de la península.

Al respecto, la Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular, en su artículo 25.2, anima a implantar “entre los modelos de recogida de las fracciones que establezcan las Entidades locales [...] los modelos de recogida más eficientes, como el puerta a puerta y el uso de contenedores cerrados o inteligentes”.

La tecnología empleada ha variado durante los últimos años, desde tarjetas de apertura y acceso a los contenedores, pasando por códigos QR, y, actualmente, sistemas NFC. A continuación, se procede a analizar los prin-

98. Almeida y Santiago (2021: 48).

99. Simou (2021: 80).

cipales sistemas tecnológicos empleados en la recogida separada de residuos municipales en general, y los biorresiduos, en particular:

❖ *La tarjeta magnética*:¹⁰⁰

El dispositivo tecnológico más extendido en la recogida separada de biorresiduos son las tarjetas magnéticas. Mediante el uso de esta herramienta se permite programar la frecuencia y el sujeto que puede abrir los contenedores. Para ello, la entidad local tiene la capacidad de programar mediante un *software* informático qué días quiere que el contenedor se pueda abrir, en función de las necesidades y objetivos que se quieran conseguir. Asimismo, la tarjeta permite la identificación de los usuarios mediante el lector instalado en el contenedor. Esto establece un sistema de recogida que evita el anonimato del usuario y, a la vez, adopta un control sobre quién utiliza el contenedor, con qué frecuencia e incluso qué residuos deposita.

El sistema de apertura de los contenedores mediante tarjeta magnética requiere de los siguientes elementos: un cierre electrónico que lee la tarjeta del usuario y que integra los permisos para abrir el contenedor; un software informático de gestión de los permisos de apertura de los contenedores y control de usuarios; y las tarjetas inteligentes que contienen los perfiles de acceso de los usuarios autorizados y la información de los contenedores, horarios, etc.

100. A modo de ejemplo, la Mancomunidad de Servicios de Txingudi incorporó en 2013 el contenedor marrón para la recogida de la fracción orgánica. Inicialmente, la recogida se realizaba a través de contenedores de apertura con llave, sistema que se cambió a finales del 2016 pasando a contenedores con apertura electrónica. La Mancomunidad Sasieta presta el servicio de recogida, transporte, tratamiento y eliminación de residuos generados en el ámbito de los 22 municipios. La apertura de los contenedores se realiza mediante una tarjeta inteligente que los ciudadanos deben solicitar al Ayuntamiento. En julio de 2014, San Sebastián (186 370 habitantes) implantó el quinto contenedor para la recogida de la fracción orgánica. Estos contenedores, ubicados en la vía pública, están dotados con una cerradura electrónica y solo se pueden abrir con la tarjeta, que los ciudadanos deben solicitar al Ayuntamiento. La Mancomunidad Urola Kosta presta el servicio de recogida, transporte, tratamiento y eliminación de residuos generados en el ámbito de los 5 municipios. A partir del 1 de febrero de 2018, entró en funcionamiento un nuevo sistema de recogida de residuos, que incluye el uso de una tarjeta electrónica para abrir los contenedores de las fracciones materia orgánica y resto. La Mancomunidad Comarcal de Debabarrena presta el servicio de gestión integral de los residuos urbanos y asimilables y de limpieza viaria pública en el ámbito de los 8 municipios que la integran: Deba, Eibar, Elgoibar, Ermua, Mallabia, Mendaro, Mutriku y Soralue. A partir del 2014, se cambió el sistema sustituyendo la apertura con llave por contenedores con apertura electrónica, empleando la tecnología RFID. En el municipio de Sevilla, en diciembre de 2018 se instalaron los primeros contenedores inteligentes de fracción orgánica en los hogares y comercios de determinados barrios. Se instalaron un total de 150 contenedores con sistema de apertura electrónica personalizada en la vía pública. Se prevé que en el año 2023 el nuevo sistema de recogida de la fracción orgánica esté instalado en todos los barrios de la ciudad. Más información en el siguiente enlace: <https://www.sostenibilidadresiduos.es/incorporacion-de-sistemas-de-apertura-con-tarjeta-> (última consulta, 5 de abril de 2022).

Este complejo sistema permite identificar a los usuarios que participan en los esquemas de recogida selectiva, que en muchos municipios y en determinados residuos (como los biorresiduos o la fracción orgánica) suele ser a través de una participación de naturaleza voluntaria.

Las tarjetas magnéticas se pueden vincular a un determinado domicilio o comercio y permiten realizar lecturas en tiempo real. En este contexto, esta tecnología permite mejorar la eficiencia del servicio de recogida, con la posibilidad de introducir y consultar las incidencias asociadas al servicio en tiempo real y, por tanto, resolver las incidencias de una forma más rápida y ágil; realizar un seguimiento de los hogares y comercios que participan de forma activa en los esquemas de recogida selectiva; otorgar bonificaciones y/o imponer sanciones gracias a la posibilidad de identificar a su propietario; e implantar sistemas de pago por generación¹⁰¹.

❖ La tecnología QR (siglas en inglés, Quick Response):¹⁰²

La tecnología QR no representa una herramienta de especial novedad; sin embargo, las amplias limitaciones generadas por la pandemia ocasionada por el SARS-CoV2 han extendido en gran medida la implantación de esta herramienta en multitud de ámbitos. Particularmente, su empleo a través de *smartphone* facilita el uso, prescindiendo de otros elementos como la tarjeta magnética. Por tanto, mediante la colocación de adhesivos QR y *smartphone* o dispositivos *Tablet* se pueden conectar los elementos de la ciudad con usuarios, trabajadores y gestores.

101. ECOVIDRIO. Utilización de la tecnología RFID en la recogida de residuos: https://www.sostenibilidadresiduos.es/media/files/Actuaciones/Codigo_06/Codi_06.pdf (última consulta, 5 de abril de 2022).

102. A modo ejemplo, en el municipio de Usurbil (6165 habitantes) en 2014 se implantó un sistema de pago por generación, circunstancia que provocó la introducción de cambios en el sistema de recogida de residuos puerta a puerta. Concretamente, se modificó el modo de depositar la fracción resto que, en vez de sacarse con una bolsa, se saca a través de un cubo gris de 10 litros que el Ayuntamiento de Usurbil repartió en cada barrio de forma gratuita. Cada cubo dispone de una etiqueta identificativa de la vivienda (código QR y código de barras), posibilitando, así, que se desarrolle un sistema de pago por generación para calcular el importe de la tasa de residuos. La Mancomunitat d'Escombraries de l'Urgellet presta el servicio de recogida, transporte, tratamiento y eliminación de residuos generados en el ámbito de los 11 municipios; a finales de 2017, impulsó una prueba piloto para incentivar la recogida selectiva mediante el uso de la tecnología QR. El proyecto, que contó con la participación de 200 familias voluntarias durante cuatro meses, consistía en la identificación de los usuarios mediante una aplicación para *smartphones* y el uso de un adhesivo QR colocado en todos los contenedores, manteniéndolos siempre abiertos. Finalmente, Logroño (150 979 habitantes) y Palma (406 492 habitantes) participan en el proyecto TagItSmart, que implica la utilización de la tecnología QR en la recogida de residuos. Más información en el siguiente enlace: <https://sostenibilidadresiduos.es/utilizacion-de-la-tecnologia-qr-para-incrementar-> (última consulta, 5 de abril de 2022).

Del mismo modo, este sistema permite identificar a los usuarios que participan en la recogida selectiva, aplicar bonificaciones o implementar sistemas de pago por generación. El sistema también se puede utilizar para recoger las incidencias del servicio, tanto por parte de los operarios de la recogida como por los servicios de inspección y control.

Asimismo, el sistema permite implantar adhesivos QR en las bolsas que se pueden disponer de modo específico en determinados comercios con cierta incidencia en la producción de residuos. Estas bolsas se pueden utilizar en municipios con un sistema de recogida de residuos con contenedores en la vía pública, aun cuando su aplicación es especialmente interesante en municipios con un sistema de recogida puerta a puerta.

❖ La tecnología NFC (siglas en inglés, Near Field Communication):¹⁰³

La tecnología NFC es un sistema de comunicación inalámbrico integrado en los *smartphones* y dispositivos *Tablet*, que se utiliza para múltiples aplicaciones, principalmente para realizar pagos con tarjeta de crédito o débito, transferir archivos digitales, etcétera.

Esta tecnología implica un funcionamiento similar a los códigos QR. Requiere la colocación de chips NFC en los contenedores, que identifican al usuario simplemente con acercar el *smartphone*. Esto permite la apertura del contenedor, con el consiguiente rastreo de los residuos depositados, frecuencia y peso.

Aunque en la práctica los códigos QR y la tecnología NFC implican sistemas de funcionamiento similares, ciertamente existen algunas diferencias entre ambas herramientas:

- La tecnología NFC es más sencilla e intuitiva. Es suficiente con acercar un dispositivo *Tablet* o *smartphone* al chip del contenedor. Por otro lado, los códigos QR necesitan aplicar la cámara del móvil para leer el contenido.
- La tecnología NFC permite una lectura más rápida. Los códigos QR precisan del enfoque de la cámara.

¹⁰³. En 2017, Mollet del Vallès (51 128 habitantes) inició una prueba piloto con la implantación de 1500 chips NFC en los contenedores de recogida de residuos, con el objetivo de mejorar la gestión de la recogida y ganar en eficiencia. El Consell Comarcal de la Segarra presta el servicio de recogida, transporte, tratamiento y eliminación de residuos generados en el ámbito de los municipios que lo integran. Tras constatar el estancamiento de los niveles de recogida selectiva, a finales de 2017, se apostó por la innovación, incorporando la tecnología NFC en el modelo de gestión. Esta tecnología se ha extendido de manera progresiva en los municipios de Guissona (7014 habitantes), Torà (1223 habitantes) y Sant Guim de Freixenet (1028 habitantes). Más información en el siguiente enlace: <https://www.sostenibilidadresiduos.es/utilizacion-de-la-tecnologia-nfc-en-la-recogida-de> (última consulta, 5 de abril de 2022).

- Por otro lado, los códigos QR son algo más sencillo y barato de implementar en comparación con la tecnología NFC y sus etiquetas. Además, se pueden aplicar también a las bolsas de basura.
 - Finalmente, la tecnología NFC requiere dispositivos que permitan su uso. Al contrario que los códigos QR, en la actualidad esta tecnología no está suficientemente extendida.
- ❖ Los contenedores inteligentes con sensor de nivel de llenado FLS (por sus siglas en inglés, Filling Level Sensor):¹⁰⁴

Es una tecnología muy extendida en los servicios municipales de recogida de residuos sólidos urbanos. Se trata de un sensor ultrasónico que se instala en la tapa del contenedor, con independencia de si se trata de un contenedor soterrado, semisoterrado o de superficie. Gracias a la transmisión de datos en tiempo real, permite conocer toda la información sobre el nivel de llenado y el estado del contenedor. Esta información optimiza rutas de recolección, y genera horarios de vaciado adaptados, además de reducir la contaminación acústica y las emisiones de carbono de los camiones de recogida.

4

Conclusiones

- En las políticas ambientales es cada vez más habitual dedicar un espacio a la gestión de los residuos. A su vez, en cómputos globales, la producción de residuos municipales abarca entre el 7-10 por ciento de los residuos totales generados en el territorio de la Unión Europea¹⁰⁵. Suficiente muestra de la relevancia que adquieren las entidades locales para la consecución de los distintos objetivos ambientales.

Ello supone el desarrollo de políticas locales orientadas esencialmente sobre el principio de jerarquía de residuos y los valores que inspiran la economía circular. Sin embargo, en España (donde se generan 23 millones de toneladas de residuos municipales al año) el vertido de residuos alcanza un 53,6 por ciento sobre el total¹⁰⁶. Todo

^{104.} Santander (171 951 habitantes) participa en dos proyectos: OrganiCity y Urban-Waste. En 2018, en el marco del proyecto OrganiCity, Santander ha empezado a probar un sistema de control de llenado de contenedores mediante la instalación de pulsadores en los contenedores de recogida de vidrio.

^{105.} Fernández y Oteiza (2020).

^{106.} Eurostat. *Statistics Explained. Municipal waste statistics*. Disponible en: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics#Further_Eurostat_information (última consulta, 5 de abril de 2022).

ello, con políticas muy residuales y poco eficientes de valorización y reciclado de desechos. En conjunto, la gestión de residuos municipales en España muestra unos resultados claramente deficientes, especialmente en la comparativa con el resto de los Estados miembros de la Unión Europea.

- La nueva Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular llega para extender los sistemas de segregación en origen y de mejora de la gestión de la fracción orgánica. No obstante, como ha sido expuesto, en la práctica muchos municipios ya disponen de mecanismos de recogida segregada de estos residuos, por lo que no cabe esperar una mejora destacable en cuanto a su vertido y gestión.

En lo referente a los biorresiduos, el gran reto para aquellos municipios que se inicien en su gestión es conseguir una eficiente recogida segregada en origen, evitando la mezcla de residuos impropios. Este reto es distintivo de los biorresiduos frente a otros residuos municipales como el plástico o el papel. Para ello, es fundamental una adecuada organización y previsión del servicio de recogida.

- En España se evidencia un cierto retraso en las políticas locales de gestión de residuos, donde se continúan diseñando políticas para alcanzar objetivos de valorización y reciclaje de desechos, sin alcanzar los objetivos fijados. Mientras en otros países europeos, donde se ha superado la gestión de residuos mediante su depósito en vertederos, centran sus políticas actuales en el objetivo “cero residuos”. En consecuencia, parece evidente que las entidades locales deben centrar sus esfuerzos no solo en la segregación de origen, sino con carácter especial en la disminución de la generación de residuos. El modelo que pretende implantar la *Smart City*, a través del cual se utilizan las nuevas tecnologías para la gestión de servicios públicos, parece la respuesta evidente. Para ello, hay que valorar el uso de sistemas interoperables, tecnología *big data* y otras herramientas tecnológicas que permitan una gestión inteligente de los residuos.
- La contratación pública se estima como un instrumento esencial para alcanzar las mejoras necesarias. Por ello, las entidades locales deben valorar las siguientes acciones: utilizar los pliegos como mecanismos de configuración de servicios eficientes, y adaptados a las características del municipio; incentivar los servicios de calidad y respeto medioambiental por encima de los valores económicos; promover servicios con un amplio desarrollo tecnológico y herramientas vanguardistas; emplear la contratación pública para mejorar los

mecanismos de información y formación ciudadana; y aprovechar la experiencia del sector privado para aportar mejoras técnicas, tecnológicas y de gestión en los servicios de recogida de residuos.

5

Bibliografía

- Alenza García, J. F. (2018). Los municipios ante los retos de la prevención, el aprovechamiento y la eliminación segura de los residuos. En M.^a R. Alonso Ibáñez (dir.). *Retos del desarrollo urbano sostenible e integrado* (pp. 269-296). Valencia: Tirant lo Blanch.
- Almeida Cerredá, M. y Santiago Iglesias, D. (2021). Las *smart communities*: un instrumento para alcanzar, de forma planificada y concertada, el equilibrio en la distribución espacial de la población. *Cuadernos de Derecho Local (QDL)*, 56, 14-54.
- Alonso Suárez, L. (2021). La aplicación de la tecnología blockchain en las ciudades inteligentes: hacia una gestión urbana descentralizada e inteligente. *European Review of Digital Administration & Law*, 2 (1), 107-126.
- Ansorena, J., González, A. y Moreno, A. (2011). La gestión de los biorresiduos en el marco de la legislación comunitaria (I). Recogida selectiva. *Residuos: Revista Técnica*, 121, 16-23.
- Ansorena Miner, J. (2011). El compost de biorresiduos en la legislación española: luces y sombras. *Residuos: Revista Técnica*, 122, 66-71.
- (2016). *El compost de biorresiduos. Normativa, calidad y aplicaciones*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Arana García, E. y Conde Antequera, J. (2009). Residuos municipales. En D. J. Vera Jurado y E. M. Álvarez González (dirs.). *Competencias ambientales de las entidades locales en Andalucía* (pp. 493-576). Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Internacional (CEMCI).
- Barrio Andrés, M. (2016). La *smart city*: versión 2.0 del municipio. *Documentación Administrativa, Nueva Época*, 3.
- Bourges, L. (2016). Calidad y seguridad alimentarias europeas: ¿lujo y necesidad o un enfoque global extendido? *REDUR*, 14, 17-29.
- Capdeferro Villagrasa, O. (2021). Planeamiento urbanístico inteligente para la construcción de la *smart city* y el *smart campus*. *Revista de Derecho Urbanístico y Medio Ambiente*, 343, 117-154.

- Consejería de Desarrollo Sostenible de Castilla-La Mancha (2021). *Guía metodológica para la implantación de la recogida selectiva de la materia orgánica*.
- Fernández de Gatta Sánchez, D. (2021). Avances en la economía circular. Nueva legislación sobre residuos y plásticos. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 108, 5-50.
- Fernández Homar, Á. y Oteiza Fernández-Llebreg, J. M.^a (2020). Diagnóstico y escenario de cumplimiento de los objetivos de residuos municipales 2025-2030-2035. *CONAMA 2020. Congreso Nacional del Medio Ambiente*. Madrid. Disponible en: <http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2020/CT%202020/5299.pdf>.
- Font i Llovet, T. (2021). La ciudad inteligente como actor global. *European Review of Digital Administration & Law*, 2 (1), 19-32.
- Fuentes i Gasó, J. R. (2021). Patrimonio cultural y *smart city*: la transformación integral de la ciudad. *Cuadernos de Derecho Local (QDL)*, 57, 124-171.
- García Rubio, F. (2014). Planeamiento, movilidad y sostenibilidad urbana. Un análisis desde las Smart cities. *Práctica Urbanística*, 131, 38-53.
- González-Jiménez, Y. y Villalobos-Morales, J. (2021). Manejo ambiental de residuos orgánicos: estado del arte de la generación de compostaje a partir de residuos sólidos provenientes de sistemas de trampas de grasa y aceite. *Revista Tecnología en Marcha*, 34 (2), 11-22.
- López Ramón, F. (2018). La construcción del ordenamiento ambiental español. *Cuadernos de Derecho Local (QDL)*, 46, 14-31.
- Lozano Cutanda, B. y Poveda Gómez, P. (2021). Real Decreto 646/2020 sobre la eliminación de residuos mediante depósito en vertederos: principales novedades. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 108, 52-64.
- Martínez Gutiérrez, R. (2021). *Smart cities* y protección del medio ambiente. *Cuadernos de Derecho Local (QDL)*, 57, 33-60.
- Menéndez Rexach, Á., Ortega Bernardo, J. y De Marcos Fernández, A. (2011). Marco jurídico de la gestión de los residuos. En Á. Menéndez Rexach y J. Ortega Bernardo (dirs.). *Competencias y coordinación en la gestión de residuos por las distintas Administraciones públicas* (pp. 21-54). Madrid: Consejo Económico y Social.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2018). *Memoria anual de generación y gestión de residuos de competencia municipal*. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/memoriaresiduosmunicipales2018_tcm30-521965.pdf.

- Montoro i Chiner, M.^a J. (2000). El Estado ambiental de derecho. Bases constitucionales. En F. Sosa Wagner (coord.). *El Derecho Administrativo en el umbral del siglo XXI. Homenaje al Profesor Dr. D. Ramón Martín Mateo* (tomo III, pp. 3437-3466). Valencia: Tirant lo Blanch.
- Olmedo Moreno, E. M.^a y López Delgado, A. (2015). De la Smart City a la Smart Human City. Inclusión digital en aplicaciones. *Revista Fuentes*, 17, 41-65.
- Oviedo-Ocaña, R., Marmolejo-Rebellón, L. y Torres-Lozada, P. (2012). Perspectivas de aplicación del compostaje de biorresiduos provenientes de residuos sólidos municipales. Un enfoque desde lo global a lo local. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 11 (20), 67-76.
- Revuelta Pérez, I. (2020). Jurisprudencia al día. Tribunal de Justicia de la Unión Europea. Italia. Residuos. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 11 junio 2020.
- Rico Vallejo, C. (2021). La recogida de biorresiduos es una realidad en Getafe. *Equipamiento y Servicios Municipales*, primer trimestre 2021.
- Rodríguez, A., Ruiz, M. y Rueda, S. (dirs.). (2013). *Gestión de biorresiduos de competencia municipal. Guía para la implantación de la recogida separada y tratamiento de la fracción orgánica*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Ruiz de Apodaca Espinosa, A. (2014). La intervención establecida por la Ley sobre la producción y gestión de residuos, los biorresiduos y el restablecimiento de la legalidad ambiental. En F. García-Moreno Rodríguez (dir.). *Comentarios sistemáticos a la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados* (pp. 229-378). Navarra: Aranzadi Thomson Reuters.
- Salamero Teixidó, L. (2020). Nuevo reto medioambiental en la Unión Europea. La prevención y gestión de los residuos alimentarios según la directiva marco de residuos tras su última modificación. *Revista Española de Derecho Administrativo*, 203, 249-280.
- Seguí, L., Medina, R. y Guerrero, H. (2018). *Gestión de residuos y economía circular*. EAE Business School. Disponible en: http://marketing.eae.es/prensa/SRC_Residuos.pdf.
- Simou, S. (2021). Instrumentos jurídicos locales en materia de cambio climático y su relación con las “smart cities”. *European Review of Digital Administration & Law*, 2 (1), 77-106.
- Subdirección General de Economía Circular y Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (2022). *Estrategia Española de Economía Circular. España Circular 2030*. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- Zamora Roselló, M.^a R. (2018). Administración Local y residuos: desafíos ambientales y energéticos. *Revista Administrativa de la Abogacía*, 1, 21-34.