

impacto



social

impact



Claves para conseguir los objetivos de prevención y reciclaje de residuos municipales: sistemas de recogida, educación ambiental y fiscalidad

Key factors to meet prevention and recycling targets for municipal solid waste: collection systems, environmental education programmes and taxation

Ainhoa Alonso, Iraia Oribe, Cruz Borges,
Marta Vila, Gemma Nohales, Michele Giavini

impacto
s**ocial**
impact



En el marco de la labor llevada a cabo por la Universidad de Deusto (<http://www.deusto.es/>) en el tema del impacto social de la investigación, anualmente se seleccionan una serie de **proyectos** de investigación con **alto potencial de impacto social**, y a partir de ellos, se elaboran y publican los denominados Deusto Social Impact Briefings (DSIB). Son unas monografías breves dirigidas a instituciones sociales, usuarios, policy makers, o empresas que, en lenguaje no académico, responden al objetivo de poner de manifiesto la **acción transformadora de la investigación de Deusto**, posibilitando que los resultados de la investigación de Deusto sean inteligibles para los agentes sociales y puedan ayudarles a responder a los retos de transformación social a los que se enfrentan, ofreciéndoles buenas prácticas, guías o recomendaciones en la labor que desempeñan.

Frecuencia de publicación y formato

Deusto Social Impact Briefings se publica electrónicamente y en versión impresa una vez al año. Su primer número se publicó en enero de 2017 como resultado de una convocatoria lanzada a toda la comunidad investigadora en 2016. Este número corresponde a la convocatoria 2017.

Suscripciones

Actualmente, no se aplican cargos por la presentación, publicación, acceso en línea y descarga. Pocas copias impresas se ponen a disposición de los colaboradores y socios clave.

Derechos de autor

Deusto Social Impact Briefings es una publicación de Acceso Abierto de la Universidad de Deusto (España).

Su contenido es gratuito para su acceso total e inmediato, lectura, búsqueda, descarga, distribución y reutilización en cualquier medio o formato sólo para fines no comerciales y en cumplimiento con cualquier legislación de derechos de autor aplicable, sin la previa autorización del editor o el autor; siempre que la obra original sea debidamente citada y cualquier cambio en el original esté claramente indicado. Cualquier otro uso de su contenido en cualquier medio o formato, ahora conocido o desarrollado en el futuro, requiere el permiso previo por escrito del titular de los derechos de autor.

© Universidad de Deusto
P.O. box 1 - 48080 Bilbao, España
Publicaciones
Tel.: +34-944139162
E-mail: publicaciones@deusto.es
URL: www.deusto-publicaciones.es

ISBN: 978-84-16982-51-6 (version impresa / printed version)
Deposito Legal / Legal Deposit: BI-108-2017

Impreso y encuadernado en España / Printed
and bound in Spain

Within the framework of the work carried out by the University of Deusto (<http://www.deusto.es/>) on the social impact of research, a series of research projects with high potential for social impact are selected annually, and from these, the so-called Deusto Social Impact Briefings (DSIB) are prepared and published as short monographs. They are aimed at social organisations, users, policy-makers and businesses. They seek to ensure that research outcomes are intelligible to all these different social actors. They also seek to provide guidelines, best practices and recommendations to support the tasks of meeting the challenges of social transformation that must be faced.

Publication frequency and format

Deusto Social Impact Briefings is published electronically and in print version once a year. Its first issue appears in January 2017 as result of a call launched in 2016. This issue corresponds to a call launched in 2017.

Subscriptions

Currently, no charges for submission, publication, online access, and download are applicable. Few print copies are freely made available for key collaborators and partners.

Copyrights

Deusto Social Impact Briefings is an Open Access publication of the University of Deusto (Spain).

Copyright for this publication is retained by the Publisher. Any part of its content can be reused in any medium or format only for non-commercial purposes and in compliance with any applicable copyright legislation, without prior permission from the Publisher or the author(s). In any case, proper acknowledgement of the original publication source must be made and any changes to the original work must be clearly indicated. Any other use of its content in any medium or format, now known or developed in the future, requires prior written permission of the copyright holder.

DEUSTO Social Impact Briefings No. 2 (2017)

Dirección y Coordinación Editorial

Rosa María Santibañez Gruber, Universidad de Deusto, España

Antonia Caro González, Universidad de Deusto, España

Editors

Rosa María Santibañez Gruber, University of Deusto, Spain

Antonia Caro González, University of Deusto, Spain

Comité Científico:

Javier Arellano Yanguas, Director del Centro de Ética Aplicada e investigador principal del equipo «Ética Aplicada a la Realidad Social» (EARS), Universidad de Deusto.

Antonia Caro González, Directora de la Oficina de Proyectos Internacionales de Investigación y experta en temas europeos, innovación en gestión de la investigación e impacto social, Universidad de Deusto, España.

Laura Teresa Gómez Urquijo, investigadora y Profesora en la Facultad de Derecho e investigadora del equipo Desarrollo Social, Economía e Innovación para las Personas (EDISPE), Universidad de Deusto, España.

Amaia Méndez Zorrilla, Profesora en la Facultad de Ingeniería e investigadora del equipo E-vida, Universidad de Deusto, España.

José Javier Pardo Izal, Profesor del departamento de Teología e investigador en Teología Bíblica y su influencia cultural, Universidad de Deusto, España.

Rosa María Santibañez Gruber, Vicerrectora de Investigación y Transferencia e investigadora principal del equipo Intervención: Calidad de Vida e Inclusión Social, Universidad de Deusto, España.

Comité Asesor Externo:

Isabel Domínguez Elías, Directora Colegio Esclavas SC - Fátima Ikastetxea (Fundación Educativa ACI), España.

Igotz López Torre, Alcalde de Zamudio, España.

Rafael Mendia Gallardo, Zerbikas Fundazioa, España.

D. José Félix Pérez Tolosa, Presidente de la Asociación de Demencia Frontotemporal, España.

Scientific Committee:

Javier Arellano Yanguas, Head of the Centre for Applied Ethics and Main Researcher in the Ethics Applied to Social Reality research team at the University of Deusto, Spain.

Antonia Caro González, Head of the International Research Project Office and expert in European issues, social impact and innovation in research management at the University of Deusto, Spain.

Laura Teresa Gómez Urquijo, lecturer at the Faculty of Law and researcher in the Economics, Social Development and Innovation for People (EDISPE) team at the University of Deusto, Spain.

Amaia Méndez Zorrilla, lecturer at the Faculty of Engineering and researcher in the E-Life team at the University of Deusto, Spain.

José Javier Pardo Izal, lecturer at the Department of Theology and researcher working on biblical theology and its cultural influence at the University of Deusto, Spain.

Rosa María Santibañez Gruber, Deputy Rector for Research and Knowledge Transfer and Main Researcher in the Intervention: Quality of Life and Social Inclusion team at the University of Deusto, Spain.

External Advisory Board:

Isabel Domínguez Elías, Director of Esclavas SC - Fátima School (Fundación Educativa ACI), Spain.

Igotz López Torre, Mayor of municipality of Zamudio, Spain.

Rafael Mendia Gallardo, Zerbikas Fundazioa, Spain.

D. José Félix Pérez Tolosa, President of Frontotemporal Dementia Association, Spain.

Oficina Editorial / Editorial Office:

DEUSTO Social Impact Briefings

International Research Projects Office (IRPO)

Universidad de Deusto

Avda. Universidades 24

48007 Bilbao

Tel: +34 944 13 90 00 (ext 2136)

Email: Ms. Barbara Rossi <barbara.rossi@deusto.es>

Web: <http://www.deusto.es/>

Prólogo

A través de los '*Deusto Social Impact Briefings*' (DSIB) la investigación en Deusto (<http://www.deusto.es/>) persigue trasladar el impacto de sus resultados más allá del mundo académico e incidir, de acuerdo con la misión de la Universidad, en la transformación de la sociedad actual. La Universidad entiende como investigación con impacto social aquella que contribuye a procesos de transformación hacia sociedades más justas y diversas, en las que prime el desarrollo y bienestar social inclusivos y realizada en diálogo con agentes sociales, entidades y/o empresas.

Los Deusto Social Impact Briefings (DSIB) son monografías breves que permiten mostrar las capacidades de investigación instaladas en Deusto a través de proyectos desarrollados por equipos de nuestra universidad en las áreas de conocimiento de alta relevancia social. Publicados en papel (tanto en castellano como en inglés) con una periodicidad anual, se pueden encontrar también *online* en la página web de Deusto Research.

Las publicaciones están dirigidas a entidades sociales, usuarios, *policy makers* y/o empresas, posibilitando que los resultados de las investigaciones sean inteligibles para estos diferentes agentes sociales y pretenden, mediante la oferta de buenas prácticas, guías o recomendaciones, apoyarles en la labor que desempeñan para responder a los retos de transformación social a los que se enfrentan.

Dentro del proyecto estratégico Deusto 2018 y en el marco del Plan Director de Impacto Social, el presente briefing fue seleccionado por su alto potencial de impacto social, a través de una convocatoria lanzada a toda la comunidad investigadora en 2017. Forma parte de un conjunto de cuatro briefings resultantes de la mencionada convocatoria y que conforman la segunda edición de los DSIB.

El briefing titulado: *Claves para conseguir los objetivos de prevención y reciclaje de residuos municipales: sistemas de recogida, educación ambiental y fiscalidad* tiene como objetivo orientar a administraciones públicas en la tarea de establecer políticas de gestión de residuos más eficientes, innovadoras e inclusivas y la monitorización de su impacto. La gestión eficiente de residuos urbanos es uno de los retos y responsabilidades claves de las administraciones públicas del siglo XXI y, para ello, se requieren tanto información contrastada como mecanismos y estrategias probadas para tomar decisiones más sostenibles.

Queremos agradecer el esfuerzo conjunto del personal investigador y de los agentes sociales en la compleja tarea de repensar los resultados de las investigaciones realizadas en un formato más accesible, esperamos que útil, y que cumpla el potencial impacto social que perseguimos mediante su uso y aplicación por profesionales, ciudadanos, agentes públicos y sociales que trabajáis en los temas.

Agradeciendo de antemano el interés por esta iniciativa quedamos a la espera de nuevas propuestas, sugerencias y comentarios que nos ayuden a mejorar de cara a ediciones sucesivas.

Rosa María Santibañez Gruber, Dirección DSIB
Antonia Caro González, Dirección DSIB

Marzo 2018

Foreword

Through the *Deusto Social Impact Briefings* (DSIB), researchers at the University of Deusto (<http://www.deusto.es/>) seek to convey the impact of their research results beyond purely academic circles and, in line with the mission of the University, to help transform today's society. For the University, "research with social impact" means research that helps to transform society into a more just, more diverse form where the emphasis is on inclusive development and social welfare through dialogue with social actors, organisations, and/or businesses.

The Deusto Social Impact Briefings (DSIB) are brief monographic articles that seek to highlight the research capabilities at Deusto through projects conducted by teams from the University in knowledge areas highly relevant to society. They are published annually in hard copy (in Spanish and English), and can also be found online on the Deusto Research website.

They are aimed at social organisations, individual users, policy-makers and/or businesses, and seek to turn research outcomes into useful material for these and other social actors. They are intended to provide support in the form of best practices, guidelines and recommendations to help them tackling the challenges of social transformation.

Under the framework of the Master Plan for Social Impact, part of the Deusto 2018 strategic project, this briefing was selected on the basis of its high potential for social impact, as part of a call launched to the whole research community in 2017. It is one of a set of four briefings submitted in response to that call, which make up this second Issue of the DSIB.

The briefing entitled *Key factors to meet prevention and recycling targets for municipal solid waste: collection systems, environmental education programmes and taxation* sets out to guide public authorities in the task of establishing more efficient, more innovative, more inclusive waste collection policies and monitoring their impact. The efficient management of urban waste is one of the key challenges and areas of responsibility of public administrations in the 21st century. It calls for proven information, mechanisms and strategies to enable more sustainable decisions to be made.

We would like to thank all the participating researchers and social actors for their joint efforts in tackling the complex task of rethinking their research outcomes with a view to turning them into a more accessible format, which we hope will help to achieve the social impact that we seek, and will be useful tools for specialists, individual citizens, public-sector, and social bodies working in the relevant field.

We would like to thank everyone for their interest in this initiative and we look forward to receiving further proposals, suggestions, and comments that surely will help us to improve subsequent editions.

Rosa María Santibañez Gruber, Editor
Antonia Caro González, Editor

March 2018

Claves para conseguir los objetivos de prevención y reciclaje de residuos municipales: sistemas de recogida, educación ambiental y fiscalidad

Ainhoa Alonso Vicario, Iraia Oribe García,
Cruz Enrique Borges Hernández, Marta Vila Gambao,
Gemma Nohales Duarte, Michele Giavini

1. Introducción	11
2. Justificación y contexto	12
3. Gestión integral de residuos municipales: nuevos retos y objetivos a cumplir	13
3.1. Información para la toma de decisión	17
3.2. Sistemas de recogida	20
3.3. Aspectos influyentes en la eficacia de los sistemas de recogida	25
3.4. Aspectos económicos y fiscalidad	28
3.5. Sensibilización y participación ciudadana	31
4. Conclusiones	34
5. Referencias	34
6. Notas bibliográficas	37

Claves para conseguir los objetivos de prevención y reciclaje de residuos municipales: sistemas de recogida, educación ambiental y fiscalidad

Ainhoa Alonso Vicario, Iraia Oribe García, Cruz Enrique Borges Hernández, Marta Vila Gambao, Gemma Nohales Duarte, Michele Giavini

doi: [http://dx.doi.org/10.18543/dsib-2\(2017\)-pp231-263.pdf](http://dx.doi.org/10.18543/dsib-2(2017)-pp231-263.pdf)

Resumen

Cerca del 10% de los residuos generados en la Union Europea (UE) son de origen doméstico, lo que supone una media de 475 kg por persona y año y más del 3% de las emisiones totales de GEIs en Europa, lo que hace que la gestión eficiente de los residuos urbanos sea uno de los retos clave del siglo XXI, así como una de las principales responsabilidades de nuestras administraciones públicas.

El presente briefing (basado en los resultados del proyecto internacional Waste4Think) tiene como objetivo dotar de herramientas de toma de decisión a la administración pública con competencias en gestión de residuos urbanos para mejorar dicha gestión potenciando la participación ciudadana. El documento ofrece una visión integral pionera al problema facilitando herramientas y mecanismos para la definición de nuevas políticas integrales, su seguimiento y cuantificación del impacto que facilitará el aprendizaje y la transferencia de conocimiento. En particular trata de dar respuesta a las principales preguntas que cualquier administración puede hacerse en la materia: 1) ¿cuáles son los principales retos en gestión de residuos y cómo encajan con las últimas directrices y elementos clave en materia de economía circular?, 2) ¿cómo incorporar dichos elementos de una manera integral?, 3) metodología WESTE: ¿qué información necesito para poder hacer un seguimiento del impacto de mis políticas?, 4) monitorización: ¿pérdida del anonimato?, 5) fiscalidad: ¿cuestión de justicia? ¿transparencia?, 6) sensibilización y participación ciudadana: ¿cómo generar un cambio de hábitos ya que únicamente con información no es suficiente?.

El documento además pone a disposición del lector algunos de los ejemplos más innovadores en: 1) implantación de sistemas de pago por generación (PAYT), 2) medidas de

Premio

El proyecto Waste4Think ha sido galardonado con el premio Katerva en la categoría Smart Cities 2018.

Agradecimientos

Queremos agradecer a Paula Sánchez por su soporte técnico durante la elaboración de este briefing, en particular por su asesoramiento sobre temas de edición y maquetación.

contención del despilfarro alimentario, 3) prevención de residuos a través de políticas de eco-diseño, 4) ecosistemas de Residuo Cero haciendo especial hincapié en los equipamientos municipales y 5) ejemplos de ayuntamientos con modelos de recogida pioneros y exitosos.

Palabras clave:

Gestión de residuos urbanos, economía circular, sensibilización y participación ciudadana, modelos de recogida, fiscalidad, pago por generación, resiliencia urbana.

Abstract

Almost 10% of the waste produced in the European Union (EU) is domestic. This averages out to 475 kg per person per annum, and accounts for over 3% of Europe's GHG emissions. Efficient management of urban waste is therefore a key challenge for the 21st century and one of the main responsibilities of public authorities.

This briefing (based on international project Waste4Think results) sets out to outline decision-making tools for the public authorities in matters of municipal solid waste (MSW) management, with a view to improving it via public engagement. The document gives an innovative overview of the problem, and provides tools and mechanisms for determining new, across-the-board policies, monitoring them and quantifying their impact so as to facilitate learning and transference. In particular it seeks to respond to the main questions posed by any administration on this matter: 1) What are the main challenges in waste management and how do they fit into the latest directives and key elements on matters of a circular economy?; 2) How can those elements be factored in across the board?; 3) The WASTE methodology: What information is needed to monitor the impact of policies?; 4) Monitoring: loss of anonymity?; 5) Taxation: a matter of fairness? Transparency?; 6) awareness and public engagement: How can a change in habits be brought about if information alone is not enough?

The document also provides readers with some of the most innovative examples of the following: 1) implementation of PAYT (Pay-As-You-Throw) systems; 2) measures for containing food wastage; 3) waste prevention via eco-design policies; 4) zero waste ecosystems, with particular emphasis on municipal amenities; and 5) municipal councils with successful, pioneering collection systems.

Keywords:

Municipal solid waste management, circular economy, awareness & public engagement, collection systems, tax matters, pay-as-you-throw, urban resilience.

1. Introducción

La gestión eficiente de los residuos urbanos es uno de los retos clave del siglo XXI, así como una de las principales responsabilidades de las administraciones públicas¹. Los residuos son el resultado del uso ineficaz de los recursos naturales en las actividades humanas. La producción masiva de productos no reutilizables ni reciclables, combinada con una gestión que no favorece la recuperación de los mismos, hace que los residuos constituyan un problema ambiental grave en sí mismos, y al mismo tiempo estén en el origen de muchos otros como la contaminación de las aguas, la tierra y el aire. Todo ello con los correspondientes riesgos asociados para la salud humana.

Sin embargo, las administraciones locales tienen la capacidad y las herramientas para transformar las economías locales en ecosistemas de residuos cero donde los residuos no sean vistos como un problema sino como una oportunidad de crecimiento económico y social, en definitiva, una oportunidad para el empoderamiento de la sociedad promoviendo su participación y actuando como motor para la creación de nuevos empleos verdes y nuevos modelos de gobernanza más justos y sostenibles.

Esta guía se basa en el proceso de aprendizaje emprendido con el proyecto europeo *Waste4Think Moving towards Life Cycle Thinking by integrating Advanced Waste Management Systems*², con el objetivo de dar respuesta a las principales preguntas que cualquier administración puede hacerse:

- ¿cuáles son los principales retos en gestión de residuos y cómo encajan con las últimas directrices y elementos clave en materia de economía circular?,
- ¿cómo, desde nuestras competencias, podemos incorporar dichos elementos bajo una perspectiva integral?,
- ¿qué información necesito para poder hacer un seguimiento del impacto de mis políticas?,
- ¿cómo consigo corresponsabilizar a la ciudadanía y las actividades económicas en la gestión de sus residuos?, ¿qué papel pueden jugar los instrumentos económicos para avanzar hacia una fiscalidad más justa y transparente?,
- ¿qué papel juegan las actuaciones de sensibilización y participación ciudadana?, ¿es suficiente informar o queremos tener una ciudadanía implicada y con capacidad de decisión crítica?.

La presente guía está dirigida a **administraciones públicas locales y regionales** con deseos de avanzar hacia estrategias de gestión de residuos urbanos eficientes, innovadoras e inclusivas. El objetivo es doble, por un lado, **conocer el impacto que las distintas estrategias de gestión, comunicación y fiscalidad pueden tener en las políticas locales**, y por otro, **ofrecer el conocimiento** adquirido por otras experiencias innovadoras y buenas prácticas que anime a las administraciones locales a establecer nuevas políticas en el marco de la gestión de residuos.

El principal objetivo del proyecto Waste4Think es avanzar hacia un nuevo paradigma de gestión de residuos pasando de los modelos de tratamiento y eliminación finalistas tradicionales hacia modelos de reciclaje y recuperación de materiales, basado en los principios de Economía Circular. Para ello, se integrarán y validarán 20 soluciones eco-innovadoras, tanto tecnológicas como no tecnológicas, que actuarán sobre toda la cadena de valor, desde la concienciación y sensibilización de la ciudadanía, pasando por los sistemas de recogida hasta los sistemas de tarificación. Asimismo, en el proyecto se plantea una metodología de captura y gestión de datos basada en las nuevas tecnologías de la información y comunicación que permitirá tomar decisiones por parte de todos los agentes de una manera integral y fiable. Todo ello, mediante el testeo y validación en 4 entornos diferentes que permitirá acercar estas soluciones eco-innovadoras al mercado al final del proyecto.

El éxito de la estrategia de gestión de residuos se encuentra en la colaboración de todos los agentes implicados, desde las administraciones que deben promover la transparencia del sistema de gestión y diseñar modelos que faciliten la separación en origen y un tratamiento adecuado y flexible, pasando por los productores en el rediseño de sus productos facilitando su reutilización y reciclaje, hasta la ciudadanía que debe ser corresponsable y proactiva hacia el sistema. La transparencia lograda dotará a los diferentes agentes de la capacidad, las herramientas y el protagonismo necesario para contribuir activamente a una gestión más eficiente de los recursos.

2. Justificación y contexto

En la actualidad cerca del 10% de los residuos generados en la Unión Europea (UE-28) son de origen municipal, 243 millones de toneladas en 2015, lo que supone una media de 475 kg por persona y año³. En promedio, el 26% de los residuos municipales se envían aún a vertederos, el 27% es incinerado y sólo el 47% es compostado o reciclado. De acuerdo a las estadísticas actuales **80 millones de toneladas de materiales reciclables se tiran o “desperdician”** anualmente, sin tener en cuenta los que pueden provenir del sector industrial. Entre los reciclables, **la gestión de los biorresiduos (y especialmente los desechos alimentarios) está considerada como la columna vertebral de un buen sistema de gestión de residuos**⁴. Aun así, en el contexto del estado español actualmente los biorresiduos de origen doméstico sólo se recogen de forma selectiva en unas pocas comunidades autónomas. Por otro lado, el sector que más contribuye al desperdicio alimentario es el doméstico (47 millones de toneladas en Europa). Alrededor del 80% de los residuos de alimentos pueden ser evitables⁵.

Por otro lado, en cuanto a su impacto sobre el cambio climático, la gestión de residuos representa más del 3% de las emisiones totales de GEIs en Europa (más de 100 millones de toneladas de GEIs).

En este escenario, uno de los principales retos en la gestión de residuos es disponer de la información clave para tomar decisiones más sostenibles y eficientes así como contar con los mecanismos necesarios para el seguimiento y evaluación de las medidas adoptadas.

La presente guía ofrece una visión integral al problema facilitando a las administraciones locales herramientas y mecanismos para la definición y monitorización de nuevas políticas integrales de gestión de residuos más eficientes, innovadoras e inclusivas a través de las experiencias del proyecto europeo Waste4Think. El documento hace también una revisión de los ejemplos de buenas prácticas más innovadoras y disruptivas en la materia.

3. Gestión integral de residuos municipales: nuevos retos y objetivos a cumplir

En materia de residuos, se puede afirmar que la legislación actual de la Unión Europea es la más avanzada del mundo. Además, dentro del marco del denominado “Paquete sobre la economía circular”, actualmente en fase de finalización, se introducirán nuevos objetivos y estrategias aún más avanzadas. **Utilizar eficazmente los recursos aumentando el reciclaje y reduciendo la generación de residuos, incluso de los reciclables**, son conceptos básicos que están en la base de esta normativa.

La implementación de las Directivas Europeas para la consecución de estos objetivos ambiciosos en todos los Estados miembros, es un proceso largo que conlleva la puesta en marcha de un abanico de medidas técnicas, económicas, normativas y de comunicación a todos los niveles, desde el europeo o estatal, hasta el local.

Los Estados miembros se mueven a “distintas velocidades” a la hora de implementar políticas para la consecución de estos objetivos de reciclaje.

Nuevos objetivos de reciclaje propuestos por el Parlamento y el Consejo UE:

- *Impulsar el ecodiseño, la prevención de la generación de residuos y la recogida selectiva de calidad*
- *Propuesta actual (diciembre 2017): 65% de reciclaje en 2035, sin calcular los rechazos en la etapa de reciclaje*
- *Obligación de la recogida selectiva de biorresiduos a partir de 2023*
- *Fomentar la puesta en marcha de incentivos económicos*

¿Cómo explicar a las administraciones públicas que se pueden alcanzar resultados mucho más avanzados, logrando a la vez un impacto medioambiental, económico y social positivo? **El ámbito competencial es clave** en este sentido. Una buena ley estatal debe especificar los objetivos generales y a su vez ser lo suficientemente flexible para que aquellos “municipios pioneros” que quieran avanzar hacia modelos más sostenibles tengan la posibilidad de desarrollar reglamentaciones específicas e innovadoras para la consecución de dichos objetivos. Asimismo, tal y como se está demostrando en el proyecto Waste4Think, dentro de los municipios también existen distintas velocidades coexistiendo zonas, barrios o incluso edificios o viviendas individuales que se pueden considerar “ecosistemas de residuo cero”, es decir, zonas en las que se experimentan las mejores prácticas disponibles, demostrando que se pueden alcanzar los objetivos planteados.

Los decisores más importantes, estatales o europeos, actualizan los objetivos de las leyes teniendo en cuenta lo que ya consiguieron los pioneros; por ejemplo, una tasa de recogida separada del 80%, impensable hace diez años, hoy es lo normal en muchísimos ayuntamientos del norte de Italia.

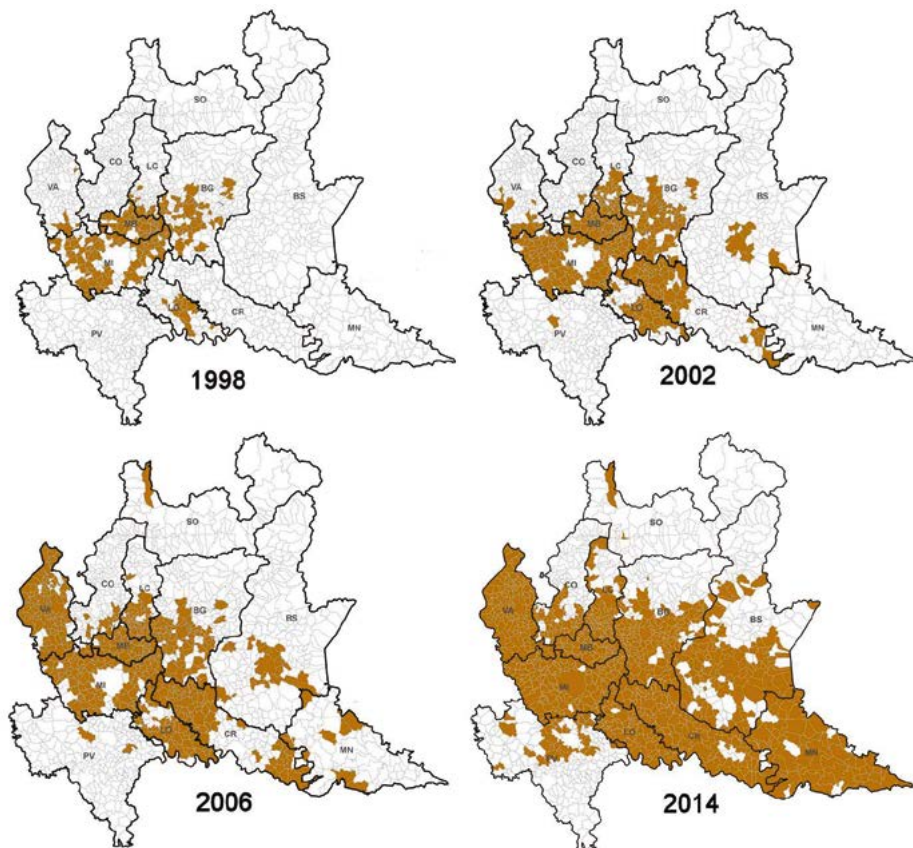
El impacto social de los resultados de estos municipios pioneros, aunque parezcan irrelevantes frente al total de una región y/o país, **pueden marcar la diferencia a la hora de avanzar hacia nuevas estrategias**. El mero hecho de mostrar resultados cuantitativos y cualitativos del impacto relativo a las acciones llevadas a cabo como la implementación de una **estrategia de concienciación** o un nuevo **sistema de recogida**, puede ser ejemplarizante para otros decisores con ambición de avanzar hacia otros modelos de gestión. Así, surge un “efecto dominó”, generalmente con una replicación en forma de “mancha de aceite” de esos modelos de gestión como muestra la Figura 1 con el caso de Lombardia (Italia)⁶.

Por otro lado, hablar de residuos urbanos conlleva hablar también de **comportamientos humanos cotidianos**, ya que **el impacto social de las medidas que suponen un cambio de hábitos es elevado**.

Por eso, **la clave para un buen éxito es la colaboración entre decisores políticos y centros de investigación**, incrementando el intercambio de buenas prácticas y la transferencia de los resultados de la investigación en este campo.

En el nuevo Paquete europeo sobre la economía circular, las ventajas de la prevención de la generación de residuos y de un alto nivel de reciclaje están ya plenamente recogidas. Después de numerosos estudios, ya no hay dudas sobre el hecho de que separar en casa los residuos y reciclar lo máximo posible es preferible a enviarlo mezclado al vertedero o incluso a la incineración. Los nuevos objetivos de la Directiva de la UE en términos de reciclaje son más ambiciosos tanto

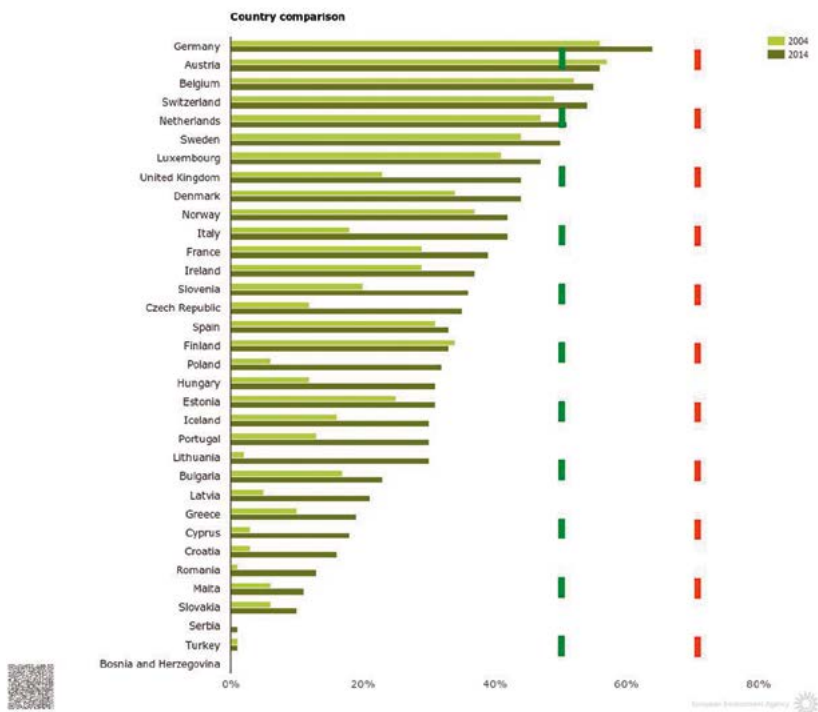
FIGURA 1. Difusión en forma de mancha de aceite de la recogida selectiva de los biorresiduos (restos de cocina) en los 1540 Ayuntamientos de la región de Lombardía, Italia



cuantitativamente como cualitativamente, es decir, se quiere recoger más cantidad y de mejor calidad siendo este último el elemento que posibilita realmente la economía circular, puesto que una alta recogida separada no significa necesariamente un alto reciclaje final si la separación no se hace correctamente. Las nuevas directrices tienen a su vez el objetivo de impulsar el ecodiseño para avanzar hacia nuevos modelos de producción de bienes más eficientes y sostenibles, es decir, con un menor impacto ambiental y un uso más eficiente de los recursos naturales introduciendo más elementos reciclables en su fin de vida.

Hoy en día el reto principal es buscar la mejor opción para que esto se pueda conseguir de una manera cómoda para la ciudadanía, económicamente viable para la administración, y que a la vez pueda impulsar la innovación tecnológica.

FIGURA 2. Niveles de reciclaje en los Estados Miembros de la UE y objetivos de la Directiva marco sobre residuos (actual: 50% en 2020, y el aprobado por el Parlamento, 65% en 2035)



Fuente: EEA⁷, adaptada por los autores.

“...si finalmente pasamos de un modelo económico lineal, ineficaz, costoso e insostenible a un modelo que convierta la sostenibilidad medioambiental en una palanca para el crecimiento, el desarrollo y la competitividad industrial. Tenemos que superar el modelo “producir, consumir y tirar” para entrar en una economía circular donde los productos están diseñados para durar y ser reparados, reusados, reciclados...”

Simona Bonafè, Eurodiputada y representante del nuevo paquete sobre Economía Circular⁸

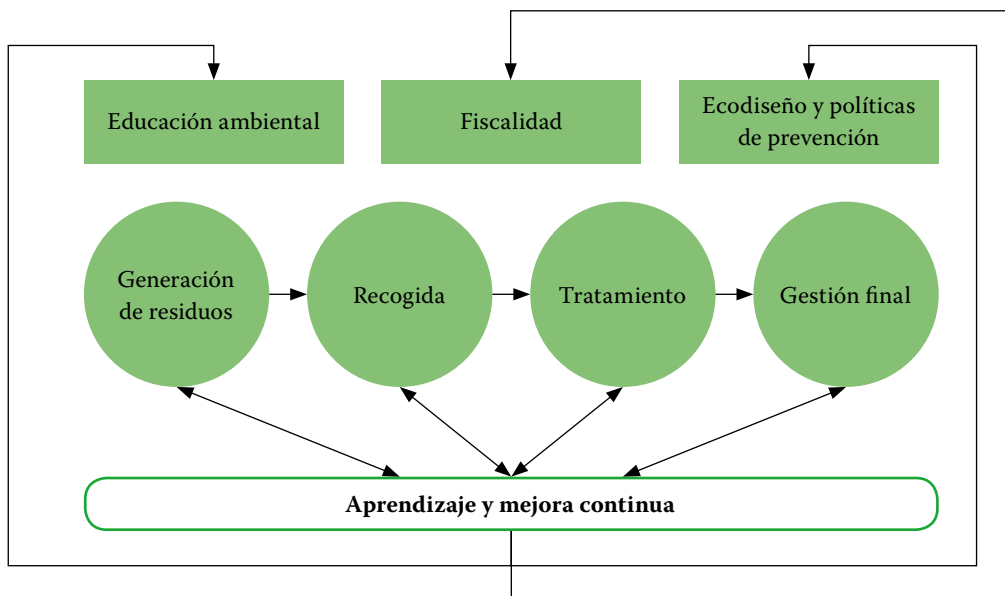
3.1. Información para la toma de decisión

La complejidad de los sistemas de gestión de residuos no es banal. Ésta se debe a las características singulares de cada una de las diferentes etapas de la gestión de residuos, siendo la práctica habitual realizar un análisis independiente de cada una de ellas. Las políticas de prevención, el diseño del sistema de recogida y la sensibilización en materia de residuos son el elemento tractor que hace que la estrategia de residuos se desvíe hacia unos objetivos u otros. **El servicio de recogida es la unión directa entre el servicio y la ciudadanía.** Y finalmente la tarificación es el resultado práctico donde se refleja la eficiencia económica obtenida en todo el ejercicio. No obstante, todas ellas se entrelazan en un mismo objetivo: **la minimización de la generación de residuos, el máximo reciclado de calidad y la gestión más sostenible posible, por lo que deben de analizarse de manera conjunta desde una visión integral.**

Es clave conocer la distribución de la generación a lo largo de un municipio y territorio, es decir, conocer qué (tipo de fracción), quién (generador) y cómo (cantidad y calidad) se está generando para poder diseñar servicios ad hoc óptimos de recogida. A la vez es preciso conocer qué se está generando y los resultados de la separación, para poder diseñar campañas educativas y de concienciación que favorezcan la prevención de la generación. Asimismo, y bajo el principio rector europeo e internacional quien contamina paga, es preciso conocer quién, qué y cómo lo está generando para asignar a cada agente su coste correspondiente evitando así que los agentes corresponsabilizados con la gestión de residuos subvencionen de facto a los sujetos que no lo están. Por otro lado, a la hora de decidir las vías de gestión para cada una de las fracciones es necesario contar con información relativa a su volumen de generación y composición para poder dimensionar de una manera flexible y poder así hacer frente a las necesidades actuales y sin hipotecar a las generaciones futuras. Finalmente, es fundamental analizar los productos residuales generados para proceder a su rediseño favoreciendo productos con alto grado de reusabilidad y reciclabilidad y un menor impacto ambiental. La Figura 3 esquematiza las posibilidades de mejora de los sistemas de gestión a través de la monitorización y el aprendizaje continuo a lo largo de toda la cadena de valor.

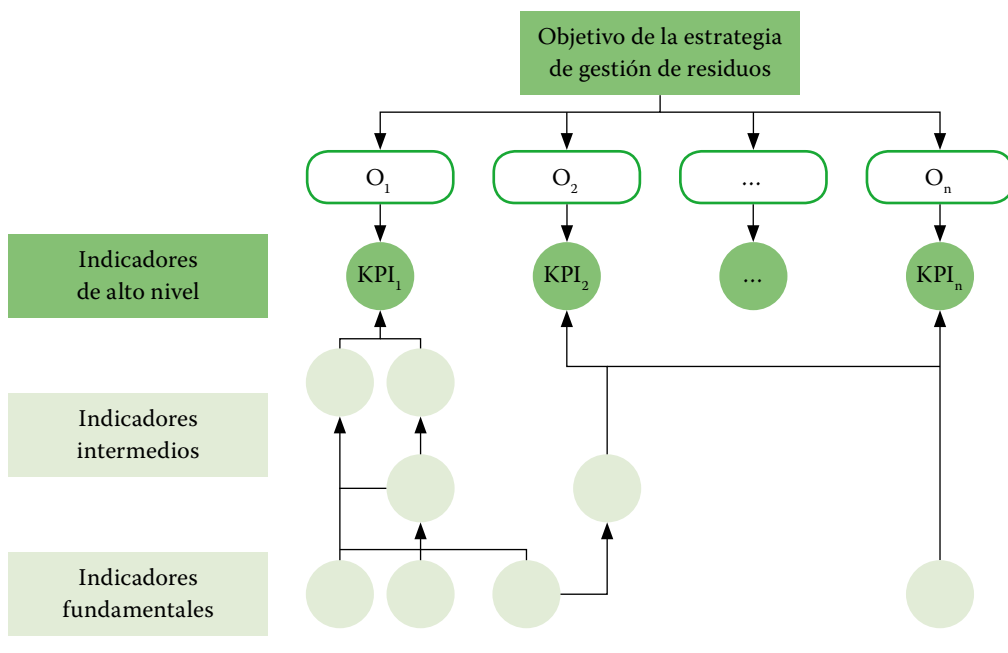
Las decisiones tomadas sin la información adecuada, bien por falta de ella o bien por la escasa fiabilidad de los datos, se traduce habitualmente en una gestión inapropiada con consecuencias directas en la salud humana, en el coste, la eficiencia de las instalaciones, el uso de recursos, así como en el impacto ambiental del sistema a nivel local y global. La falta de información adecuada y fiable hace que las decisiones sean tomadas de manera intuitiva o promovida por otros factores, como intereses económicos, que puede llevar a estrategias inadecuadas que a veces pueden llegar a hipotecar el modelo de gestión por muchos años, incluso décadas.

FIGURA 3. Proceso de monitorización y aprendizaje durante toda la cadena de valor de la gestión de residuos (©2018waste4think)



Así, el seguimiento y la monitorización de los impactos es esencial para poder tomar acciones correctas en toda la cadena de valor. En el proyecto Waste4Think se ha desarrollado la metodología WESTE⁹ (del inglés *Waste's Environmental-Social-Technical-Economic data assessment methodology*) con el objetivo de comparar el grado de sostenibilidad de los servicios de gestión de residuos y realizar el seguimiento de las acciones implementadas. WESTE es una metodología de abajo-arriba (ver Figura 4) que comienza estableciendo los principales objetivos de la estrategia de gestión de residuos, para posteriormente definir al menos un indicador cuantitativo o cualitativo para cada meta. Consecutivamente, se comienza a tejer un árbol de indicadores buscando indicadores intermedios hasta concluir en indicadores fundamentales, es decir, datos extraídos directamente del servicio de gestión de residuos mediante sensorica o encuestas a las personas usuarias, entre otros.

FIGURA 4. Esquema de la Metodología WESTE (©2018waste4think)



La metodología WESTE se basa en los datos de residuos disponibles, que se definen como todos los datos ESTE (del inglés *environmental, social, technical and economic data*) utilizados para describir la estrategia de gestión de residuos implementado en un municipio. Los datos abarcan desde datos relativos a la generación de residuos, recogida y gestión final de residuos, pasando por datos descriptivos de todos los recursos utilizados como el tipo de contenedores utilizados o las características de las campañas de sensibilización, hasta datos económicos, sociales, culturales, legales demográficos y medioambientales del municipio tal y como puede verse en la Figura 5.

FIGURA 5. Origen de las fuentes de datos necesarios para la metodología WESTE (©2018waste4think)



En la Figura 6 se muestra un ejemplo de aplicación de la metodología WESTE para la definición del conjunto de indicadores para la evaluación y seguimiento integral de los modelos de gestión de residuos implementados en el proyecto Waste4Think.

Más detalles tanto de la metodología WESTE como del conjunto de indicadores utilizados para monitorizar los municipios piloto del proyecto Waste4Think pueden consultarse en el entregable del proyecto *D1.3. Sustainability Assessment Model* de carácter público¹⁰.

3.2. Sistemas de recogida

No existe una fórmula mágica para definir el mejor sistema de recogida, pero sí unos criterios fundamentales, como la **identificación del generador** y la **facilitación de la recogida selectiva** frente a una limitación del uso indiscriminado de la recogida en masa, **sumado a la monitorización de la generación y la adopción de medidas fiscales y de comunicación adecuadas**. El sistema debe **promover la corresponsabilización de la ciudadanía** para con el sistema. La pérdida del anonimato permite, entre otros factores, ayudar a las personas usuarias del sistema a mejorar su conocimiento sobre el funcionamiento del mismo así como a concienciarnos para avanzar hacia patrones de consumo más sostenibles y posibilitar la aplicación de tasas de residuos más justas.

FIGURA 6. Indicadores ESTE utilizados para la evaluación y monitorización de los modelos de gestión de residuos en el proyecto Waste4Think (@2018waste4think)



En tu opinión, ¿cuál es el mejor sistema de gestión de residuos?

“La respuesta debe ser local, dependiendo de las condiciones locales y la realidad propia de cada lugar. En cualquier caso, y en general, el objetivo de una buena gestión de residuos debe ser no generarlos, ya que el residuo no generado es el mejor residuo. Esa es la vía más barata para la ciudadanía y lo mejor para el medio ambiente. Los sistemas de gestión de residuos que tienen por objeto reducir, reutilizar, prevenir la generación de residuos no necesario y hacer desaparecer aquellos residuos que no se pueden reciclar son los que mejores resultados presentan bajo un punto de vista económico y ambiental.”

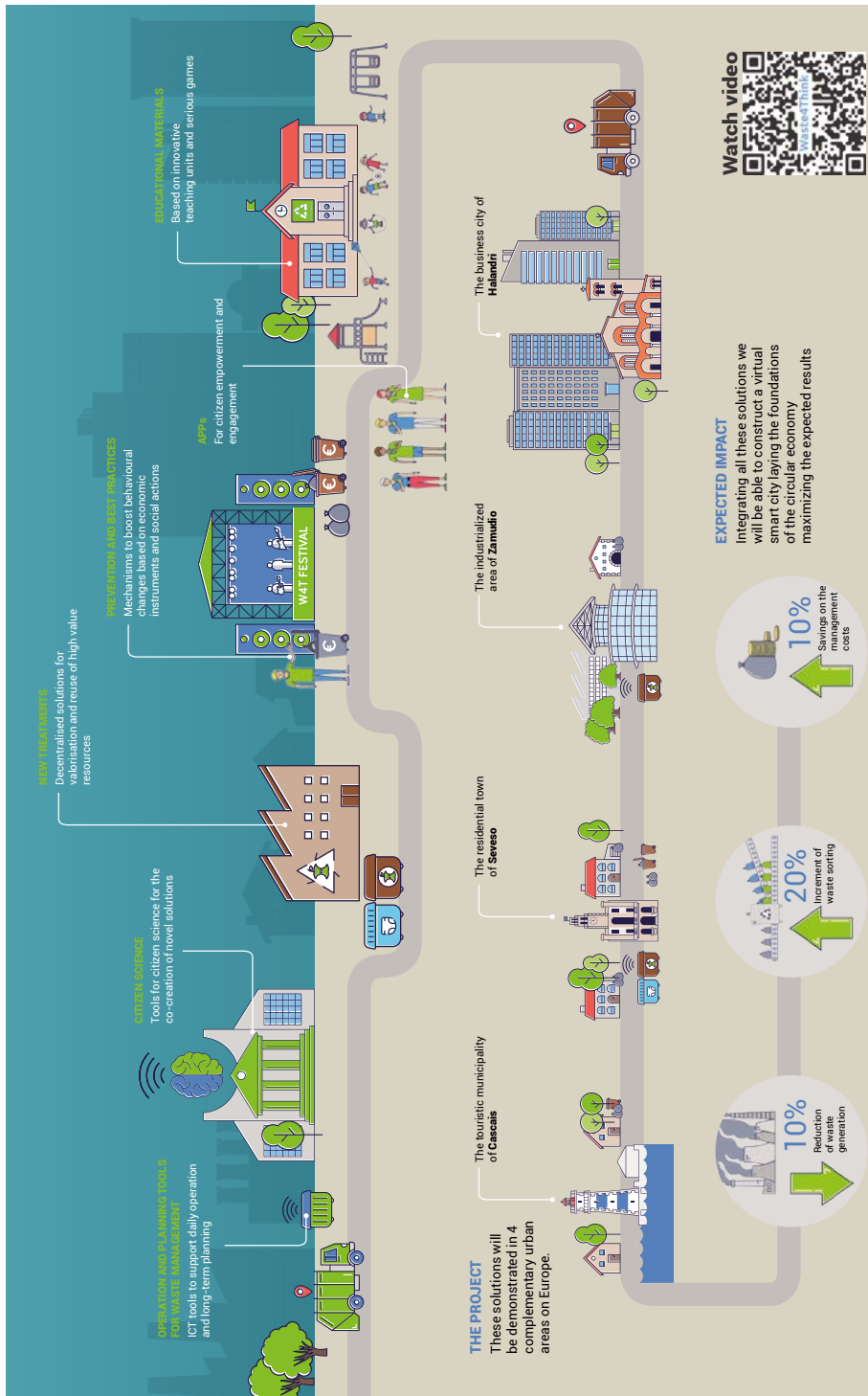
Piotr Barczak, Responsable de políticas de residuos en la Oficina Europea de Medio Ambiente¹¹

Gracias al alto desarrollo sufrido por las tecnologías de la información y comunicación son muchos los métodos existentes para conocer quién está generando qué y cómo, es decir, para monitorizar la generación y la disposición de residuos. **Los sistemas individuales** como el *puerta a puerta* llevan intrínseca la característica de la individualización de la generación. En el ámbito municipal se entiende por *recogida puerta a puerta* aquel sistema de recogida selectiva de los residuos municipales que se fundamenta en la entrega segregada de las distintas fracciones de los residuos en origen, con un calendario preestablecido, y sobre las que se debe poder efectuar un mínimo control de calidad. No obstante, para que a un municipio le sea reconocida técnicamente la adopción del sistema *puerta a puerta*, éste deberá efectuar, como mínimo, la recogida selectiva de la materia orgánica y de la fracción resto limitando especialmente la frecuencia de este último flujo¹². En este contexto la identificación y monitorización puede realizarse directamente a través de la identificación del contenedor a través del cual las personas usuarias entregan los residuos como bolsas, cubos o contenedores individuales. La medida de la cantidad generada se efectúa bien midiendo el volumen o el peso¹³.

Los sistemas colectivos son aquellos que facilitan la recogida de distintas personas usuarias en un mismo contenedor o recipiente situados en la vía pública, ya sea los tradicionales aéreos o soterrados, buzones de recogida neumática etc. En estos sistemas la identificación de la persona usuaria se debe realizar en el acto mismo de entrega de residuos mediante el uso, por ejemplo, de cerraduras electrónicas con tarjetas identificativas o bolsas homologadas con tags RFID.

En Waste4Think se han adaptado diferentes sistemas de monitorización de acuerdo a las necesidades y características de cada municipio: 1) Zamudio (España), municipio altamente industrializado con población dispersa y recogida selectiva a pie de calle, 2) Halandri (Grecia), área suburbana con alta concentración de

FIGURA 7. Integración de los diferentes sistemas de monitorización utilizados en Waste4Think (©2018waste4think)



negocios y un sistema de gestión de residuos básico, 3) Seveso (Italia), municipio residencial con un sistema de recogida puerta a puerta y, 4) Cascais (Portugal), ciudad costera y turística con un sistema soterrado de recogida. La integración de estos sistemas con el resto de soluciones es la clave para poder optimizar la eficiencia de cada una de ellas al permitir diseñarlas y, más tarde, evaluarlas de una forma integral y holística.

Si preguntamos a las personas usuarias si deberían reciclar o, incluso, si efectivamente lo hacen, un porcentaje muy alto de las personas encuestadas nos dirán que efectivamente tienen este hábito. No obstante, en muchos de nuestros municipios los datos técnicos de recogida selectiva nos indican unos valores distintos. Difícilmente se supera un 20 o 40% de recogida selectiva en recogida en contenedores estándar, según si ya está implantada la recogida de biorresiduos o no. Entonces, si sabemos que deberíamos separar nuestros residuos, ¿por qué no lo hacemos? Analizar aquellas estrategias que consiguen niveles avanzados de recogida separada nos da las claves. **La pérdida del anonimato** en la disposición de nuestros residuos al sistema de recogida es uno de ellos. Y es que el control social es uno de los parámetros que nos mueven a actuar¹⁴. Cuando sabemos que debemos actuar de una manera determinada y que la "sociedad", el Ayuntamiento o quien sea va a poder saber cómo lo hacemos, nos corresponsabilizamos y pasamos de la información a la acción y, con ello, al hábito.

FIGURA 8. Ejemplo de visibilidad, proximidad e identificación con bolsas traslucidas para la fracción resto y uso de tags RFID, Seveso (Italia) (©2018waste4think)





Un claro ejemplo del impacto de la monitorización sobre el generador y la pérdida del anonimato asociada lo podemos encontrar en los primeros resultados del proyecto Waste4Think en la ciudad de Seveso (Italia).

“Cuando pasamos del sistema tradicional de puerta a puerta a anunciar a la ciudadanía que empezábamos a monitorizar con las bolsas azules, simplemente por este hecho se pasó del 65% de recogida separada al 77%. En 2017, con el inicio del PAYT, logramos subir hasta el 82%”.

Paolo Butti, Alcalde de Seveso

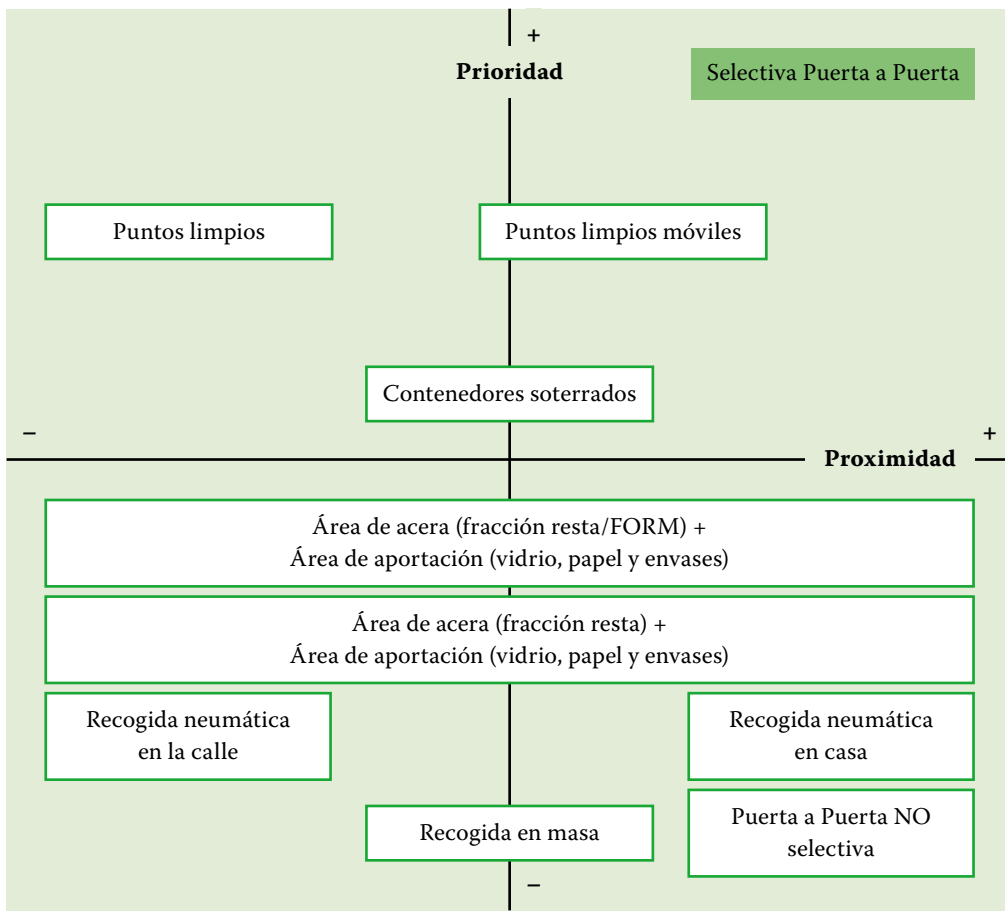
Evidentemente no es este el único factor que nos mueve, **los incentivos económicos como la aplicación de una fiscalidad justa o la elaboración de estrategias de educación ambiental son otros de los elementos relevantes** (como veremos más adelante), aunque el propio diseño técnico del sistema de recogida de forma que facilite los hábitos que queremos promover (acercando en tiempo o espacio la disposición de la recogida selectiva y limitando el resto) es la clave común en todos aquellas estrategias exitosas que se han analizado, dando proximidad y prioridad a las fracciones reciclables y a la recogida separada. Al final, tenemos que cambiar también la visión de gestores y personas usuarias del servicio. No estamos tratando con residuos que debemos eliminar, si no con recursos que debemos aprovechar y la propia configuración del servicio y del resto de instrumentos que lo complementan ya sean económicos, educativos, normativos o de participación deben actuar en consonancia.

3.3. Aspectos influyentes en la eficacia de los sistemas de recogida

Es interesante analizar cómo los sistemas de recogida han evolucionado a lo largo del tiempo bajo algunos condicionantes. Por ejemplo, en todo el mundo, tanto en países de bajos ingresos¹⁵ como en los más ricos, la creencia cultural existente sobre sacar los residuos cuanto antes de casa, por no considerar saludable guardarlos en el interior de la vivienda, es muy elevado, afectando directamente a la toma de decisiones sobre los modelos de recogida. Esto hace que, por ejemplo, la posibilidad de tirar los residuos en la forma en que se quiera y en cualquier momento en un contenedor en la calle se vea como algo imprescindible y asumido por muchos Ayuntamientos lo que hace que haya una tendencia favorable hacia modelos en áreas de aportación o áreas de acera (ver Figura 9). En cambio, los modelos

denominados “domiciliarios” (puerta a puerta) apuestan por lo contrario, es decir, establecer unas reglas determinadas sobre cómo y cuándo se deben depositar los residuos, reduciendo las posibilidades de entrega de las fracciones residuales, sobre todo del Resto, pero a cambio acercando el servicio a la puerta de casa. En un puerta a puerta es más cómodo hacer recogida selectiva, la ciudadanía puede ser más consciente del problema de los residuos (en volumen, tipología,...) y, a la vez, empezar a verlos como un producto de nuestro estilo de vida y consumo que bien separados son un recurso fácilmente valorizable, en vez de un problema. Porque, ¿qué es mejor?, ¿tener contenedores en la calle 365 días al año 24h o residuos convenientemente seleccionados unos días determinados unas horas limitadas del día?.

FIGURA 9. Distribución de los sistemas de recogida en función de la proximidad a las personas usuarias y la priorización de la recogida selectiva¹⁶



Por ejemplo, el hecho de que los residuos sean bien visibles en la calle es típico de los modelos planteados en más de 4.000 municipios italianos. En Seveso, ayuntamiento piloto del proyecto Waste4Think, se utiliza una bolsa translúcida azul para recoger la fracción resto, una amarilla para los envases ligeros, y el papel y cartón se entregan plegados en la acera sin contenedor. Esto permite un control visual no sólo por los operadores del servicio de recogida sino por los vecinos mismos; cada uno se da cuenta exactamente de quien no está separando bien, generando un fenómeno de “autoconcienciación” social muy interesante (Figura 9).

Al introducir nuevos objetivos con elevada tasa de recogida separada, en el caso de los modelos con áreas de aportación, en el pasado se plantearon modificaciones “aditivas”. Es decir, en estos modelos se añadían más contenedores para las fracciones reciclables, al lado de los existentes para la fracción resto, sin reducir la frecuencia de recogida de esta fracción. El impacto de estas acciones reporta resultados dispares donde no se observa una mejora suficiente en la participación de la ciudadanía en la recogida separada de residuos.

FIGURA 10. Arte urbano con contenedores en Badarán, La Rioja



Dentro del concepto de metabolismo urbano, los recursos utilizados para el depósito de los residuos en la calle, bien separados y visibles, deben ser aceptados como parte del mobiliario urbano, al igual que los semáforos u otros elementos a las que nos vamos acostumbrando. Ejemplo de ello es el caso de Badarán en La Rioja, donde sus contenedores se encuentran totalmente mimetizados con el entorno¹⁷.

Es necesario un cambio de enfoque en que las fracciones reciclables deben de ser el foco de acción. Los modelos domiciliarios más exitosos avanzan hacia la reducción de la frecuencia de recogida de la fracción resto hasta quincenal, y en los sistemas colectivos de áreas de aportación se va hacia limitar el acceso al contenedor de la fracción resto o por al menos a introducir un mecanismo para monitorizar al productor y pagar por la generación de esa fracción. Esto es lo que se va a plantear en Zamudio con el proyecto Waste4Think.

3.4. Aspectos económicos y fiscalidad

Es cierto que, hablando de toma de decisión a nivel municipal, **el condicionante principal es el aspecto económico.** Aparte de las obligaciones legales, ¿plantear modelos cuyo objetivo es una alta recogida selectiva supone un mayor coste a trasladar a las personas usuarias? La respuesta es sencilla “no, si todo se planea bien”. Una investigación sobre más de 1.500 Ayuntamientos en Lombardia¹⁸ y otra en Cataluña¹⁹ demostró que los municipios con una tasa de recogida selectiva superior al 60-70% declaraban costes totales por habitante (mejor dicho, habitante equivalente) parecidos a los que quedaban rezagados, con modelos “antiguos” y una recogida selectiva por debajo del 30%. En ambos casos es fundamental analizar las condiciones de contorno que no dependen de la competencia municipal como una tasa de entrada al vertedero / incineración suficientemente alta, un sistema que garantiza ingresos por los envases recogidos, o un sistema de incentivos bien establecido en el caso de Cataluña. El modelo de partida con el que comparar es, obviamente, un factor decisivo.

De todas maneras, el punto a tener en cuenta es otro: el camino ya está marcado debido a las políticas de la Unión Europea, dentro de poco enviar residuos mezclados a vertederos o incineradoras baratas ya no será posible. **Los Ayuntamientos tienen en su mano decidir si “ser pioneros” y actuar por adelantado, o enfrentarse a una segura subida de los costes en el futuro o, incluso, a futuras sanciones. En este contexto, la Compra Pública Innovadora (CPI) puede jugar un papel relevante.**

La Compra Pública Innovadora (CPI) ha sido identificada como uno de los instrumentos estratégicos más importantes y relevantes para desarrollar, fomentar y fortalecer la innovación en el territorio europeo. **Las nuevas Directivas Europeas de Compra Pública**²⁰ han sido adoptadas en febrero de 2014 y resaltan la importancia de la compra de productos y servicios innovadores. Los principales beneficios de la CPI son:

- Compra de soluciones ad-hoc para retos específicos.
- Incorporación de nuevos proveedores.
- Acceso a fondos locales, nacionales y europeos destinados a la innovación.
- Modernización de las operaciones internas a la vez que se ofrecen servicios públicos de alta calidad.

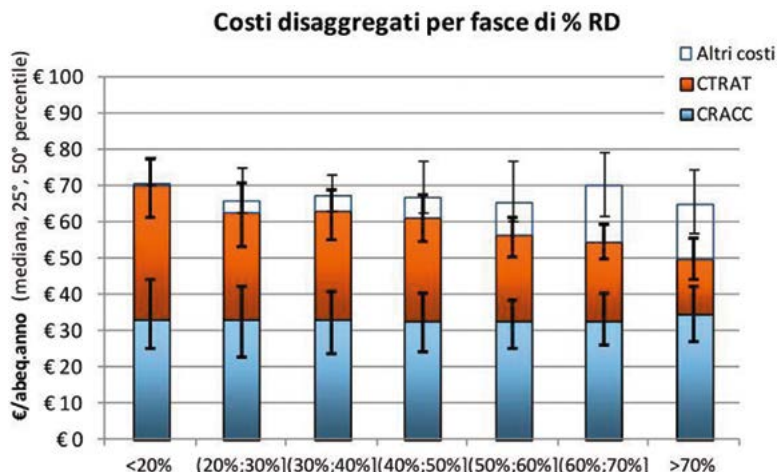
- Ahorro en costes y creación de nuevas oportunidades de mercado para las empresas en el territorio europeo.
- Fomento, crecimiento y creación de nuevos empleos, especialmente en las compañías de innovación más pequeñas.



La compra pública innovadora ofrece a las autoridades públicas la posibilidad de obtener soluciones punteras, innovadoras y adaptadas a sus necesidades específicas y así ofrecer a sus contribuyentes servicios de la mejor calidad a la vez que se produce un ahorro de costes. El sector público europeo se enfrenta a importantes retos de interés público, como salud y envejecimiento, cambio climático, energía y escasez de recursos.

Fernando Pérez Miguel, Director del Departamento de licitaciones de ZABALA INNOVATION CONSULTING.

FIGURA 11. Costes totales de recogida, tratamiento y generales, en varios tramos de recogida selectiva en la Región de Lombardia (Italia), en 2014





“Gestionamos 550.000 habitantes, incluyendo grandes ciudades como Treviso y la recogida selectiva está al 85% en el Bacino Priula, gestionado por Contarina. Siendo pioneros, hemos generado empleo verde y contenido los costes. Y la Comisión Europea nos enseña como buena práctica”

Paolo Contò, Director, Consiglio di Bacino Priula

Además, en tema de fiscalidad, los más innovadores como el piloto de Seveso y Zamudio del proyecto Waste4Think están introduciendo lo que se llama **“pago por generación” (PAYT, Pay As You Throw de sus siglas en inglés)**; esto hace que, gracias a medidas innovadoras, se pueda relacionar el impuesto de residuos con la generación específica de cada persona, sobre todo de la fracción resto. Así la tasa es más equitativa y el impacto social es muy alto; el incentivo a separar es todavía más eficaz para las personas hasta ahora menos dispuestas. Una de las excusas habituales para no separar es la apreciación de que se está “haciendo un trabajo extra cuando ya se paga para que se recojan y gestionen los residuos” o bien el convencimiento que “alguien (quien?) se va a lucrar con el trabajo individual realizado”. Con el PAYT y todo el ejercicio de transparencia que se hace para su despliegue, queda más claro el concepto del “para qué” y “para quién” estoy haciendo el esfuerzo de separar más, o sea, no solo para el medio ambiente sino para un ahorro individual y colectivo.

Así, **el pago por generación es un tema de mucho calado**, con grandes motivaciones pero con muchos temores a la hora de introducirlo, ya que conlleva un alto impacto social. Por un lado, la ciudadanía quiere pagar por lo que utiliza, como con la electricidad o el teléfono. Por otro, los efectos adversos (riesgo de abandono de residuos, repentina subida de la tasa para algunas personas usuarias) detienen a los que toman las decisiones políticas; aquí también el intercambio de buenas prácticas es imprescindible para establecer un diseño de tasas, un programa de comunicación y una puesta en marcha adecuadas.



“Antes de introducir el PAYT, queremos iniciar un proceso participativo con todas las partes interesadas”.

Igotz López Torre, Alcalde de Zamudio

3.5. Sensibilización y participación ciudadana

Es habitual que para promover la recogida separada se realicen campañas de concienciación con mayor o menor alcance y frecuencia variable. Paradójicamente, cuando se habla con técnicos en gestión de residuos desde el punto de vista más tecnológico, es común oír hablar de que para que el modelo funcione debemos tener a **una ciudadanía más concienciada**, pero a la vez es muy difícil encontrar **municipios con una estrategia aprobada a medio largo plazo de educación ambiental**, estrategia que plantee mensajes, instrumentos, objetivos y sinergias, que busque no sólo la “información” sino la capacitación de nuestra sociedad, **generando ciudadanía creativa y activa**, con conocimientos plenamente adquiridos, habilidades y pensamiento crítico y capacidad para transmitir y defender un mensaje determinado, pasando a la acción (el hábito y la transmisión de conocimiento) de forma consciente.

Queda claro que **simplemente informar a las personas usuarias del servicio, aunque necesario, no es suficiente**, al igual que no es suficiente para obtener el éxito de nuestro modelo de recogida, únicamente apostar por elementos técnicos. **Desarrollar una estrategia de educación ambiental significa programar una acción educativa permanente, en la que tanto como individuos y como colectivo todos y todas debemos tomar partido y corresponsabilizarnos de nuestra parcela de competencias.**

También en la educación ambiental las innovaciones tecnológicas nos ofrecen grandes oportunidades. Las redes sociales, las apps, junto a las innovaciones en materia de identificación de personas, residuos y monitorización en general, nos permiten una flexibilidad, un dinamismo y un acercamiento a nuevas formas de comunicación con un potencial extraordinario. Otro ejemplo, es la gamificación o el uso de elementos y técnicas de los juegos y el ocio en actividades “serias”, como aprender, en este caso, a desarrollar una nueva conciencia y hábitos en relación a la prevención y el reciclado de nuestros residuos.



“La educación ambiental debe capacitar para la acción, no aleccionar”.

Teresa Franquesa, Directora de Sostenibilidad del Ayuntamiento de Barcelona, 2017.



App: InfoRecikla²¹ es una aplicación lanzada por la Diputación de Araba para tener información directa sobre el impacto medioambiental de los residuos, qué hacer con ellos y dónde depositarlos.



Waste Travel 360 2.0²²: Primer Proyecto europeo de educación medioambiental en economía circular utilizando realidad virtual. Virtual Tour es una herramienta donde cualquier usuario puede sumergirse en el mundo del reciclaje gracias a imágenes HD en 360° y videos.



App Residu, on vas?²³ Aplicación móvil para conocer dónde depositar los residuos en los municipios catalanes.

El proyecto Waste4Think está probando varias de estas nuevas estrategias tecnológicas de educación ambiental, ya sea por sí mismas o integradas en estrategias globales que combinan herramientas más tradicionales (no olvidemos que el contacto persona-persona siempre será el método más efectivo de establecer una verdadera comunicación) con instrumentos tecnológicos innovadores, una **App de comunicación directa con la ciudadanía**, otra para promover en el **comercio local productos y servicios más verdes**, **juegos para enseñar a entender el Ecodiseño** u otro para diseñar estrategias de **economía circular** y observar los resultados, dificultades y ventajas. Son algunas de las soluciones más innovadoras que se están probando.



“No produzcas basura, es tu responsabilidad”.

“No es mejor el que más recicla si no el que genera menos residuos”.

Alumnos de Sexto de Primaria de Zamudioko Eskola.

También en educación ambiental la monitorización de los resultados es un **gran reto**. Conocer la efectividad y sinergias creadas por las distintas actuaciones, cómo y por qué medio han llegado los mensajes al público objetivo, el cambio real de hábitos generado, el incremento de conocimiento generado, etc. es clave para entender mejor los procesos en un futuro de comunicación, participación y educación ambiental en general. En Waste4Think todas las actuaciones realizadas van a tener un seguimiento y una valoración cuantitativa y/o cualitativa de los resultados obtenidos, para aprender de la experiencia y

FIGURA 12. Enfoque sistémico de las soluciones en Waste4Think (©2018waste4think)



poder tener los elementos de éxito y replicabilidad bien descritos, con una metodología transparente y consistente.

4. Conclusiones

Avanzar hacia paradigmas más avanzados en la gestión de residuos es posible. En el contexto europeo existen experiencias de éxito que muestran como con esfuerzo y ganas es posible la transición hacia escenarios donde los residuos dejan de ser un problema. La clave radica en la transmisión de las lecciones aprendidas para que éstas sean un catalizador que anime a otros municipios a emprender acciones innovadoras que hagan del problema de **los residuos una oportunidad de aprendizaje, de aprovechamiento de recursos y de creación de empleo.**

El **proyecto Waste4Think** pretende ser un ejemplo de todo ello. Haciendo uso de las últimas tecnologías de la información y comunicación, se **integrarán y validarán 20 soluciones eco-innovadoras** que cubrirán toda la cadena de valor de los residuos como herramientas para apoyar las operaciones diarias y la planificación a largo plazo, aplicaciones móviles para fomentar la participación y compromiso de la ciudadanía, materiales educativos innovadores y juegos serios, herramientas de ciencia ciudadana para la co-creación de soluciones, mecanismos para promover cambios de comportamiento basados en instrumentos económicos y acciones sociales, y dos soluciones descentralizadas para la valorización y recuperación de recursos de alto valor (pañales y biorresiduos).

5. Referencias

1. UN-HABITAT, *Solid Waste Management in the World's cities*, Vol. 592 (2010).
2. Waste4Think: Moving towards Life Cycle Thinking by integrating Advanced Waste Management System, <http://waste4think.eu>.
3. Eurostat, *Municipal waste statistics* (2017). http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics#Main_statistical_findings.
4. MAGRAMA, *Gestión de biorresiduos de competencia municipal. Guía para la implantación de la recogida separada y tratamiento de la fracción orgánica* (2013).
5. D. Vanham, F. Bouraoui, A. Leip, B. Grizzetti y G. Bidoglio, «Lost water and nitrogen resources due to EU consumer food waste», *Environmental Research Letters*, vol. 10, nº 8 (2015): 84008.
6. M. Giavini, «Separate collection of biowaste – is it technically, economically and environmentally practicable?» (conferencia presentada en el workshop «ECN Biowaste in the Circulare Economy», Bruselas, 2017).
7. Agencia Europea Medio Ambiente, <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/municipal-waste>.

8. « ...finalmente si passa da un modello economico lineare, inefficace, costoso e insostenibile ad un modello che faccia della sostenibilità ambientale una leva per la crescita, lo sviluppo e la competitività industriale. Dobbiamo superare il modello “produci, consuma e getta” per passare ad un’economia dove i prodotti sono progettati per durare ed essere riparati, riusati e riciclati...». Bonafé, S., intervención en el Parlamento Europeo el 14 de marzo de 2017, *Greenreport News*, video, <http://www.greenreport.it/news/economia-ecologica/economia-circolare-bonafe-dal-parlamento-europeo-svolta-un-modello-industriale-sostenibile/>.
9. I. Oribe-Garcia, E. Borges Cruz, M. Vila, G. Nohales, M. Giavini, E. Amodeo, J. Dinis, G. Lyberatos, A. Alonso-Vicario, «WESTE methodology for holistically evaluation of the waste management chain» (5th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Athens, 21–24 Junio de 2017).
10. Waste4Think, deliverable D1.3. *Sustainability Assessment Model*, <https://doi.org/10.5281/zenodo.1135148>.
11. «Zure ustez, zein da hiri hondakinak kudeatzeko modurik egokiena? “Erantzunak tokian tokikoa izan behar du, tokiko baldintzen eta errealitatearen arabera. Edozein kasutan, eta oro har, hondakinak ez sortzea izan behar da hondakinen kudeaketa on baten helburua, sortzen ez dena baita hondakinik onena. Hori da merkeena tokiko herritarrentzat eta onena ingurumenarentzat. Murriztera, berrerabiltzera, beharrezkoak ez diren hondakinak saihestera eta birziklatu ezin direnak desagerraraztera jotzen duten kudeaketa sistemek dituzte emaitzarik onenak ekonomiaren eta ingurumenaren ikuspegitik”». Piotr Barczakn, entrevista en *Berria*, http://www.berria.es/paperekoa/1761/012/001/2015-05-13/errefusa_gutxitzeko_pizgarriak_ezabatzen_ditu_errausketak.htm.
12. L. Alvarez, A. Aymemí, E. Codina, E. Coll., J. Colomer, R.Gijón y C. Salvans, *Manual de recogida selectiva Puerta a Puerta* (Associació de Municipis Catalans per a la recollida selectiva porta a porta, 2010), http://www.portaaporta.cat/documents/arxiu_portaaporta_101.pdf.
13. Generalitat de Catalunya, *Guía para la implementación de sistemas de pago por generación de residuos municipales* (2010).
14. E. Pol, T. Vidal, M. R. Delgado, «Supuestos de cambio de actitud y conducta usados en las campañas de publicidad y los programas de promoción ambiental. El modelo de las 4 esferas», *Estudios de Psicología*, vol. 22, nº 1 (2001): 111.
15. Oberlin, A., «The Role of Households in Solid Waste Management in East Africa Capital Cities» (Tesis, Wageningen University, Wageningen, NL., 2011), <http://edepot.wur.nl/179704>.
16. L. Alvarez, A. Aymemí, E. Codina, E. Coll., J. Colomer, R.Gijón y C. Salvans, *Manual de recogida selectiva Puerta a Puerta* (Associació de Municipis Catalans per a la recollida selectiva porta a porta, 2010), http://www.portaaporta.cat/documents/arxiu_portaaporta_101.pdf.
17. «Badarán defiende sus contenedores», *Diario La Rioja* (16 de agosto de 2015), <http://www.larioja.com/la-rioja/201508/15/badaran-defiende-contenedores-20150815004435-v.html>.

18. Piano Regionale Rifiuti e Bonifiche (Regione Lombardia, 2014), <http://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/istituzione/direzioni-general/direzione-generale-ambiente-energia-e-sviluppo-sostenibile/piano-regionale-rifiuti-e-bonifiche>.
19. ENT, *Balance económico de la recogida de residuos puerta a puerta y en contenedores para los entes locales y propuestas de optimización*, (2013), http://www.portaaporta.cat/documents/arxiu_portaaporta_172.pdf.
20. Directiva 2014/23/UE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la adjudicación de contratos de concesión (26 de febrero de 2014); Directiva 2014/24/ UE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a contratación pública (26 de febrero de 2014); Directiva 2014/25/ UE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la adjudicación de contratos de concesión relativa a la contratación por entidades que operan en los sectores del agua, la energía, los transportes y los servicios postales, (26 de febrero de 2014).
21. InfoRecikla, <https://www.inforecikla.eus/>.
22. Waste Travel 360 2.0, <http://www.wastetravel360.it/>.
23. Residu, on vas?, <https://www.residuonvas.cat/>.

6. Notas bibliográficas



Ainhoa Alonso Vicario

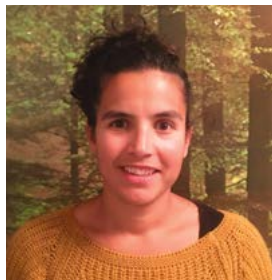
Doctora en Ingeniería Química por la Universidad del País Vasco y Responsable de la Unidad de Energía de DeustoTech. Tras su tesis doctoral se incorporó a la División de I+D de Producción y Energía Sostenible de Fundación Leia C.D.T. donde trabajó durante dos años como investigadora en proyectos de valorización energética de biomasa. En noviembre de 2009 se incorporó como investigadora principal en el área de Medio Ambiente y Sostenibilidad de la Unidad de Energía de Deustotech, y desde

septiembre de 2011 es Responsable de dicha Unidad. Sus intereses de investigación se centran en la economía Circular, la gestión integral de residuos, la valorización de residuos y transformación de biomasa, el uso de herramientas de análisis de ciclo de vida (ACV) y el uso de inteligencia artificial en problemas de ingeniería medioambiental y desarrollo urbano. Ha participado en más de 30 proyectos nacionales y europeos de investigación en el área de la Energía y el Medio Ambiente. Actualmente coordina el proyecto H2020 Waste4Think enfocado en la mejora de la gestión de residuos y el fomento de estrategias en economía circular.

Cruz Enrique Borges Hernández

Dr. en Matemáticas por la Universidad de Cantabria. Actualmente es investigador en la Unidad de Energía y Medio Ambiente de DeustoTech donde desarrolla proyectos relacionados con la eficiencia energética, el desarrollo de algoritmos de predicción en el sector energético y el diseño de aplicaciones de soporte a la decisión en el área de la planificación y desarrollo urbano basadas en la arquitectura FIWARE. Sus intereses científicos se centran en el desarrollo de diseños experimentales para la validación de acciones de eficiencia energética y la aplicación de inteligencia artificial para el desarrollo de herramientas de soporte a la decisión. Actualmente apoya la coordinación técnica del proyecto H2020 Waste4Think donde lidera el desarrollo de la plataforma de soporte a la decisión para mejorar la gestión de residuos y el fomento de la economía circular. Además, colabora en las tareas de participación ciudadana mediante la realización de acciones de ciencia ciudadana y el fomento de los datos abiertos. Finalmente, ha participado en más de 20 proyectos relacionados con el sector de la energía y la sostenibilidad.





Iraia Oribe García

Dra. en Ingeniería Informática y Telecomunicaciones por la Universidad de Deusto. Su labor investigadora empezó en el año 2010, en la Fundación Deusto en el departamento Deusto-Tech-Energy, donde realizó su tesis doctoral titulada “Metodología de análisis integral de la información para la gestión de residuos”. Durante todo este tiempo ha profundizado en metodologías de análisis ambiental basadas en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para la cuantificación de los impactos ambientales

generados por organizaciones y/o servicios; y el modelado de la generación de residuos a nivel local para la identificación de los factores conducentes en la misma. Paralelamente colabora en tareas relacionadas con el ACV para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector transporte, o en la estudios técnicos para estudiar la viabilidad ambiental de nuevos procesos productivos.

Michele Giavini

Cuenta con más de 15 años de experiencia en el ámbito de la gestión sostenible de residuos, promocionando las buenas prácticas tanto en Italia como a nivel europeo y mundial. Dirige ARS ambiente, una consultoría italiana enfocada en la recogida selectiva y el tratamiento de la fracción orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos, proporcionando ayuda tanto a entidades públicas como a operadores privados. Ha desarrollado planes de Gestión Integrada de Residuos para regiones como Lombardia (Italia), implementado esquemas de Pago Por Generación (Pays As You Throw, PAYT) y ahora participa como líder del piloto italiano en el proyecto H2020 financiado por la EU Waste4Think. Es también experto en el Consorcio Italiano de Compostadores (CIC), apoyando a más de 100 plantas que generan compost de alta calidad y contribuyendo a la preparación del nuevo Paquete sobre la Economía Circular de la UE. Es un miembro activo de la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA) y contribuye a las actividades de la Coalición de Clima y Aire Limpio (CCAC) sobre gestión de residuos en países de bajo ingreso.



Marta Vila Gambao

Licenciada en Ciencias Ambientales y jefa del Área de Residuos de la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona durante los últimos 17 años. Ha coordinado y desarrollado diferentes proyectos estratégicos relacionados con la gestión de los residuos y la evaluación estratégica (prevención, diseño de recogidas, comunicación ambiental, tratamiento de residuos, planificación estratégica, etc.), entre los que destacan: el Programa de Gestión de Residuos Municipales de Cataluña PROGEMIC 2007-2012; el Análisis del Canon de Disposición de Residuos en Cataluña y Propuestas de

Mejora 2012; el desarrollo de un software para la evaluación de la gestión de residuos municipales bajo perspectiva de ciclo de vida (SIMUR); campañas para la implantación y refuerzo de la recogida selectiva de fracción orgánica; diversas guías relacionadas con la prevención de residuos municipales o el desarrollo de Planes Locales de Prevención.

También ha desarrollado diversos proyectos de diseño, implantación, seguimiento y mejora de modelos de recogida en contenedores y puerta a puerta (incluyendo procesos de participación en algunos de ellos) y de redacción de pliegos para la licitación de servicios de recogida.

Ha coordinado el Proyecto SCOW-ENPI CBC MED sobre gestión de biorresiduos y actualmente coordina la implantación de los programas sociales del proyecto H2020 Waste4Think.



Gemma Nohales Duarte

Licenciada en Ciencias Ambientales, Master en intervención Ambiental y coordinadora de Proyectos del Área de Residuos y Ciclo de los Materiales de la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.

Tiene conocimientos específicos en prevención y gestión de residuos, diseño de sistemas de recogida y elaboración de pliegos de condiciones técnicas y estudios económicos, planificación estratégica y evaluación ambiental, modelos de simulación

de gestión de residuos y análisis ambiental, diseño y cálculo de indicadores, entre otros. Durante los últimos años ha participado en diversos proyectos, entre los que destacan: el Plan de Gestión de Residuos Urbanos de Galicia PGRUG 2010-2020, la documentación relativa a la evaluación ambiental estratégica del PROGEMIC y del PGRUG; el Análisis de la efectividad del Canon de Disposición de Residuos en Cataluña, 2012; la concepción y desarrollo de un software para la evaluación ambiental de la gestión de residuos municipales bajo perspectiva de ciclo de vida (SIMUR); el desarrollo del Portal de Residuos del MAGRAMA; varios proyectos relacionados con la prevención de residuos municipales, entre otros.

Ha sido coordinadora del Proyecto Europeo SCOW-ENPI CBC MED sobre gestión de biorresiduos y actualmente participa en la coordinación de la implantación de los programas sociales del proyecto H2020 Waste4Think.

Key factors to meet prevention and recycling targets for municipal solid waste: collection systems, environmental education programmes and taxation

Ainhoa Alonso Vicario, Iraia Oribe García,
Cruz Enrique Borges Hernández, Marta Vila Gambio,
Gemma Nohales Duarte, Michele Giavini

1. Introduction	45
2. Underlying reasons and context.	46
3. All-round management of municipal solid waste (MSW): new challenges and goals	47
3.1. <i>Information for decision-making</i>	50
3.2. <i>Collection systems</i>	53
3.3. <i>Aspects that influence the effectiveness of collection systems</i>	58
3.4. <i>Economic aspects and taxation</i>	60
3.5. <i>Public awareness and engagement</i>	63
4. Conclusions.	65
5. Bibliography	66
6. Biographical notes	69

Key factors to meet prevention and recycling targets for municipal solid waste: collection systems, environmental education programmes and taxation

Ainhoa Alonso Vicario, Iraia Oribe García, Cruz Enrique Borges Hernández, Marta Vila Gambao, Gemma Nohales Duarte, Michele Giavini

doi: [http://dx.doi.org/10.18543/dsib-2\(2017\)-pp265-295.pdf](http://dx.doi.org/10.18543/dsib-2(2017)-pp265-295.pdf)

Abstract

Almost 10% of the waste produced in the European Union (EU) is domestic. This averages out to 475 kg per person per annum, and accounts for over 3% of Europe's GHG emissions. Efficient management of urban waste is therefore a key challenge for the 21st century and one of the main responsibilities of public authorities.

This briefing (based on international project Waste4Think results) sets out to outline decision-making tools for the public authorities in matters of municipal solid waste (MSW) management, with a view to improving it via public engagement. The document gives an innovative overview of the problem, and provides tools and mechanisms for determining new, across-the-board policies, monitoring them and quantifying their impact so as to facilitate learning and transference. In particular it seeks to respond to the main questions posed by any administration on this matter: 1) What are the main challenges in waste management and how do they fit into the latest directives and key elements on matters of a circular economy?; 2) How can those elements be factored in across the board?; 3) The WESTE methodology: What information is needed to monitor the impact of policies?; 4) Monitoring: loss of anonymity?; 5) Taxation: a matter of fairness? Transparency?; 6) awareness and public engagement: How can a change in habits be brought about if information alone is not enough?

The document also provides readers with some of the most innovative examples of the following: 1) implementation of PAYT (Pay-As-You-Throw) systems; 2) measures for containing food wastage; 3) waste prevention via eco-design policies; 4) zero waste ecosystems, with particular emphasis on municipal amenities; and 5) municipal councils with successful, pioneering collection systems.

Award

The project Waste4Think has been awarded the Katerva Award in the Smart Cities category 2018.

Acknowledgements

We would like to thank Paula Sanchez for her technical support during the preparation of this briefing in particular for her advice on editing and layout solutions.

Keywords:

Municipal solid waste management, circular economy, awareness & public engagement, collection systems, tax matters, pay-as-you-throw, urban resilience.

Resumen

Cerca del 10% de los residuos generados en la Union Europea (UE) son de origen doméstico, lo que supone una media de 475 kg por persona y año y más del 3% de las emisiones totales de GEIs en Europa, lo que hace que la gestión eficiente de los residuos urbanos sea uno de los retos clave del siglo XXI, así como una de las principales responsabilidades de nuestras administraciones públicas.

El presente briefing (basado en los resultados del proyecto internacional Waste4Think) tiene como objetivo dotar de herramientas de toma de decisión a la administración pública con competencias en gestión de residuos urbanos para mejorar dicha gestión potenciando la participación ciudadana. El documento ofrece una visión integral pionera al problema facilitando herramientas y mecanismos para la definición de nuevas políticas integrales, su seguimiento y cuantificación del impacto que facilitará el aprendizaje y la transferencia de conocimiento. En particular trata de dar respuesta a las principales preguntas que cualquier administración puede hacerse en la materia: 1) ¿cuáles son los principales retos en gestión de residuos y cómo encajan con las últimas directrices y elementos clave en materia de economía circular?, 2) ¿cómo incorporar dichos elementos de una manera integral?, 3) metodología WESTE: ¿qué información necesito para poder hacer un seguimiento del impacto de mis políticas?, 4) monitorización: ¿pérdida del anonimato?, 5) fiscalidad: ¿cuestión de justicia? ¿transparencia?, 6) sensibilización y participación ciudadana: ¿cómo generar un cambio de hábitos ya que únicamente con información no es suficiente?.

El documento además pone a disposición del lector algunos de los ejemplos más innovadores en: 1) implantación de sistemas de pago por generación (PAYT), 2) medidas de contención del despilfarro alimentario, 3) prevención de residuos a través de políticas de eco-diseño, 4) ecosistemas de Residuo Cero haciendo especial hincapié en los equipamientos municipales y 5) ejemplos de ayuntamientos con modelos de recogida pioneros y exitosos.

Palabras clave:

Gestión de residuos urbanos, economía circular, sensibilización y participación ciudadana, modelos de recogida, fiscalidad, pago por generación, resiliencia urbana.

1. Introduction

Efficient management of municipal solid waste is a key challenge for the 21st century, and one of the chief responsibilities of our public administrations¹. Waste is the result of the inefficient use of natural resources in human activities. The production en masse of non-reusable, non-recyclable products combined with management not conducive to their recovery means that waste is a serious environmental problem in itself, as well as a cause of many other problems such as water, soil and air pollution. All these problems are associated with risks for human health.

Local authorities have the capability and the tools needed to turn local economies into zero-waste ecosystems where waste is seen not as a problem but as an opportunity for economic and social growth; in short, an opportunity to empower society by encouraging public engagement and acting as a driver for creating new, green jobs and new, fairer, more sustainable forms of governance.

This guide is based on the learning process undertaken in the European project *Waste4Think: Moving towards Life Cycle Thinking by integrating Advanced Waste Management Systems*², with a view to answering the main questions that any public authority is likely to ask:

- What are the main challenges in waste management and how do they fit into the latest directives and key elements on matters of a circular economy?
- How can those elements be factored in across the board on the basis of our areas of authority?
- What information is needed to monitor the impact of policies?
- How do I get the public and economic actors to share responsibility for waste management? What role can economic instruments play in working towards a fairer, more transparent tax system?
- What role can public engagement and awareness actions play? Is it enough just to provide information or do we want a citizenry which are involved and capable of critical thinking?

This guide is aimed at public authorities at local and regional level that wish to work towards efficient, innovative, inclusive municipal solid waste management strategies. Its goal is two-fold: to learn what impact different management, communication and taxation strategies may have on local policies and to share knowledge acquired from other innovative experiences and good practices to encourage local authorities to set up new waste management policies.

The success of a waste management strategy depends on the collaboration of all the actors involved, from public authorities (which must foster the transparency of the system and design models to facilitate separation at source and proper, flexible treatment), through producers (which need to redesign products to make them easier to reuse and recycle) to the general public (which

The main goal of the Waste4Think project is to work towards a new waste management paradigm, shifting from conventional finalistic methods of treatment and disposal towards models of recycling and recovery of materials based on the principles of the circular economy. 20 eco-innovative solutions are therefore incorporated and checked out, some technological and others non-technological, which act throughout the value chain, ranging from raising awareness among the public to new collection systems and pricing systems. The project also proposes a data capture & management method based on new information & communication technologies (ICTs) that enables decisions to be made reliable across the board by all actors. This method is tested and checked out in 4 different settings to help bring these eco-innovative solutions to the market at the end of the project.

must be proactive in sharing responsibility for the system). Once a transparent system is achieved, the various actors will have the capabilities, tools and leadership roles required to contribute actively to more efficient management of resources.

2. Underlying reasons and context

Around 10% of the waste produced in the European Union (EU-28) is currently municipal solid waste (MSW). The figure was 243 million tons in 2015, an average of 475 kg per person per annum³. On average, 26% of that domestic waste is landfilled, 27% is incinerated and only 47% is composted or recycled. Current statistics indicate that **80 million tons of recyclable materials are currently thrown away each year**, not counting those that may be produced by industry. **The management of the bio-waste (especially food waste) among those recyclable materials is considered to be the backbone of a good waste management system⁴**. Even so, only a few of Spain's autonomous regions currently collect domestic bio-waste selectively. The domestic sector is also the biggest contributor to food waste (47 million tons in Europe). Around 80% of food waste is avoidable⁵.

In terms of impact on climate change, waste management accounts for over 3% of all GHG emissions in Europe (over 100 million tons of GHGs).

In this scenario one of the main challenges for waste management is to obtain the key information needed to make more sustainable, more efficient decisions and provide the mechanisms required to monitor and assess the measures implemented.

This guide offers an across-the-board view of the problem, and seeks to provide local authorities with tools and mechanisms for drawing up and monitoring

new, more efficient, innovative and inclusive all-round waste management policies on the basis of the EU's Waste4Think project. The guide also reviews the most innovative, ground-breaking examples of good practices in the field.

3. All-round management of municipal solid waste (MSW): new challenges and goals

The current EU legislation on waste can be described as the most advanced in the world. Further goals and strategies which are even more advanced are to be included in the so-called "circular economy package", which is currently being completed. Using resources efficiently by recycling more and reducing the amount of waste produced are basic concepts that form the basis of these regulations.

New recycling targets proposed by the European Parliament and the Council:

- *Promoting eco-design, the prevention of waste production and high-quality selective collection.*
- *Current proposal (December 2017): 65% recycling by 2035, not counting rejects at the recycling stage.*
- *Compulsory introduction of selective collection of bio-waste as from 2023.*
- *Promotion of the setting-up of financial incentives.*

The implementing of European Directives to attain these ambitious targets in all Member States is a long process that entails setting up a range of technical, economic, regulatory and communication measures at all tiers, from Europe-wide to state and local levels.

Member States move at different speeds when it comes to implementing policies to meet these recycling targets.

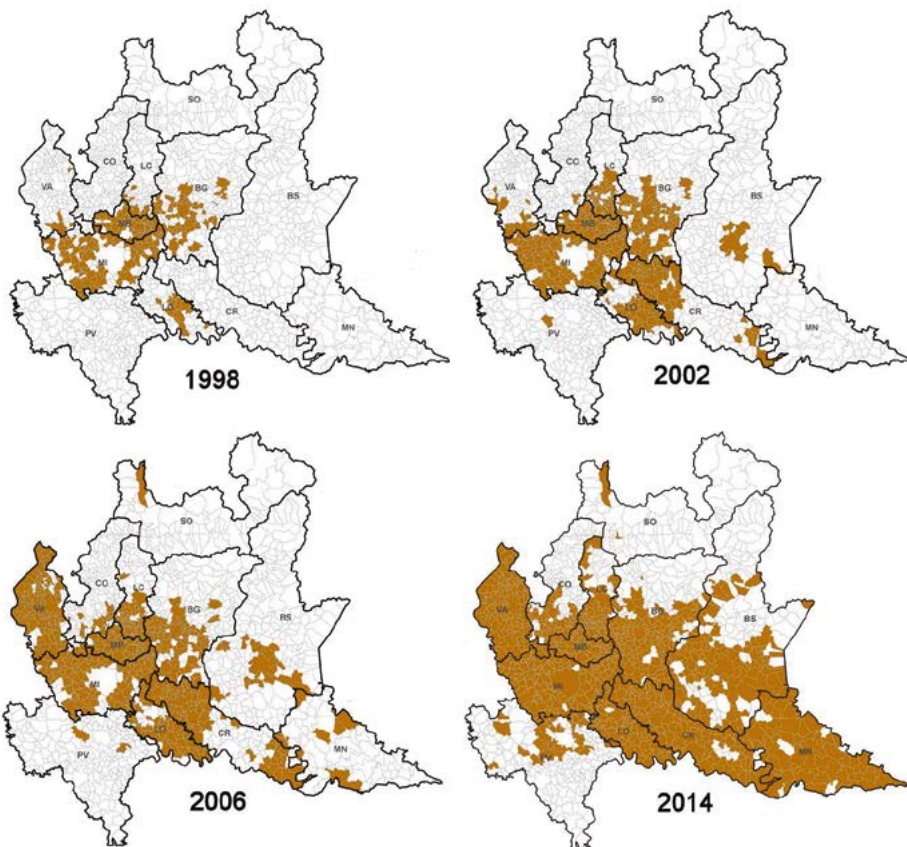
The most important decision-making bodies at stake and European level update the goals of legislation, taking into account what has already been achieved by pioneers: for example, an 80% separate collection rate, which would have been on thinkable 10 years ago, is now standard in many municipalities in northern Italy.

How can it be explained to public authorities that much more advanced results can be achieved while at the same time having a positive impact in environmental, economic and social terms? Areas of authority are key in this sense. Good state legislation should set out general goals and should be flexible enough to allow

“pioneering” municipalities that wish to push on towards more sustainable models to develop specific, innovative regulations to further that goal. Moreover, as evidenced by the Waste4Think project, there are also different rates of progress within municipalities, with areas, neighbourhoods or even individual homes or buildings that can be considered as “zero waste ecosystems”, i.e. zero waste areas where the best available practices are implemented, showing that the goals set can be attained.

The impact on society of the outcomes achieved by these pioneering municipalities may seem trivial in the context of an entire region/country, but **they can mark the difference when it comes to progressing towards new strategies**. The mere fact that quantitative and qualitative results can be shown concerning the relative impact of actions such as implementing awareness strategies and new

FIGURE 1. “Oil-slick” type spread of selective collection of bio-waste (kitchen waste) in the 1540 municipalities of the Lombardy region of Italy



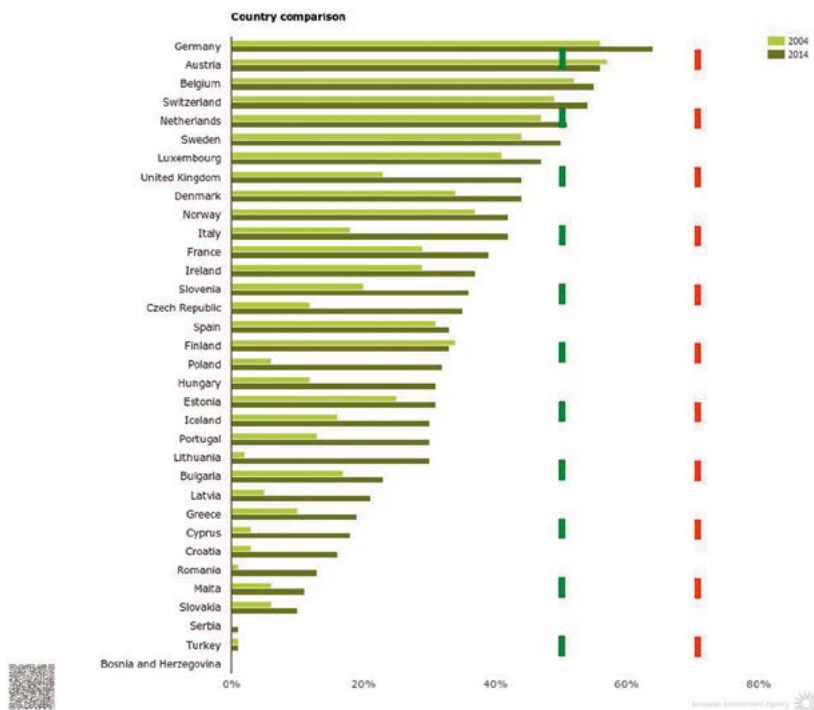
waste collection systems can provide an example to be followed by other decision-makers seeking to work towards different management models. This creates an effect in which such management models spread in what is known as the “oil slick principle”, as shown by Figure 1 in the case of Lombardy (Italy)⁶.

Discussing MSW necessarily means discussing everyday human behaviour, because the impact on society of measures that require a change of habits is high.

That is why the key to success is cooperation between political decision-makers and research centres, to increase the sharing of good practices and the transfer of the outcomes of research in this field.

In the new European circular economy package, the advantages of preventing waste production and of high levels of recycling are fully included. Numerous studies leave no doubt as to the fact that separating waste at home and recycling as much as possible is preferable to sending mixed waste for landfilling or incineration. The new recycling targets set by the EU Directive are more ambitious in

FIGURE 2. Recycling levels in EU Member States and targets under the Framework Directive on Waste (currently 50% by 2020, and the revision approved by the Parliament for 65% by 2035)



Source: EEA⁷, adapted by the authors.

both quantitative and qualitative terms, i.e. they envisage more and better waste collection. It is the qualitative aspect that really makes the circular economy possible, because high levels of separate collection do not necessarily result ultimately in high levels of recycling unless waste is separated properly. The new directives also seek to promote eco-design to work towards new, more efficient, more sustainable forms of producing goods, i.e. forms with a lower environmental impact that make more efficient use of natural resources and introduce more end-of-life recyclable elements.

The main challenge today is to find a way of achieving this that is convenient for the public, financially viable for the authorities and at the same time conducive to technological innovation.

“...if we are eventually to switch from an inefficient, costly, unsustainable linear model to one which makes environmental sustainability a lever for growth, development and industrial competitiveness we must overcome the “produce, consume and throw away” model and set up a circular economy where products are designed to last and to be repaired, reused and recycled...”

Simona Bonafè, MEP & representative of the new circular economy package⁸

3.1. Information for decision-making

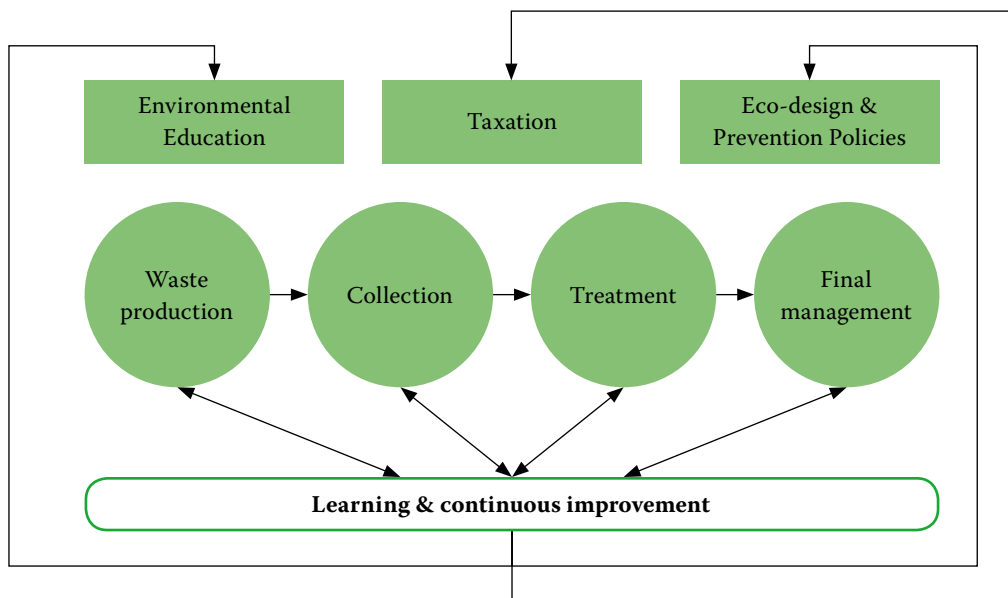
The complexity of waste collection systems is not a trivial matter. This is because each stage in waste management has its own unique characteristics. Standard practice is to analyse each one separately. Prevention policies, the design of the collection system and the level of public awareness regarding waste are the drivers that determine whether a waste strategy is directed towards one goal or another. The waste collection service is the direct link between this process and the public. Finally, the charges applied are the practical outcome, reflecting the economic efficiency of the whole exercise. However, all these areas are combined for the same purpose: to minimise the amount of waste produced, maximise high-quality recycling and achieve the most sustainable management possible, so they should preferably be analysed jointly from an across-the-board perspective.

It is essential to learn how waste production is distributed across a municipality or territory, i.e. to learn what waste (fraction) is produced by whom (producer) and how (quantity and quality) if optimum ad hoc collection services are to be designed. At the same time it is necessary to learn what waste is being produced and what the results of separation are, so that educational and awareness

campaigns to promote waste prevention can be designed. In line with the basic principle applied in the EU and internationally of “the polluter pays”, it is also necessary to find out who is producing what waste and how, so that the relevant costs can be allocated to each actor and those who take on their share of responsibility do not end up subsidising those who do not. When it comes to deciding how each waste fraction should be managed, information on the volume and make up of waste is needed so that channels can be sized flexibly to cater for present needs without putting future generations at risk. Finally, it is also essential to analyse the waste produced with a view to redesigning products to increase recyclability and decrease their environmental impact. Figure 3 outlines the potential for improving management systems via monitoring and continuous learning throughout the value chain.

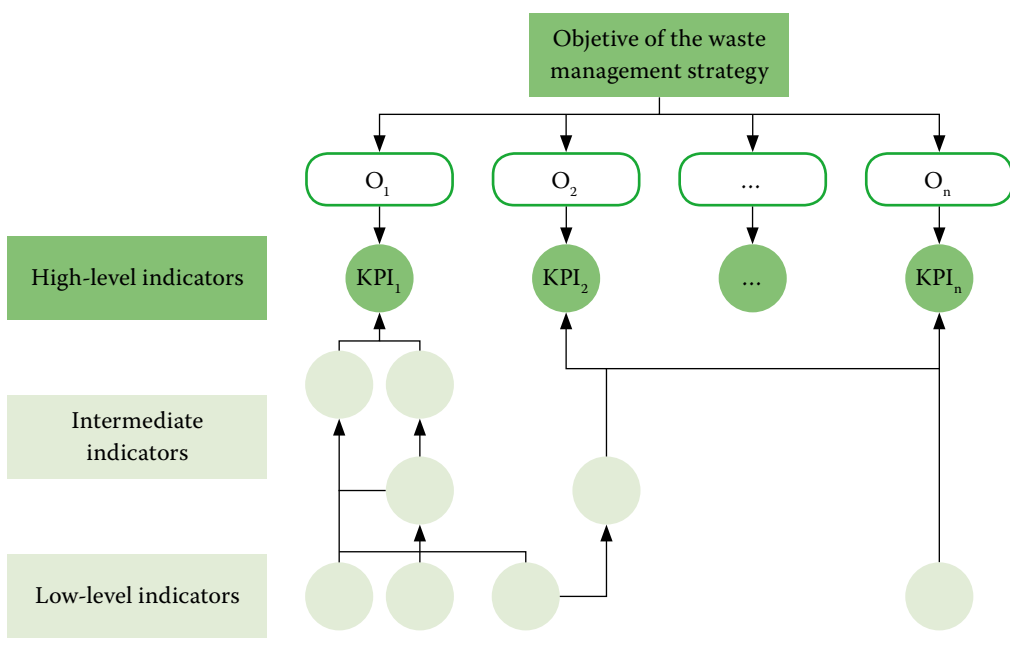
Decisions made without enough reliable information tend to lead to unsuitable waste management with direct consequences for human health, cost, the efficiency of facilities, the use of resources and the environmental impact of the system at local and global levels. If sufficient reliable information is not available, decisions may be made intuitively or on the basis of other factors such as financial interests, which may result in inappropriate strategies and may compromise the management model for years or even decades to come.

FIGURE 3. Monitoring & learning process throughout the waste management value chain (©2018waste4think)



Impacts need to be monitored so that the right actions can be taken throughout the value chain. The Waste4Think project has developed the WESTE (Waste Environmental, Social, Technical and Economic data assessment) methodology⁹ to compare the sustainability levels of waste management services and monitor actions taken. WESTE is a top-down method (see Figure 4) that starts by establishing the main goals of a waste management strategy and then sets out at least one quantitative or qualitative indicator for each goal. A tree of indicators is then built up, with interim indicators and ultimately basic indicators, i.e. data taken directly from waste management services via sensors or user surveys, among other methods.

FIGURE 4. Outline of the WESTE methodology (©2018waste4think)



The WESTE methodology is based on the Environmental, Social, Technical and Economic (ESTE) data available on waste. These data are used to describe the waste management strategy implemented in a given municipality. This ranges from data on waste production, the collection and final management of waste and descriptions of all the re-sources used, e.g. the types of bin, the nature of any (technological and non-technological) awareness campaigns staged and even financial, social, cultural, legal, demographic and environmental data on the municipality, as shown in Figure 5.

FIGURE 5. Source of the data required for the WESTE methodology (©2018waste4think)



Figure 6. is an example of how the WESTE methodology is applied to define a set of indicators for the overall assessment and monitoring of the waste management models implemented under the Waste4Think project.

For more details of the WESTE methodology and the set of indicators used to monitor the municipalities that are piloting the Waste4Think project see project deliverable *D1.3. Sustainability Assessment Model*, which is a public document¹⁰.

3.2. Collection systems

There is no magic formula for working out the best collection system, but there are basic criteria such as identifying waste producers and facilitating selective collection, limiting the use of non-discriminating collection, monitoring waste production and adopting suitable taxation and communication measures. The shared responsibility of the public in the system must be promoted. The loss of anonymity makes it possible, among other things, to help users of the system to learn more about how it operates and become more aware of the need to work towards more sustainable consumption patterns. It also enables fairer waste charges to be applied.

FIGURE 6. WASTE indicators used to assess & monitor waste management models in the Waste4Think project (©2018waste4think)



In your opinion, what is the best waste collection system?

There needs to be a local response in line with local conditions and circumstances in each location. In any event, the goal of good waste management should in general be not to produce any: the best waste is no waste at all. This is the cheapest solution for the public and the most environmentally friendly. It is waste management systems which are intended to reduce, reuse and prevent unnecessary waste and get rid of the waste that cannot be recycled that give the best results in both economic and environmental terms.

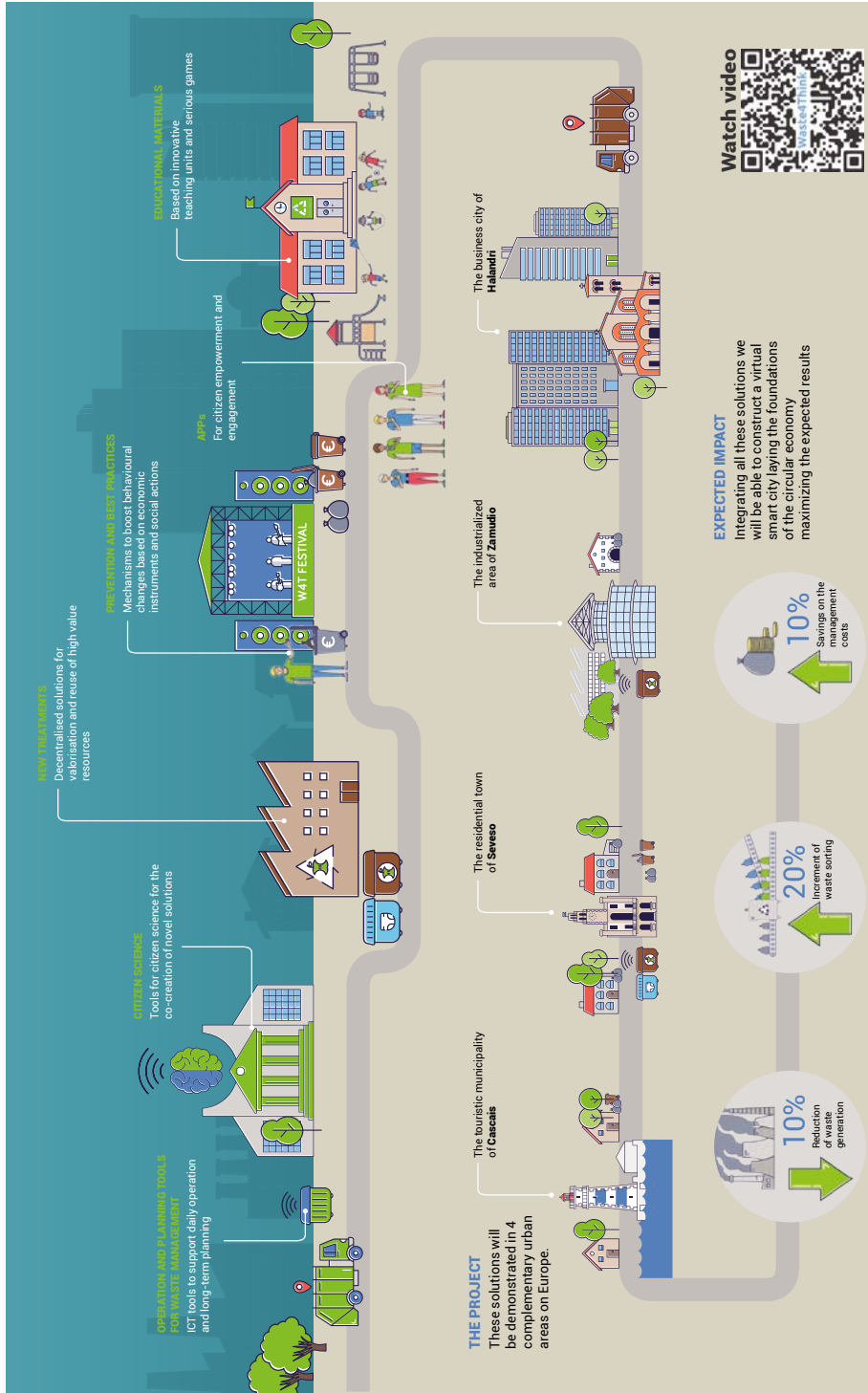
Piotr Barczak, Head of Waste Policy at the European Environment Office¹¹

The rapid development of IT and communication technologies means that there are now many ways of learning who is producing what waste and how, i.e. of monitoring the production and location of waste. Individual systems such as door-to-door collection individualise waste production data by their very nature. At municipal level, door-to-door collection means selective collection of MSW based on the separate pickup of different waste fractions at source according to a pre-set calendar, enabling some degree of quality control to be exercised. However, for a municipality to be recognised technically as using door-to-door collection it must at least selectively collect organic waste and the “residual waste” fraction (Alvarez et al, 2010), with particular limitations on the frequency with which the latter is collected¹². In this context, waste can be identified and monitored directly through the identification of the receptacles in which users put out waste, e.g. bags, bins and individual containers. The quantity of waste produced can be measured by volume or by weight¹³.

Collective systems are those which provide for collection from various users via the same kerbside bin or receptacle, including conventional overground and underground bins, pneumatic collection bins, etc. User identification in these systems needs to take place at the time of taking out waste, e.g. via electronic locks with personalised key cards or approved bags with RFID tags.

In Waste4Think various monitoring systems have been used depending on the requirements and characteristics of each municipality: 1) Zamudio (Spain), a highly industrialised municipality with a scattered population & selective kerbside collection; 2) Halandri (Greece), a suburban area with a large number of business premises & a basic waste collection system; 3) Seveso (Italy), a residential municipality with a door-to-door waste collection system; and 4) Cascais (Portugal), a coastal resort town with an underground waste collection system. Integrating these systems with other solutions is the key to optimising the efficiency of each one, as it enables them to be designed and subsequently assessed from a holistic perspective.

FIGURE 7. Integration of the different monitoring systems used in Waste4Think (©2018waste4think)



If users are asked whether they should recycle, or whether they already do, a higher percentage of respondents will tend to say yes. However, technical data on selective collection in many municipalities tell a different story. Selective collection in standard bins stands at between 20 and 40%, depending on whether bio-waste is collected separately or not. If people know that they should separate waste, why then do they not do so? An analysis of the strategies that result in advanced, separate collection levels reveals the reasons. Loss of anonymity in disposing of waste via the collection system is one of them. Social control is one of the parameters that induces us to act¹⁴. When we know that we should act in a certain way and that society, the local council or whoever will know whether we have done so or not, we take responsibility and move from knowledge to action, and then to habit.

FIGURE 8. Example of visibility, proximity & identification with translucent bags for the “residual waste” fraction & RFID tags in Seveso (Italy) (©2018waste4think)



A clear example of the impact of monitoring and the associated loss of anonymity on users can be found in the initial results of the Waste4Think project in the town of Seveso (Italy).

“When the conventional door-to-door collection system was replaced and residents were informed that their blue bags would be monitored, the separate collection rate rose from 65% to 77% ipso facto. With the introduction of PAYT in 2017 it rose again to 82%”.

Paolo Butti, Alcalde de Seveso

Obviously, this is not the only factor that moves people to action: financial incentives such as the application of fair taxation and the preparation of environmental education strategies are other significant factors (as will be seen below), though technically designing the collection system to facilitate the habits to be promoted (providing for selective collection more frequently or via closer collection points and limiting the collection of “residual waste”) is a key factor in all the successful strategies analysed, since it enhances the proximity and priority of recyclable fractions and separate collection. In the end the points of view of both the managers and the users of the service need to be changed. This must not be seen as waste that needs to be disposed of but rather as resources that should be used, and the configuration of the collection service and its ancillary elements needs to be economical, educational, regulatory or participation-based so that people can act accordingly.

3.3. Aspects that influence the effectiveness of collection systems

It is interesting to analyse how collection systems have evolved over time under certain conditioning factors. For instance there is a high level of cultural belief all over the world, in both low-income¹⁵ and wealthy countries, in getting waste out of the house as soon as possible, as it is not considered healthy to keep it indoors. This belief has a direct effect on decision-making in regard to collection system. This means, for example, that the possibility of disposing of waste however and whenever one wishes via kerbside bins is seen as essential, and taken on board as such by many municipal councils. This creates a trend that is conducive to the use of collection systems based on kerbside or specific collection areas (see Figure 9). By contrast, so-called “door-to-door” models are based on just the opposite, i.e. rules are set concerning how and when waste can be disposed of. This reduces the possibility of putting out certain waste fractions (especially “residual waste”) but brings waste disposal to the very door of people’s homes. In door-to-door systems it is easier to apply selective collection. The public can be made more aware of the problem of waste (volume, type, etc.), can begin to regard it as a product of our lifestyles and consumer habits and can realise that if properly separated it can become an easily valorisable resource rather than a problem. What is preferable? Having bins on the streets 24/7 over the 365 days of the year or properly selected waste for certain pre-set hours of certain pre-set days?

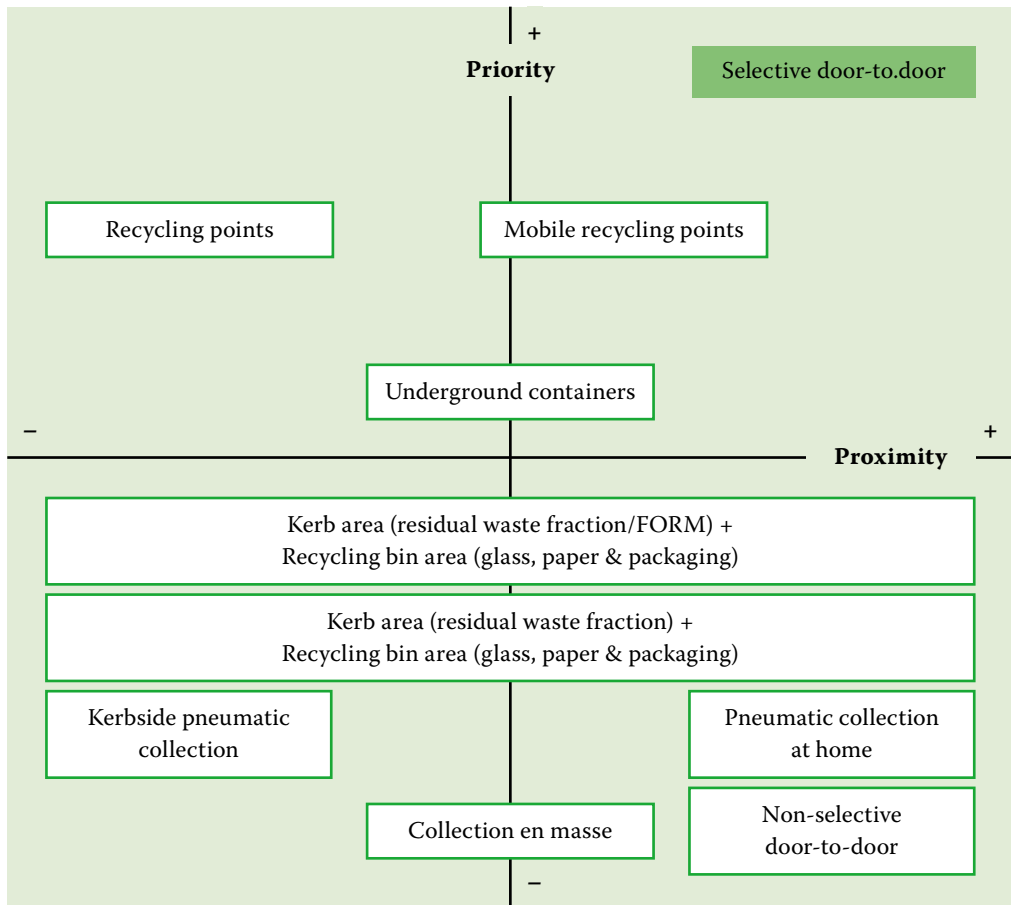
For example, making sure that waste is clearly visible on the street is a typical part of the systems set up in over 4.000 municipalities in Italy. In Seveso, where the Waste4Think scheme was piloted, translucent blue bags are used for the “residual waste” fraction and yellow bags for light packaging, while paper and card are folded and put out on the pavement rather than in bins. This means that not only refuse collectors but also local residents can keep a visual check on waste:

everyone knows exactly who fails to separate waste properly. This generates a highly useful “self-awareness” in society (Figure 9).

When new targets for higher rates of separate collection were introduced in systems with collection areas, “additive” changes were introduced. In other words, more bins were added alongside those for the “residual waste” fraction to take recyclable waste fractions. Such actions produce inconsistent results, and the level of improvement observed in public engagement with separate waste collection is not sufficient.

A different approach is needed, in which the recyclable fractions are no longer the focus of attention. The most successful door-to-door systems seek to gradually

FIGURE 9. Distribution of collection systems depending on proximity to users and the prioritisation of selective collection¹⁶



reduce the frequency of collection of “residual waste” to once a fortnight, and collective systems with collection areas seek to limit access to the “residual waste” bin or at least to introduce a mechanism by which waste producers are monitored and disposing of that particular fraction entails payment. This is what is intended in Zamudio with the Waste4Think project.

FIGURE 10. Urban art on bins in Badarán, La Rioja



“In terms of urban metabolism, the resources used in depositing waste in clearly separated, visible waste bins on the streets should be an acceptable part of the urban landscape, just like traffic lights and other features to which we have become accustomed.” An example can be found in the municipality of Badarán in La Rioja, where bins are fully integrated into their surroundings¹⁷.

3.4. Economic aspects and taxation

In decision-making by local authorities, the main conditioning factor is money. Legal obligations aside, does the introduction of systems intended to attain high levels of selective collection mean passing on higher costs to users? The answer is no, provided that it is properly planned. An investigation of over 1.500 local authorities in Lombardy¹⁸ and one in Catalonia¹⁹ has shown that municipalities with selective collection rates of 60-70% or more declared total costs per head of

population (or rather equivalent head of population) similar to those that used old-fashioned systems with selective collection rates of less than 30%. In both cases it is essential to analyse ancillary conditions beyond the scope of the municipal authorities: a sufficiently high rate of landfilling/incineration, a system that ensures revenue from packaging collected, and in the case of Catalonia are well thought out system of incentives. The reference model used for comparison is, obviously, a decisive factor.

In any event, the point is that the die is cast, due to EU policies, and soon it will no longer be possible to send mixed waste cheaply for landfilling or incineration. Local authorities can decide to be pioneers and pre-empt this obligation or certainly face an increase in costs in the future, or even sanctions. In this context, Public Procurement of Innovation (PPI) could play a key role.

Public Procurement of Innovation (PPI) has been identified as one of the most important and relevant strategic instruments for developing, enhancing and strengthening innovation in Europe.

New EU Public Procurement Directives²⁰ were adopted in February 2014, in which the procurement of innovative products and services is highlighted as highly important. The main benefits of PPI are:

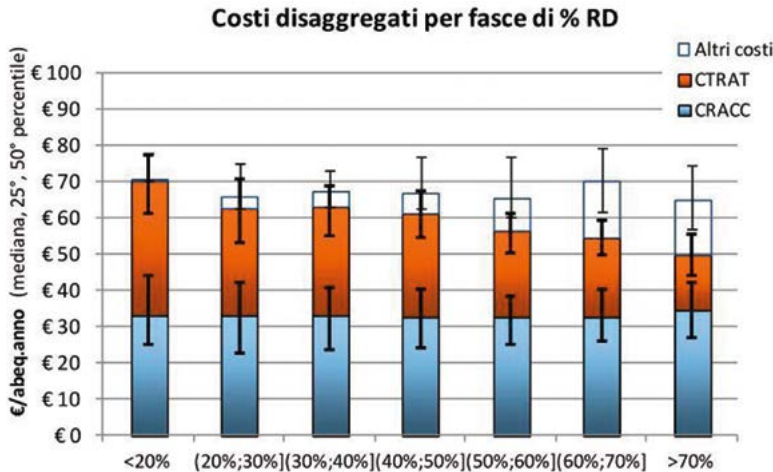
- the purchasing of ad-hoc solutions for specific challenges;
- the incorporating of new suppliers;
- access to local, national and European funds earmarked for innovation;
- the modernising of internal operations while offering high-quality public services;
- cost savings and the creating of new market opportunities for companies in Europe; and
- the fostering of growth and creation of new jobs, especially for smaller, innovative companies.



Public Procurement of Innovation (PPI) empowers public authorities to obtain pioneering, innovative solutions customised to their specific needs and helps them to provide taxpayers with the best possible quality services, while at the same time saving costs. The European public sector faces significant public interest challenges, such as health and ageing, climate change, energy and resource scarcity.

Fernando Pérez Miguel, Head of the International Tenders Department of ZABALA INNOVATION CONSULTING.

FIGURE 11. Total cost of collection, treatment and general overheads in various areas of selective collection in the Lombardy region of Italy in 2014



“We manage a population of 550,000, including large towns such as Treviso, and the selective collection rate in the Con-tarina consortium is 85%. As pioneers, we have created green jobs and contained costs. And the European Com-mission cites us as an example of good practices.”

Paolo Contò, Director, Consiglio di Bacino Priula

As regards taxation, the most innovative schemes such as those piloted in Seveso and Zamudio under the Waste4Think project have introduced PAYT (“Pay As You Throw”). Thanks to innovative measures, taxes on waste collection can be linked to waste disposal by each specific user, especially as regards the “residual waste” frac-tion. Charges are therefore fairer and the social impact is very high: the incentive to separate waste is particularly high for users hitherto less willing to do so. A frequent excuse for not separating waste is that it is tantamount to “doing an extra job when you are already paying for someone to collect and manage waste”. Another is that “someone (who?) Is making a profit from the individual efforts made”. With PAYT and all the efforts to ensure transparency in its deployment, the “what for” and “who for” aspects of the effort to separate waste become clearer: this is not just for the environment but also entails individual and collective savings.

PAYT is a concept that hits hard and is highly motivating, but its high social impact means that authorities are reluctant to introduce it. On the one hand, the public are willing to pay for what they use, as in the case of electricity and telephone bills. On the other hand the downside (risk of waste dumping, sharp increases in charges for some users) holds back political decision-makers. Here also, it is essential to share good practices with a view to designing suitable charges, information programmes and start-up strategies.



“Before we introduce PAYT we want to set up a process of engagement with all stakeholders”.

Igotz López Torre, Mayor of municipality of Zamudio

3.5. Public awareness and engagement

Awareness campaigns are frequently staged with various intervals and scopes to promote separate collection of waste. Paradoxically, waste management specialists discussing the matter from a technological viewpoint frequently say that for the system to work greater public awareness is needed, but it is hard to find a single municipality with a medium or long term environmental education strategy in place with a view to conveying messages, providing instruments, setting targets and establishing synergies based not just on information but on empowering society and producing creative, active citizens who have acquired the knowledge, skills, critical mindset and capabilities needed to convey and defend a given message, consciously moving into action (habits and the transmission of knowledge).

It is clear that informing users about the service is necessary but is not in itself enough; nor are technical elements alone sufficient to make this collection system a success. **Developing an environmental education strategy means programming ongoing educational actions in which we should all take part as individuals and as a group, assuming joint responsibility for our own areas.**

Technological innovations also offer great opportunities in environmental education. Social networks, apps and innovations in the identification of users, waste and monitoring in general provide flexibility, energy and a way of approaching new ways of communication which have extraordinary potential. Another example is gamification, i.e. the use of elements and techniques from

games and leisure activities in a “serious” context, such as learning to develop a new awareness and new habits in regard to waste prevention and recycling in this case.



“Environmental education must empower people to take action, not indoctrinate them”.

Teresa Franquesa, Head of Sustainability at Barcelona Municipal Council, 2017.



App: InfoRecikla²¹ is an app launched by the Provincial Council of Araba to provide direct information on the environmental impact of waste, what to do with it and where to throw it away.



Waste Travel 360 2.0²²: The first European project for environmental education in a circular economy using virtual reality. Virtual Tour is a tool with which users can immerse themselves in the world of recycling thanks to 360° HD images and videos.



App Residu, on vas?²³ An app for mobile devices that tells you where to throw away waste in municipalities in Catalonia.

The Waste4Think project is trying out several new technological strategies for environmental education on a stand-alone basis or factored into overall strategies that combine more conventional tools (it must not be forgotten that face-to-face contact is always the most effective way of establishing true communication) with innovative technological instruments. The latter include apps for direct communication with the public and for promoting greener products and services at local businesses, games to help people understand eco-design and to design circular economy strategies and observe the results, pros and cons. These are just some of the most innovative solutions that are being tried:



“Do not produce waste, it is your responsibility”.

“It is not those who recycle most who do best, but those who produce least waste”.

Sixth grade students of Zamudio School.

The monitoring of results is also a major challenge in environmental education. Determining the synergies and the level of effectiveness created by various actions, i.e. how and through what medium messages reach their target audience, what real changes in habits are achieved, what increases in knowledge are obtained, etc. is key in attaining a thorough understanding of processes in a future scenario of communication, engagement and environmental education in general. All the actions taken under Waste4Think will be monitored and their outcomes assessed in quantitative and qualitative terms to make this a learning experience and provide a clear description of the elements required for success and repeatability, with a transparent, consistent method.

4. Conclusions

It is possible to work towards more advanced paradigms for waste management. There are success stories in the EU which show that with will and effort it is possible to shift towards scenarios where waste ceases to be a problem. The key lies in passing on lessons learned so that they become a catalyst to enable other municipalities to undertake innovative actions and turn the problem of waste into an opportunity to learn, to make use of resources and to create jobs.

The Waste4Think project seeks to exemplify this. Using cutting-edge ICTs, 20 eco-innovative solutions will be integrated and validated, covering the whole

FIGURE 12. Systematic approach of solutions in Waste4Think (©2018waste4think)



value chain of waste, as tools for supporting day-to-day actions and long-term planning alike, with mobile apps to encourage participation and engagement on the part of the public, innovative educational materials and serious games, citizen science tools for the joint creation of solutions, mechanisms for fostering changes in behaviour based on financial instruments and social action, and two decentralised solutions for valorising and recovering high-value resources (nappies and bio-waste).

5. Bibliography

1. UN-HABITAT, *Solid Waste Management in the World's cities*, Vol. 592 (2010).
2. Waste4Think: Moving towards Life Cycle Thinking by integrating Advanced Waste Management System, <http://waste4think.eu>.
3. Eurostat, *Municipal waste statistics* (2017). http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics#Main_statistical_findings.
4. MAGRAMA, *Gestión de biorresiduos de competencia municipal. Guía para la implantación de la recogida separada y tratamiento de la fracción orgánica* (2013).

5. D. Vanham, F. Bouraoui, A. Leip, B. Grizzetti y G. Bidoglio, «Lost water and nitrogen resources due to EU consumer food waste», *Environmental Research Letters*, vol. 10, nº 8 (2015): 84008.
6. M. Giavini, «Separate collection of biowaste – is it technically, economically and environmentally practicable?» (conferencia presentada en el workshop «ECN Biowaste in the Circular Economy», Bruselas, 2017).
7. Agencia Europea Medio Ambiente, <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/municipal-waste>.
8. «...finalmente si passa da un modello economico lineare, inefficace, costoso e insostenibile ad un modello che faccia della sostenibilità ambientale una leva per la crescita, lo sviluppo e la competitività industriale. Dobbiamo superare il modello “produci, consuma e getta” per passare ad un’economia dove i prodotti sono progettati per durare ed essere riparati, riusati e riciclati...». Bonafé, S., intervención en el Parlamento Europeo el 14 de marzo de 2017, *Greenreport News*, vídeo, <http://www.greenreport.it/news/economia-ecologica/economia-circolare-bonafe-dal-parlamento-europeo-svolta-un-modello-industriale-sostenibile/>.
9. I. Oribe-Garcia, E. Borges Cruz, M. Vila, G. Nohales, M. Giavini, E. Amodeo, J. Dinis, G. Lyberatos, A. Alonso-Vicario, «WESTE methodology for holistically evaluation of the waste management chain» (5th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Athens, 21–24 Junio de 2017).
10. Waste4Think, deliverable D1.3. *Sustainability Assessment Model*, <https://doi.org/10.5281/zenodo.1135148>.
11. «Zure ustez, zein da hiri hondakinak kudeatzeko modurik egokiena? “Erantzunak tokian tokikoa izan behar du, tokiko baldintzen eta errealitatearen arabera. Edozein kasutan, eta oro har, hondakinak ez sortzea izan behar da hondakinen kudeaketa on baten helburua, sortzen ez dena baita hondakinik onena. Hori da merkeena tokiko herritarrentzat eta onena ingurumenarentzat. Murriztera, berrerrabiltzera, beharrezkoak ez diren hondakinak saihestera eta birziklatu ezin direnak desagerraraztera jotzen duten kudeaketa sistemek dituzte emaitzarik onenak ekonomiaren eta ingurumenaren ikuspegitik”». Piotr Barczakn, entrevista en *Berria*, http://www.berria.eus/paperekoa/1761/012/001/2015-05-13/errefusa_gutxitzeko_pizgarriak_ezabatzen_ditu_errausketak.htm.
12. L. Alvarez, A. Aymemí, E. Codina, E. Coll., J. Colomer, R. Gijón y C. Salvans, *Manual de recogida selectiva Puerta a Puerta* (Associació de Municipis Catalans per a la recollida selectiva porta a porta, 2010), http://www.portaaporta.cat/documents/arxiu_portaaporta_101.pdf.
13. Generalitat de Catalunya, *Guía para la implementación de sistemas de pago por generación de residuos municipales* (2010).
14. E. Pol, T. Vidal, M. R. Delgado, «Supuestos de cambio de actitud y conducta usados en las campañas de publicidad y los programas de promoción ambiental. El modelo de las 4 esferas», *Estudios de Psicología*, vol. 22, nº 1 (2001): 111.
15. Oberlin, A., «The Role of Households in Solid Waste Management in East Africa Capital Cities» (Tesis, Wageningen University, Wageningen, NL., 2011), <http://edepot.wur.nl/179704>.

16. L. Alvarez, A. Aymemí, E. Codina, E. Coll., J. Colomer, R. Gijón y C. Salvans, *Manual de recogida selectiva Puerta a Puerta* (Associació de Municipis Catalans per a la recollida selectiva porta a porta, 2010), http://www.portaaporta.cat/documents/arxiu_portaaporta_101.pdf.
17. «Badarán defiende sus contenedores», *Diario La Rioja* (16 de agosto de 2015), <http://www.larioja.com/la-rioja/201508/15/badaran-defiende-contenedores-20150815004435-v.html>.
18. Piano Regionale Rifiuti e Bonifiche (Regione Lombardia, 2014), <http://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/istituzione/direzioni-general/direzione-generale-ambiente-energia-e-sviluppo-sostenibile/piano-regionale-rifiuti-e-bonifiche>.
19. ENT, *Balance económico de la recogida de residuos puerta a puerta y en contenedores para los entes locales y propuestas de optimización*, (2013), http://www.portaaporta.cat/documents/arxiu_portaaporta_172.pdf.
20. Directiva 2014/23/UE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la adjudicación de contratos de concesión (26 de febrero de 2014); Directiva 2014/24/ UE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a contratación pública (26 de febrero de 2014); Directiva 2014/25/ UE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la adjudicación de contratos de concesión relativa a la contratación por entidades que operan en los sectores del agua, la energía, los transportes y los servicios postales, (26 de febrero de 2014).
21. InfoRecikla, <https://www.inforecikla.eus/>.
22. Waste Travel 360 2.0, <http://www.wastetravel360.it/>.
23. Residu, on vas?, <https://www.residuonvas.cat/>.

6. Biographical notes



Ainhoa Alonso Vicario

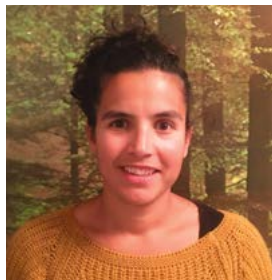
Ph.D. in Chemical Engineering from the University of the Basque Country and Head of DeustoTech Energy and Environment Unit. After her doctoral thesis she joined the Sustainable Energy Production research unit of Leia CDT Foundation where she worked for two years as main researcher in biomass valorisation processes. In November 2009, she continued her research career at the Energy Unit in Deustotech, and since September 2011 is the head of the Unit. Her main research interests are focused

on: circular economy, integral waste management, waste valorisation and biomass transformation, use of environmental diagnostic tools and use of artificial intelligence in environmental engineering design and urban development. She has participated in more than 30 national and international research projects in the Energy and Environment sectors. She currently coordinates the European project H2020 Waste4Think.

Cruz Enrique Borges Hernández

Ph.D in Mathematics from University of Cantabria. Researcher in DeustoTech Energy and Environment Unit, he takes part in projects related to energy efficiency, development of predictive algorithms in the energy sector and design of applications for decision making support in the field of urban planning and development based on FIWARE architecture. His research interests are focused on experimental designs for energy efficiency actions and application of artificial intelligence for the development of decision making supporting tools. Currently he supports the technical coordination of H2020 Waste4Think project and leads the development of the decision making support platform. This platform aims to improve the waste management systems and to foster circular economy. Also, he collaborates in citizen participation initiatives by fostering citizen science actions and open data. He has participated in more than 20 projects in the field of energy and sustainability.





Iraia Oribe García

Ph.D in Informatics and Telecoms Engineering (Deusto University). Her research began in 2010 at Deusto Foundation, specifically the DeustoTech-Energy Unit, where she did her doctoral thesis entitled "Methodology for comprehensive analysis of information for waste management". During all this time she has delved into environmental analysis methodologies based on Life-Cycle Assessment (LCA) to quantify the environmental impacts generated by organizations and/or services, as well as modeling of waste generation at local level to identify the factors that lead to it. In addition, she collaborates on research related to the calculation of emissions of greenhouse gases in the transport sector and technical studies to assess the environmental viability of new production processes.

Michele Giavini

Has more than 15 years of expertise in sustainable waste management, promoting best practices in Italy but also at European level and worldwide. He runs ARS Ambiente, an Italian consultancy focusing on source separation and treatment of the organic fraction of Municipal Solid Waste, supporting both public bodies and private operators. He prepared Integrated Waste Management Plans for regional councils like Lombardy (Italy), implemented of Pay As You Throw schemes and is now involved



as a pilot leader in the H2020 EU-funded project Waste4Think. He is also senior expert at the Italian Composting and Biogas Association (CIC), supporting more than 100 plants which generate high quality compost and supporting the definition of the new EU Circular Economy Package. Is an active member of the International Solid Waste Association (ISWA) and contributes to the activities of the Climate and Clean Air Coalition (CCAC) about waste management in low income countries.



Marta Vila Gambao

She has a degree in Environmental Sciences and has been Head of the Waste Area of the Urban Ecology Agency of Barcelona for the last 17 years. She has coordinated and developed different strategic projects related to waste management and strategic evaluation (prevention, collection design, environmental communication, waste treatment, strategic planning, etc.), highlighting, for example: Municipal Waste Management Program for Catalonia PROGREMIC 2007-2012; Analysis of the

Canon for Disposal of Residues in Catalonia and Proposals for Improvement 2012; development of a software for the evaluation of municipal waste management under life cycle thinking (SIMUR); campaigns for implantation and reinforcement of the selective collection of biowaste; various guides related to municipal waste prevention.

She has also developed several projects about designing, implementation, monitoring and improvement of container and door to door collection schemes (including participation processes in some of them).

She has coordinated the SCOW-ENPI CBC MED project on biowaste management and currently coordinates the implementation of the social programs of the H2020 Waste4Think project.



Gemma Nohales Duarte

Graduated in Environmental Sciences and owns a Master in Environmental Intervention and is Project Coordinator of the Waste and Materials Cycle Area in the Urban Ecology Agency of Barcelona (Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona).

She has specific knowledge and expertise in waste prevention and management, collection systems design and development of technical tenders and economic studies, prevention and waste strategic planning and environmental assessment, waste

management models simulation and environmental analysis, design and calculation of indicators, among others.

In recent years she has participated in several projects like Urban Waste Management Plan of Galicia PGRUG 2010-2020, Strategic environmental assessment process for the PGRUG and the Municipal Waste Management Programme of Catalonia 2007-2012; study on the landfill and incinerator tax in Catalonia; design and development of an environmental assessment software (with lifecycle perspective) for municipal waste management (SIMUR); development of the Waste Management Web Portal for the Spanish Environmental Ministry; and several projects related to municipal waste prevention plans and the study of the national instruments and strategies for waste prevention in Spain, among others.

She was coordinator of the SCOW- ENPI CBC MED project on biowaste management and currently participates in the coordination of the social programs implementation of the H2020 Waste4Think project.

WASTE
4think



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement 688995. The dissemination of results herein reflects only the author's view and the European Commission is not responsible for any use that may be made of the information it contains.



El proyecto Waste4Think ha sido galardonado con el premio Katerva en la categoría Smart Cities 2018 / The project Waste4Think has been awarded the Katerva Award in the Smart Cities category 2018.