

Economía circular:

Recursos y oportunidades







La Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA) es una asociación mundial, independiente y sin fines de lucro, que trabaja en el interés público para promover y desarrollar la gestión sostenible de los residuos.

La ISWA tiene miembros en más de 60 países y es la única asociación mundial que promueve la gestión sostenible, integral y profesional de residuos.

El objetivo de la ISWA es el intercambio mundial de información y experiencia en todos los aspectos de la gestión de residuos. La asociación promueve la adopción de sistemas aceptables de gestión profesional de los desechos mediante el desarrollo tecnológico y la mejora de las prácticas de protección de la vida humana, la salud y el medio ambiente, así como la conservación de los materiales y los recursos energéticos

La visión de ISWA es una Tierra donde no existan residuos. Los desechos deben ser reutilizados y reducidos al mínimo, luego recogidos, reciclados y tratados adecuadamente. La materia residual debe ser eliminada de forma segura, asegurando un ambiente limpio y saludable. Todas las personas en la Tierra deberían tener el derecho de disfrutar de un ambiente con aire, tierra, mares y suelos limpios. Para poder lograr esto, necesitamos trabajar juntos.

Prólogo



El Equipo de Tareas de Gestión de Recursos destaca las paradojas a las que se enfrenta la economía mundial. Mientras escribo, en 2015, el aumento de los niveles de consumo debido al aumento de la población, el aumento de la riqueza en los países en desarrollo y el rápido aumento de la urbanización, deberían estar generando presión sobre los suministros y los precios de las materias primas suministradas a nuestras industrias. Hoy en día, lo contrario es cierto.

Hasta la crisis económica de 2008, los precios del petróleo aumentaron de manera constante y pronunciada, los precios de los metales, los plásticos y la pulpa para la producción de papel crecieron, junto con la presión sobre los recursos causada por la creciente demanda de, sobre todo, China. Esta continua presión dio un impulso renovado al desarrollo del pensamiento de la economía circular a medida que las empresas y los gobiernos se preocupaban cada vez más por el suministro de materias primas. Se ha impuesto un nuevo pensamiento sobre la necesidad de recuperar y reutilizar materiales en nuestras economías, reducir el consumo de recursos y desperdicio, proporcionar seguridad de recursos y reducir la dependencia de las importaciones.

Pero los precios de los productos básicos son impredecibles. Desde 2010 se ha desarrollado una narrativa diferente, ya que los valores de las materias primas han caído en todo el espectro, a menudo a niveles no vistos en la década. Cuando los precios de los productos básicos disminuyen, queda al descubierto toda la desigualdad entre los mercados de materias primas primarias y secundarias.

Los plásticos reciclados cuestan más que los plásticos vírgenes de la competencia. En los EE. UU. la industria de la gestión de residuos habla del "fin del reciclaje", mientras que los principales inversores en la industria de los residuos han dejado de invertir en plantas de reciclaje para concentrarse en la recuperación de energía.

Todos los mercados de productos básicos tienen riesgos de precios, pero el carácter inmaduro de los mercados de materias primas secundarias y la falta de instrumentos para gestionar eficazmente esos riesgos coloca a esos mercados en una situación de desventaja competitiva. La volatilidad de estos mercados hace que las inversiones a largo plazo sean de alto riesgo y es a este riesgo al que la industria de los desechos debe dirigir su atención hoy, tratando de proporcionar un panorama a largo plazo para la recuperación sostenible de materiales y energía. Porque como nuestros estudios dejan claro que la recuperación efectiva de las materias primas secundarias y la gestión de los recursos es el futuro de nuestra industria. No podemos garantizar que el desarrollo económico haga que los precios de los productos básicos se disparen por las nubes, pero todas las pruebas demuestran que las industrias que utilizan los recursos de manera eficiente, los recuperan y garantizan la seguridad del suministro, serán las que sobrevivan. El desafío para nuestra industria es hacer de las materias primas secundarias las materias primas prioritarias para el futuro.

Esto puede lograrse dirigiendo la producción de las materias primas secundarias que necesitan los fabricantes a un precio, una calidad y una cantidad insuperables en los mercados convencionales. Trabajando juntos podemos aumentar los niveles de calidad y cantidad de materiales reciclados reprocesados en nuestras industrias. Debemos asegurarnos de que los productos sean reciclables, reducir sus costos de recuperación y eliminar, cuando sea posible, los no reciclables de la cadena de productos. Sin embargo, hasta que el impacto ambiental y climático del uso de materias primas vírgenes se internalice en los costos de producción y se eliminen las subvenciones a la producción y el consumo de combustibles fósiles, los mercados de productos básicos estarán sesgados hacia el uso de materias primas vírgenes y combustibles fósiles. Cambiar este paradigma llevará tiempo y, por lo tanto, mientras tanto, se necesitan impulsores de políticas propicias para apoyar el desarrollo de la gestión sostenible de los recursos.

Por último, debemos reevaluar la necesidad esencial de devolver los nutrientes y la materia orgánica al suelo. Podemos fomentar la reducción de los residuos de alimentos hasta un 40% y la recuperación de los inevitables residuos de alimentos tanto por su valor energético como por el de secuestro de carbono. Todavía no recibimos el valor económico total por los beneficios de devolver la materia orgánica a nuestros suelos ni el valor total por el equivalente en fertilizantes que proporcionamos. Si nos aseguramos de que el valor total puede ser devuelto a nuestra industria podemos hacer una importante contribución al aumento de la fertilidad del suelo y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La gestión de residuos está en una posición única para apoyar todos estos enfoques, ya que hemos estado a la vanguardia de la recuperación de recursos y energía durante más de un siglo, pero aun así el 70% de los desechos en todo el mundo se depositan en vertederos. Este es un estado de cosas inaceptable. Como gestores de desechos tendremos que desarrollar nuevas aptitudes, innovación y modelos empresariales para garantizar el desarrollo de una gestión sostenible de los recursos; mientras que la labor del grupo de tareas se centra en los países de la OCDE, los mercados a los que suministramos son mundiales y las iniciativas en materia de gestión de los recursos se están llevando a cabo en todas partes, en particular en China. Por lo tanto, nuestro enfoque general debe ser también global.

Nuestro Equipo de Tareas de Gestión de Recursos ha trabajado arduamente durante un año para abordar estos temas desde nuevos ángulos, incluyendo los mercados, las realidades del uso de materiales en cascada y el papel de la recuperación de energía. He apoyado firmemente esta labor y la Junta de la ISWA la ha financiado adecuadamente para garantizar la entrega en un plazo rápido. Felicitaciones al equipo, a los autores y a los colaboradores, por su trabajo que expone muy claramente nuestras opciones para el futuro.

David Newman,
Presidente de ISWA



Preparado por el Grupo de Tareas de la ISWA sobre la gestión de los recursos

Editor del informe:

Rachael Williams-Gaul

Ex Gerente Técnico de ISWA, Nueva Zelanda



Rachael Williams-Gaul tiene una maestría con honores de primera clase en Gestión de Recursos Naturales e Ingeniería Ecológica. Rachael tiene ocho años de experiencia en la gestión de residuos y recursos. Ha ocupado cargos en el Gobierno Regional, Internacional y Académico.

Rachael ocupó anteriormente el cargo de Gerente Técnico en la Secretaría General de la Asociación Internacional de Residuos Sólidos. A través de este puesto, Rachel participó en la gestión de los programas y proyectos técnicos de la ISWA. También fue responsable de la gestión de proyectos técnicos con organizaciones internacionales y otras entidades externas, en particular en relación con los desechos y el cambio climático. Rachael trabaja actualmente para el Departamento de Conservación en Nueva Zelanda.

Tabla de contenido

08	Introducción
10	Mensajes clave de ISWA sobre gestión de recursos
12	De lineal a circular
16	Desafíos sistemáticos de la economía circular.
20	Prevención de residuos y gestión de recursos.
22	El sector de los residuos que gestiona los recursos
32	Necesidad de innovación
36	Mercados de materiales
40	Políticas de gestión de recursos.
44	Otras lecturas

Introducción

Las posibilidades de una gestión eficaz de los recursos y, en particular, de la economía circular para impulsar el crecimiento económico han captado la imaginación de destacados pensadores de todo el mundo.

Las políticas ambientales nacionales para reducir las emisiones de gases de vertedero y de los vertederos están siendo superadas por las demandas de repensar los procesos industriales. La industria de los desechos se ha visto impulsada a encontrar nuevos mercados para las materias primas secundarias, ya que en todos los países de la OCDE los vertederos, como sumidero de último recurso, están prohibidos o casi no tienen precio en el mercado.

La implicación no intencionada de estos cambios ha sido una oleada mundial de búsqueda de mercados de materias primas secundarias. Han surgido nuevas pautas de comercio mundial para el papel recuperado, los plásticos, los textiles y los combustibles derivados de desechos, a pesar de las fuertes fluctuaciones de los precios de los productos básicos. A medida que se han hecho evidentes los riesgos para el suministro de materias primas, los intereses gubernamentales y empresariales han invertido cada vez más fondos para la investigación sobre cómo cambiar los actuales modelos de negocio operativos y asegurar la inversión en nuevas tecnologías de tratamiento.

En reconocimiento de estos desafíos, la Junta del ISWA estableció el Grupo de Tareas del ISWA sobre la gestión de los recursos en junio de 2014. El grupo de trabajo ha preparado un estudio sobre las tendencias actuales y una serie de informes para ayudar a la industria de los desechos a responder a estas presiones sin precedentes.

El presente informe reúne las principales conclusiones de los cinco informes de investigación preparados por el Equipo de Tareas para comprender mejor las contribuciones del sector de la gestión de desechos a la gestión de los recursos y la economía circular.



Los seis informes preparados por el Grupo de trabajo sobre gestión de recursos.

Economía circular: Tendencias e Ideas Emergentes

1

ISWA

Martin Brocklehurst, Kempley Green Consultants

Explorando los principales impulsores responsables del aumento de los cambios por parte de las empresas y los gobiernos para repensar nuestra actual economía lineal y el impacto que esto está teniendo en la industria de los residuos.

Economía circular: Ciclos, Bucles y Cascadas

2

ISWA

Andreas Bartl, Universidad Técnica de Vienna.

Examinando los beneficios y limitaciones del reciclaje, su papel en la economía circular e introduciendo la utilización en cascada.

Economía circular: Cerrando los Bucles

3

ISWA

Costes Velis, et al, Universidad de Leed

Tratar los problemas de cierre de los bucles de materiales a través de una consideración profunda del reciclaje de dos materiales clave: el polipropileno y el papel y el cartón.

Economía circular: Carbono, Nutrientes y Suelo

4

ISWA

Jane Gilbert, Claridad del carbón

Una descripción de las formas en que el carbono y los nutrientes vegetales de los desechos orgánicos pueden reciclarse para conservar los recursos, reducir los efectos ambientales y desplazar los combustibles fósiles.

Economía circular: Energía y Combustibles

5

ISWA

Tore Hulgaard, Ramboll

Investigar el potencial de recuperación de energía y combustibles a partir de desechos y la contribución que esa recuperación de energía puede tener en una economía circular.

Economía circular: Recursos y Oportunidades

6

ISWA

Editor: Rachael Williams-Gaul, Ex Gerente Técnico de la ISWA

Reuniendo las principales conclusiones de los cinco informes de investigación preparados por el Equipo de Tareas y describiendo las contribuciones del sector de la gestión de desechos a la gestión de los recursos y la economía circular.

Los mensajes clave de la ISWA sobre la gestión de los recursos



La gestión sostenible de los desechos tiene un papel crucial que desempeñar.

La ISWA considera que la gestión de los recursos es fundamental para el desarrollo sostenible y que el sector de la gestión de desechos tiene un papel crucial que desempeñar en la optimización del uso de materiales y energía dentro de la economía circular. La economía circular es una oportunidad para el sector de la gestión de desechos. Es un catalizador de nuevas aptitudes, innovación, conocimientos y desarrollo; y dará lugar a nuevas tecnologías, modelos empresariales y asociaciones. Para alcanzar su potencial, el sector de la gestión de desechos tiene que desarrollar su propia hoja de ruta hacia la economía circular, reconociendo al mismo tiempo la necesidad de colaboración intersectorial.



La gestión sostenible de los desechos proporciona más bienes y menos impacto ambiental.

El sector de la gestión de desechos ya está haciendo una contribución fundamental en el ámbito de la gestión de materiales y energía sostenibles. Esto se logra proporcionando materias primas secundarias para la producción; materia y nutrientes de carbono para mejorar y fertilizar el suelo; y energía neutra en carbono para la producción de electricidad, calefacción, refrigeración y transporte. De esta manera, el sector está reduciendo significativamente el impacto ambiental asociado a la extracción y producción de materias primas, así como la emisión de gases de efecto invernadero. El sector de la gestión de desechos cuenta con las aptitudes y los conocimientos necesarios para facilitar el impulso de una economía circular a lo largo de la cadena de valor.



El primer paso comienza con la prevención de residuos

Las medidas eficaces de prevención de los desechos son fundamentales para la eficiencia de los recursos y la economía circular. El sector de la gestión de desechos ya participa en iniciativas de prevención de desechos, pero el concepto todavía no está plenamente integrado en los sistemas de gestión de desechos. Por consiguiente, a fin de apoyar, facilitar y poner en marcha iniciativas eficientes y eficaces de prevención de desechos, el sector de la gestión de desechos debe desarrollar e integrar en los modelos comerciales del sector actividades de prevención de desechos, como la capacitación en materia de sensibilización, la retroalimentación a los diseñadores y fabricantes, así como la reutilización y la renovación.

Los desafíos técnicos para cerrar el bucle

Debido a los desafíos tecnológicos y científicos, como el deterioro de los materiales y la persistente presencia de sustancias peligrosas, no es posible cerrar completamente los bucles sin avances tecnológicos sustanciales, lo que llevará un tiempo considerable para reaccionar. Mientras tanto, la vida efectiva de los materiales puede extenderse a través de una utilización óptima de la cascada antes de que se recuperen para la energía o se eliminen finalmente de forma segura.



Energía para la economía circular

La economía circular depende de la energía tanto como de la materia prima material. Los flujos circulares siempre tendrán una corriente residual de desechos, ya sea debido a las condiciones del mercado, a las tecnologías disponibles o a las barreras sociales. Esta corriente de desechos residuales se considerará un importante recurso energético, junto con la fracción biodegradable de los desechos sólidos municipales y los desechos industriales.



La hora de la innovación y la investigación

El éxito de la aparición de la economía circular exige una investigación y un desarrollo que abarque múltiples disciplinas, tecnologías intersectoriales, consideraciones económicas y las ciencias naturales y sociales. La labor permitirá encontrar medios eficaces y viables para superar los retos y barreras en el camino hacia la economía circular, así como desarrollar un sólido enfoque sistémico de la propia economía circular. La experiencia del sector de la gestión de desechos en la elaboración y el funcionamiento de soluciones para la recuperación de materiales y energía, así como su experiencia cotidiana para hacer frente a los desafíos que plantea el cuidado de los residuos de la economía lineal, constituirán una valiosa contribución a esta tarea.



Mercados de materiales

El buen funcionamiento de los mercados es crucial para la gestión sostenible de los recursos y la economía circular. Las condiciones previas para esos mercados son normas de calidad, métodos de ensayo, condiciones comerciales y mecanismos de solución de controversias bien definidos y comúnmente acordados. Además, los sistemas de comercio y las bolsas que proporcionan información comercial transparente y abierta reducirán la volatilidad de los precios y el riesgo de las transacciones y harán que el comercio sea más atractivo y viable. El sector de la gestión de desechos, junto con los demás agentes de la cadena de valor, puede apoyar el establecimiento de esas condiciones y mecanismos de mercado.



Políticas para la gestión de los recursos

Se necesitan marcos normativos, jurídicos y fiscales revisados y coherentes a largo plazo para apoyar la economía circular emergente y el desarrollo de la gestión sostenible de los recursos. Esos marcos deben complementar los objetivos de recuperación de materiales que impulsan las ofertas vigentes en la actualidad con incentivos para crear una sólida demanda de materiales recuperados en el mercado. Además, deben asegurar una relación imparcial entre los materiales vírgenes y los nuevos productos, por un lado, y los recursos recuperados y los productos renovados, por otro, así como fomentar la investigación y el desarrollo en el ámbito de la gestión de los recursos y la economía circular.



El trabajo en equipo de los actores

Todos los agentes de la cadena de valor deben interactuar y participar en la transición hacia una economía circular: los diseñadores, los productores, los fabricantes, los consumidores, los encargados de formular políticas y el sector de la gestión de desechos. El sector de la gestión de desechos quiere participar proactivamente con todos los actores a lo largo de la cadena de valor.



De lineal a circular

La economía lineal

Una economía lineal sigue el camino directo de extraer-utilizar-eliminar. Este enfoque no sólo ejerce presión sobre los limitados recursos de la Tierra, sino también sobre su capacidad de actuar como un sumidero para absorber los residuos. La vida de los materiales en una economía lineal tiende a ser muy corta, con el 80-90% de los bienes producidos convirtiéndose en desechos en menos de un año¹. Cada año la OCDE estima que el equivalente a una quinta parte de la extracción mundial de materiales se convierte en desechos² y la ISWA estima que el 70% se desposa en los vertederos³.

No sólo los materiales siguen este enfoque lineal, sino que también la legislación sobre salud, seguridad y medio ambiente

que los rodea y las condiciones del mercado en vigor, apoyan en general este modelo. En una economía de este tipo, las estimaciones de la OCDE sugieren que los desechos sólidos municipales aumentarán en un 0,69% por cada 1% de aumento del ingreso nacional. El desarrollo económico genera más desechos y produce más presión sobre los suministros vírgenes, es decir, las reservas de recursos naturales de la Tierra.

1 véase el documento informativo del Foro Económico Mundial: <http://www.weforum.org/pdf/sustainableconsumption/DSC%20Overview%20Briefing%20-%20Closed%20Loop%20Systems.pdf>

2 OCDE (2011) La productividad de los recursos en el G8 y la OCDE

3 ISWA, (2015), Globalización y Gestión de Residuos - Informe final del Grupo de Trabajo de ISWA, Viena, Austria.

Recursos

Según la definición del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), "los recursos son los bienes naturales que proporcionan beneficios de uso mediante el suministro de materias primas y energía utilizadas en la actividad económica (o que pueden proporcionar esos beneficios algún día) y que están sujetos principalmente al agotamiento cuantitativo mediante el uso humano".

Fig. 1 | Economía Lineal

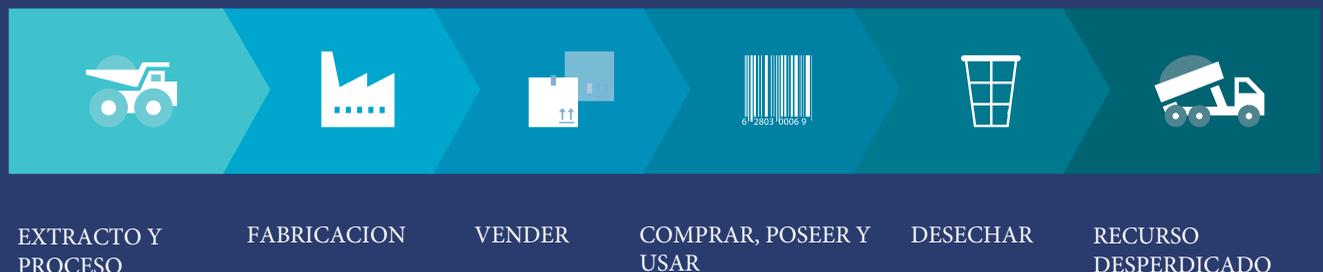


Fig. 2 | Consecuencias de una economía lineal

Se crean residuos en cada paso de la cadena de valor



La economía circular

El concepto de economía circular se ha desarrollado a partir del reconocimiento de que una economía lineal es insostenible y de la necesidad de un enfoque alternativo, que valora las materias primas de manera diferente. El objetivo general de la economía circular es utilizar el máximo valor de los recursos y mantenerlos en uso el mayor tiempo posible. En una economía circular, los materiales y productos se diseñan teniendo en cuenta la prevención de residuos y se reutilizan, reciclan o recuperan. Cuando las materias primas que contienen

ya no pueden ser reutilizadas, la energía que contienen se extrae para desplazar a los combustibles vírgenes y los residuos se eliminan de forma segura en los vertederos.

Para que la economía circular funcione eficazmente, se necesitan condiciones políticas y de mercado propicias en todos los sectores.

Los puntos de vista de los gobiernos y las empresas están cambiando a medida que se hace evidente la necesidad de aumentar la eficiencia de los recursos, reducir los costos y los efectos ambientales.

Se están poniendo a prueba cambios de política y diferentes modelos empresariales que desafían a la economía lineal a medida que se aclara la escala de la oportunidad económica y de empleo de la economía circular. Las contribuciones que este cambio puede hacer a la mitigación del cambio climático, y la volatilidad de los precios de los productos básicos han dado un nuevo impulso a la necesidad de un nuevo pensamiento. A pesar de los beneficios económicos positivos mostrados por los primeros adoptantes del modelo de economía circular, el cambio de modelo no ha alcanzado todavía un punto de inflexión comercial.

La economía circular trae un nuevo crecimiento y oportunidades de trabajo

Según la Comisión Europea, el uso más eficiente de los recursos traerá consigo nuevas oportunidades de crecimiento y de empleo. Un mejor diseño ecológico, la prevención de residuos y la reutilización pueden suponer un ahorro neto para las empresas de la UE de hasta 600.000 millones de euros, al tiempo que se reducen las emisiones anuales totales de gases de efecto invernadero. Las medidas adicionales para aumentar la productividad de los recursos en un 30% para 2030 podrían aumentar el PIB en casi un 1%, al tiempo que se crearían 2 millones de puestos de trabajo adicionales.

Fig. 3 | El modelo de la UE de eficiencia de los recursos

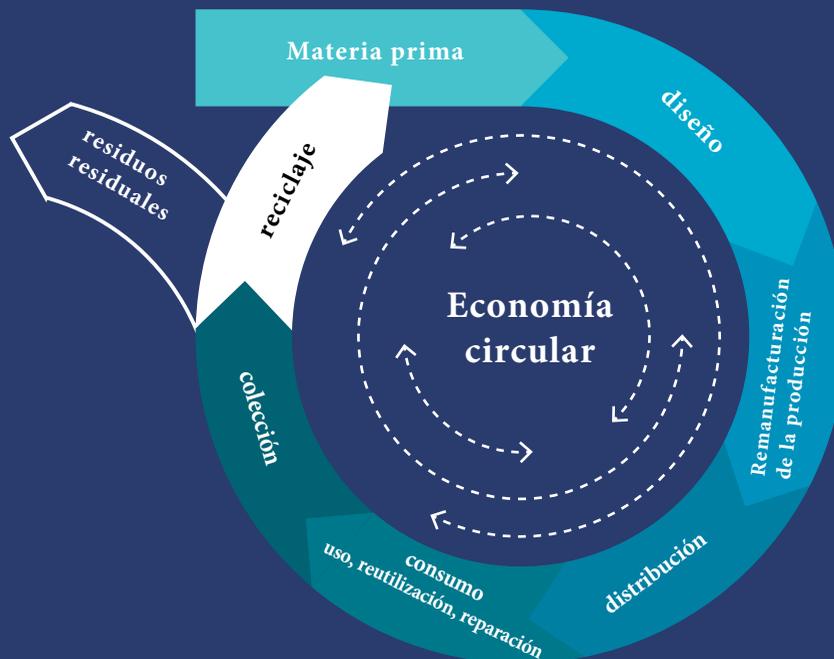


Fig. 4 | Los principales impulsores de la economía circular



Los desafíos sistemáticos de la economía circular

No es posible reciclar y mantener los materiales en un ciclo perpetuo, o cerrar completamente el bucle.

Esto se debe a una serie de razones técnicas que se relacionan con las propiedades integrales de los materiales y también con las etapas de elaboración que intervienen en la producción y durante el reciclado de las materias primas secundarias.



Los materiales pierden su calidad e integridad con el tiempo por tres razones principales

Pérdidas materiales por disipación

Una cierta fracción de material se libera a lo largo de su ciclo de vida (incluso durante el reciclaje) en formas irre recuperables. Ejemplos de ello son la corrosión del cobre de los tejados y las tuberías de agua y la oxidación del aluminio; alrededor del 4% del aluminio se pierde por disipación durante el reciclaje. La disipación de los elementos puede causar daños ambientales y perjuicios a la salud cuando se libera. Estas pérdidas ya no están disponibles para ser recicladas; lo que significa que nunca se puede alcanzar una tasa de reciclaje del 100 %.

Contaminación por mezcla irreversible con otros materiales

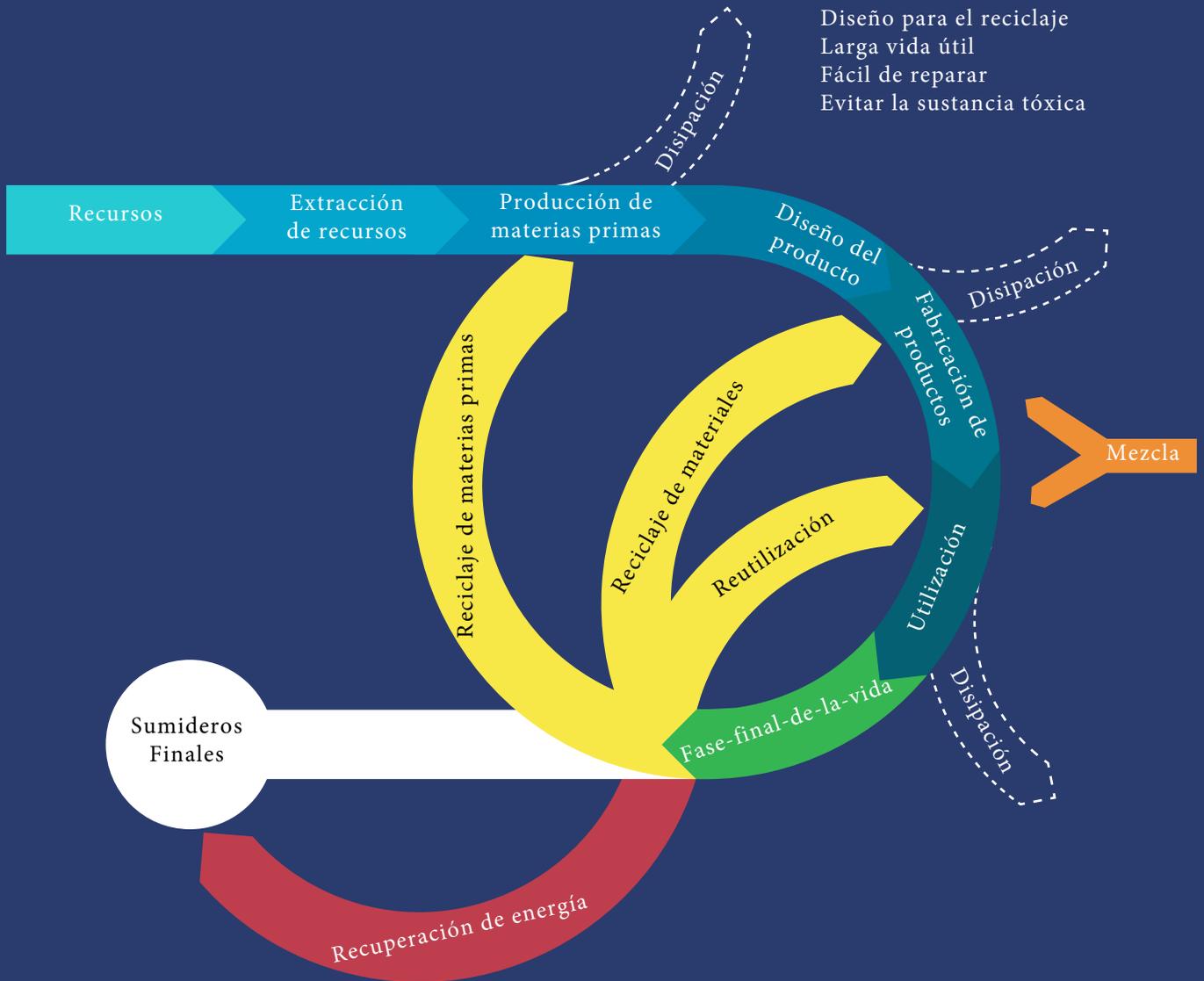
Puede producirse una contaminación indeseada de los materiales cuando se mezclan que no se puede revertir. Un ejemplo de ello son los productos de acero que contienen otros metales como el cobre y el estaño, que reducen la ductilidad del acero. En particular, la chatarra recuperada de los vehículos al final de su vida útil puede contener cantidades considerables de cobre.

Si esa chatarra se mezcla con otros grados de chatarra de acero más limpios cuando se funde, afectará a la calidad del acero reciclado. La contaminación puede reducirse al mínimo durante los procesos de diseño y producción manteniendo los materiales puros, así como manteniendo separados los distintos grados durante los procesos de reciclaje. Sin embargo, esa contaminación de los materiales significa que el reciclaje en circuito cerrado es frecuentemente imposible.

Degradación o destrucción

Los materiales pueden degradarse durante su procesamiento y uso. En particular, algunos materiales, debido a sus propiedades moleculares, son sensibles al calor (por ejemplo, durante la fusión), a la radiación (por ejemplo, la radiación UV durante el uso) o a los impactos mecánicos, que provocan su degradación o destrucción. En casos extremos esta degradación puede hacer imposible el reciclaje. El reprocesamiento de las fibras de celulosa y los polímeros son ejemplos del proceso de degradación. Las fibras de celulosa, por ejemplo, se reducen en longitud y resistencia cada vez que se reprocesan y también el caucho y algunos plásticos, cuando se exponen a la luz UV, se vuelven quebradizos, limitando el número de ciclos posibles.

Fig. 5 | Retos técnicos para el cierre de los bucles



El modelo de cascada

El modelo de cascada da cuenta de una pérdida de calidad y/o cantidad durante la reutilización, el reciclaje o la recuperación secuencial de las materias primas, para producir materias primas secundarias y energía. La cascada puede ser comparada con una cascada; por lo que hay una disminución en la calidad o cantidad cada vez que un material es usado y luego reciclado.

Estas pérdidas en la integridad de un material se deben a los procesos descritos en la sección anterior, estos procesos naturales limitan las opciones futuras disponibles para el reciclaje hasta el punto de que un material ya no puede ser efectivamente reciclado.

La comprensión del modelo de cascada es importante para ayudar a maximizar la vida material de los productos. En lugar de limitarse a considerar el impacto de una sola etapa de procesamiento, es importante tener en cuenta los impactos de la cadena de cascada completa. El objetivo es exprimir al máximo el uso material de cada recurso, dando como resultado el menor impacto ambiental. Los materiales biogénicos, al igual que los plásticos, están compuestos de carbono y, por lo tanto, el paso final ideal (en el momento en que ya no es posible utilizar más materiales o nutrientes) es terminar la cascada con la recuperación de energía. Por lo tanto, el objetivo de la utilización de la cascada es maximizar la vida de un material, seleccionando la trayectoria óptima de la cascada y, cuando sea técnicamente posible, finalizar la cascada con residuos para obtener energía. El reto es definir la utilización óptima de un material en cascada para minimizar el consumo de recursos y energía, así como el impacto ambiental. Debido a sus propiedades, algunos materiales tienen un potencial de utilización en cascada más largo que otros, y

pueden ser reutilizados o reciclados con mayor facilidad durante un número prolongado de ciclos, como el hierro. Mientras que otros se degradan más rápidamente, como los plásticos sensibles a los rayos UV. El hierro como metal no se degrada, sino que pierde su calidad debido a la contaminación con otros elementos como parte del proceso de producción. En el caso del hierro, la cascada obviamente no termina con la incineración. El hierro puede teóricamente, ser infinitamente reciclado, pero en la práctica las pérdidas inevitables significan que se necesita un aporte adicional de materiales vírgenes.

La presencia de sustancias peligrosas en los materiales compuestos complica los ciclos de los materiales y la capacidad de cerrar los bucles de materiales. Es necesario comprender claramente las sustancias peligrosas que pueden surgir en las corrientes de desechos incluso mucho después de que dejen de utilizarse en la producción. Esta descontaminación de los ciclos de la materia resulta en algunas pérdidas inevitables y establece otro límite a lo que puede ser reciclado de manera sostenible.

Debido a las diferencias en los procesos de reciclaje, la eficiencia del reciclaje en cuanto a la calidad de los materiales, el consumo de energía, el impacto ambiental y las pérdidas de materiales puede ser muy diferente según el proceso. Incluso las tecnologías de reciclaje similares mostrarán diferencias en la eficiencia dependiendo de las propiedades del material de entrada.

Los materiales también pueden volver a la cima de la cascada de nuevo, si se añade energía adicional. Por ejemplo, los residuos de alimentos pueden utilizarse como alimento para mascotas o para alimentar al ganado (utilización en primera

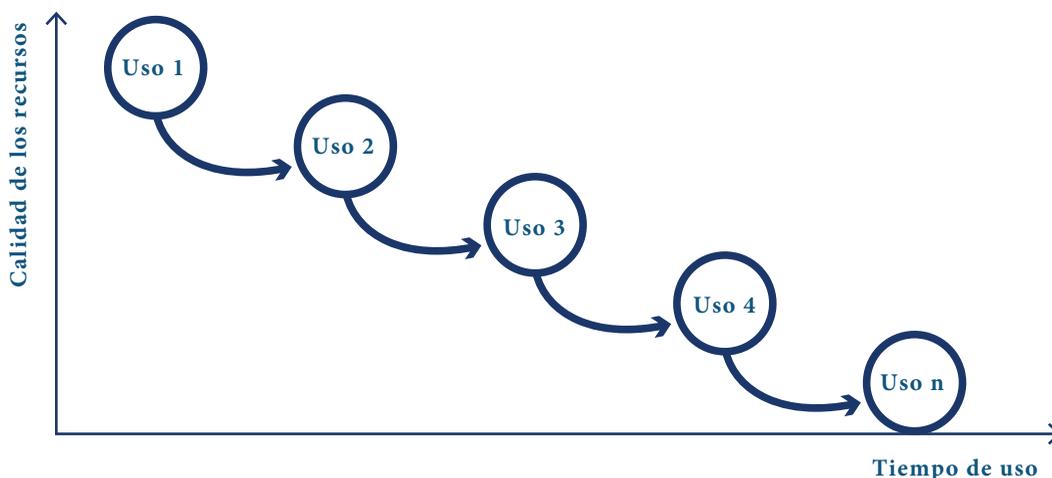
cascada), el estiércol se convierte en abono (utilización en segunda cascada) y, por último, el valor nutritivo se vuelve a hacer circular hasta la parte superior de la cascada de alimentos a través del ciclo de los nutrientes y la energía adicional del sol. De esta manera la cascada se convierte en un proceso de ciclo y el valor nutritivo no se pierde.

El bio-refinado de materiales orgánicos de desecho, utilizando energía y presión en combinación con catalizadores es también otra forma de producir combustibles y materias primas químicas de alta calidad, empujándolos de vuelta a la cascada.

Como demuestra el modelo de cascada, los flujos circulares siempre darán lugar a una corriente residual de desechos, es decir, materiales que caen fuera del ciclo o de la cascada. Esto puede ocurrir como primer paso, en el caso de productos de un solo uso, o como paso final de una cascada, tras varios ciclos de reciclaje. Como se ha señalado anteriormente, siempre que sea posible esta corriente de desechos debería convertirse en energía. No todos los materiales residuales pueden tratarse térmicamente o digerirse anaeróticamente y, por lo tanto, los vertederos son importantes para ayudar a gestionar las corrientes residuales cuando no se dispone de otras opciones de tratamiento.

La recuperación eficiente de energía a partir de los desechos residuales es una contribución importante y valiosa al desarrollo sostenible. La energía se requiere como un recurso crítico en cada paso de la cadena de valor del producto. La mayor parte de la energía utilizada en la producción se produce actualmente mediante la quema de combustibles fósiles, lo que da lugar a emisiones de CO₂ y al cambio climático.

Fig. 6 | **Concepto de cascada mediante el uso repetido de un recurso con una calidad decreciente**



Estudio de caso - Instalación de reciclado de plásticos de Veolia, Reino Unido



Ubicación
Rainham, Essex, Reino Unido.



Fecha de la comisión
Una instalación de recuperación de plásticos de 9 millones de euros que entró en funcionamiento en 2012.



Capacidad
50.000 toneladas anuales clasificando los plásticos en 9 grados diferentes de polímeros.



Bueno siempre y cuando -materias primas
La planta proporciona plásticos reciclados PET/HDPE para botellas y PP & PE para aplicaciones industriales, incluyendo contenedores de basura y películas recicladas para bolsas de plástico.



Evitar la eliminación en vertederos
Hasta 50.000 toneladas de plásticos desviados de los vertederos. Un ahorro de 7 millones de euros basado en una tasa media de entrada al vertedero de material no peligroso de alrededor de 100 libras por tonelada.



Reducción de CO2
50.000 toneladas de CO2 por año ahorradas como resultado del desplazamiento de plásticos vírgenes.



El valor de mercado del bien
Según el WRAP, el valor de los plásticos recuperados en el Reino Unido alcanzó casi 210 millones de euros en 2012. El tonelaje se elevó a más de 842.000 en 2014 con un 39% (o 328.000 toneladas) procesado en el Reino Unido.¹



Los impulsores clave
Objetivos de beneficios comerciales y de la UE en materia de reciclaje de residuos domésticos (50% para 2020), envases (57% de los envases de plástico para 2017) y obligaciones de recogida selectiva de plásticos para 2015.



Las barreras que han sido superadas
Aprobaciones de planificación y permisos de operación.



Barreras para superar
Asegurar los mercados para la producción de productos en una época de precios volátiles de los plásticos.



Medidas para mejorar el acceso a los mercados
Instalación de un equipo de clasificación óptica de última generación para separar 9 grados de polímeros plásticos y colores, clasificando materiales que van desde botellas, tinas de yogur y bandejas. El proceso asegura altos estándares de segregación para los usuarios finales y contribuye a abordar la escasez de instalaciones de reprocesamiento de plástico en el Reino Unido.



Beneficios adicionales
Veolia está desarrollando corrientes de plásticos que pueden comercializarse libremente, elaborando normas y especificaciones para satisfacer las necesidades de los reprocesadores de plásticos y los fabricantes industriales.

¹<https://npwd.environmentagency.gov.uk/Public/PublicSumma>Data.aspx> Base de datos nacional de residuos de envases del Reino Unido

Prevención de desechos y gestión de recursos

La prevención de los desechos es fundamental para la gestión sostenible de los recursos. Implica cualquier actividad que ayude a reducir la generación de residuos en primer lugar, durante las fases de diseño, producción y consumo. La prevención de desechos también implica la reducción de la cantidad de materiales nocivos que se utilizan en la producción de bienes y productos.

Dado que el sector de la gestión de desechos se ocupa predominantemente de materiales que ya han entrado en la corriente de desechos, la prevención de los desechos todavía no se ha integrado plenamente en las actividades y los modelos empresariales del sector. El movimiento hacia una economía circular requiere iniciativas de prevención de residuos eficientes y efectivas, esto significa que, en última instancia, menos materiales entrarán en la corriente de residuos. Se trata de una cuestión real a la que ya se enfrentan las empresas de gestión de desechos que tienen que hacer frente a la fluctuación de la demanda cuando planifican la recogida y el tratamiento de desechos en el futuro. Un buen ejemplo es el desperdicio de alimentos donde en Corea y en una inversión de las tendencias mundiales, los experimentos con sistemas de precios en la ciudad de Gimcheon han reducido el desperdicio de alimentos en un 40%.

Para poder aceptar este cambio, el sector de la gestión de los desechos debe adquirir nuevas competencias y prestar nuevos servicios que apoyen los modelos comerciales circulares

Accenture, basándose en un análisis de 120 estudios de casos de empresas que participan en la mejora de la productividad de los recursos, identificó cinco modelos empresariales circulares en su informe circular de ventajas:

- **Suministros circulares:** Proporcionar energía renovable, material de insumos de base biológica o totalmente reciclables para reemplazar los insumos de un solo ciclo de vida;
- **Recuperación de recursos:** Recuperar recursos/energías útiles de los productos o subproductos desechados;
- **Extensión de la vida del producto:** Extender el ciclo de vida útil de los productos y componentes mediante su reparación, actualización y reventa;
- **Compartir Plataformas:** Permiten aumentar la tasa de utilización de los productos al hacer posible el uso/acceso/propiedad compartidos;
- **Producto como un servicio:** Ofrecer el acceso al producto y mantener la propiedad para internalizar los beneficios de la productividad de los recursos circulares;

Todos estos modelos de negocio encajan en el ámbito de las medidas de prevención de residuos. Los conocimientos especializados y las aptitudes logísticas y operativas del sector de la gestión de desechos ofrecen numerosas oportunidades para que el sector participe más activamente en los nuevos modelos empresariales.

El sector de la gestión de desechos tiene un acceso privilegiado a datos y conocimientos especializados sobre los

Un servicio innovador que conduce a la prevención de los desechos

Vender servicios por encima de productos: En lugar de comprar continuamente nuevos disolventes y crear residuos, las empresas reutilizan eficazmente sus disolventes mediante el alquiler de un servicio de Veolia Medioambiente. Veolia Medioambiente ha establecido una red de cuatro unidades de procesamiento de disolventes en Francia, Suiza y el Reino Unido y otras cuatro en América del Norte. Se han desarrollado varios modelos económicos nuevos para la recuperación, reutilización o peaje de disolventes. En los contratos de peaje, los disolventes se recogen directamente de las instalaciones industriales, donde se ponen de nuevo a disposición de los mismos clientes después de que los disolventes hayan sido regenerados según sus especificaciones establecidas. Los disolventes se recogen y consolidan para su tratamiento en una unidad con sede en Picardía (Francia) y se redistribuyen por toda Europa. Los beneficios para el cliente de este modelo de arrendamiento incluyen: máximo rendimiento, garantía de suministro y calidad, gestión del presupuesto y reducción del impacto ambiental.



materiales que se están recuperando eficazmente y los que se están eliminando y, por lo tanto, se pierden en el ciclo de los materiales. Esta información es clave para identificar y apoyar el diseño y la fabricación de productos que, cuando sea pertinente, permitan una vida útil prolongada, una reutilización eficaz y la recuperación total de los materiales. Además de proporcionar información sobre lo que es totalmente reciclable, el sector de la gestión de desechos también puede informar sobre las propiedades de los materiales y los métodos de producción que reducen, impiden o limitan la recuperabilidad de los materiales, como el uso de tintas, etiquetas, materiales compuestos, presencia de sustancias peligrosas, etc.

El conjunto de competencias especializadas del sector de la gestión de desechos hace que el sector esté bien posicionado para participar en el apoyo a la extensión de la vida útil de los productos, los productos como servicio y las plataformas de intercambio. Esto puede lograrse mediante la formación de nuevas asociaciones con los productores y el ofrecimiento de conocimientos logísticos para ayudar a la recolección y distribución de los bienes destinados a estos servicios. Al adquirir nuevas aptitudes específicas para los productos, el sector de la gestión de desechos también puede participar directamente en la preparación de los productos para su reutilización y proporcionar productos como servicios, como se indica en el ejemplo de Veolia. El suministro de envases de productos, una de las principales corrientes de desechos de la MSW, también podría ofrecerse como un servicio, en forma de envases reutilizables proporcionados por el sector de los desechos, para ayudar a cerrar el círculo.

Influir en las decisiones y percepciones de los consumidores

Es necesario hacer más esfuerzos para cambiar el comportamiento de los consumidores, hacia la valoración de los productos renovados, optando por los productos como servicios y utilizando plataformas compartidas, como alternativas al modelo de propiedad tradicional. El sector de la gestión de desechos está dispuesto a desempeñar un papel activo en la educación y la sensibilización relacionadas con la prevención de los desechos. Esto puede lograrse proporcionando información no sólo sobre la forma en que los productores, sino también sobre la forma en que las instituciones y los ciudadanos pueden reducir la cantidad de desechos que producen, a través de la forma en que consumen y actúan. En los últimos años se han hecho muchos esfuerzos para prevenir el desperdicio de alimentos y se han establecido muchas iniciativas y programas dentro y fuera del sector de la gestión de desechos.

⁴<http://www.thinkeatsave.org>) Establecido por el PNUMA, la FAO y la Messe Düsseldorf.

El sector de la gestión de desechos que influye en el diseño de los productos

Se llevó a cabo un proyecto financiado por la ISWA para reducir la huella de residuos de Blue Jeans a través de un diseño mejorado. En el proyecto se utilizó un enfoque innovador de la cadena de producción, en el que se evaluaron todos los efectos ambientales de los pantalones vaqueros durante la fase de producción, uso y fin de vida y se debatió con representantes de las distintas partes de la cadena de producción de pantalones vaqueros. Con el conocimiento de los ejemplos de residuos, los diseñadores fueron capaces de reconocer los muchos cuellos de botella que resultan en residuos innecesarios que existen y que podrían evitarse cambiando detalles durante la fase de diseño como cremalleras, botones, etiquetas, costuras, etc.

Un ejemplo de ello es la iniciativa "Think Eat Save"⁴, que está compartiendo activamente los instrumentos y los resultados de los proyectos y medidas que han tenido éxito para aumentar la concienciación y acelerar las medidas para reducir el desperdicio de alimentos a nivel mundial. Esto sigue a la publicación de un estudio sobre las pérdidas y desechos de alimentos en el mundo por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) que reveló que alrededor de un tercio de toda la producción de alimentos en el mundo se pierde o se desperdicia en los sistemas de producción y consumo de alimentos, lo que asciende a 1.300 millones de toneladas.

El sector de los desechos en la gestión de los recursos

El sector de la gestión de desechos ya está contribuyendo con servicios y conocimientos técnicos considerables a la gestión sostenible de los materiales y la energía. Lo más reconocido y de particular importancia es el suministro de materias primas secundarias que pueden sustituir a los materiales vírgenes, los reemplazos de los combustibles fósiles y el retorno de la materia de carbono y los nutrientes a los suelos. En muchos casos, los bienes secundarios pueden entregarse a un costo ambiental mucho menor, si se considera el uso de la tierra, los insumos de agua y energía y los impactos en la biodiversidad en comparación con la extracción de materias primas y combustibles fósiles. Esos bienes pueden entregarse con una reducción sustancial de las emisiones de carbono y contribuyen en gran medida a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

La gestión de recursos no es nueva en el sector de la gestión de desechos sólidos. Casi siempre ha habido algún comercio de materiales o bienes secundarios selectos. Durante la primera revolución industrial se empezó a desarrollar la recuperación de materiales secundarios. Esta forma de gestión de recursos basada en el mercado y el valor material comenzó más tarde a

desvanecerse a medida que el petróleo crudo se utilizaba ampliamente, haciendo posible la extracción de materias primas vírgenes a una escala nunca antes posible.

Históricamente, el principal impulsor para mantener en circulación una selección de recursos, como los metales, ha sido una simple cuestión de economía. Más recientemente, el aumento de la conciencia ambiental, la atención a la mitigación del cambio climático y la preocupación por la escasez de energía y materiales han añadido nuevos impulsos. La gestión de los recursos también se está convirtiendo en un motor autónomo para capturar el valor material de los desechos. En todos estos casos, la sostenibilidad económica depende de la existencia de mercados seguros para las materias primas recuperadas.

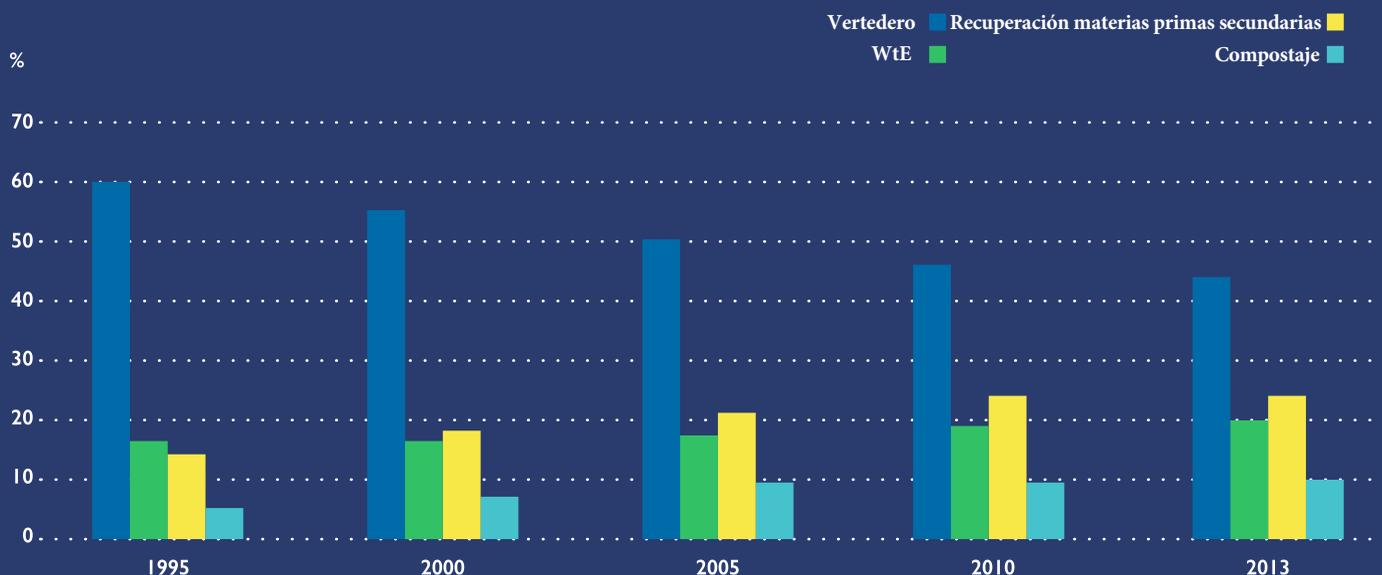
Ejemplos clave

Las oportunidades económicas que la industria de los desechos está creando mediante la gestión eficaz de los recursos son cada vez mayores. Estos cambios representan un éxito temprano en lo que el Foro Económico Mundial estima que es una oportunidad anual adicional de 0,9 billones de euros para la economía mundial mediante la adopción de la economía circular. Las cifras para Europa son igualmente impresionantes: 475.574 millones de euros anuales en el escenario de transición más avanzado previsto por la Fundación Ellen MacArthur. A nivel nacional, los trabajos encargados por Veolia predicen una contribución de 40 millones de euros o un crecimiento del PIB del 1,8% y la creación de 175.000 nuevos puestos de trabajo para la economía del Reino Unido. Todos estos estudios de reputados economistas y académicos son consistentes en sus predicciones.

Los materiales específicos puestos de relieve por la labor del Equipo de Tareas dan una idea del potencial de todos los países de la OCDE.

Fig. 7 | Crecimiento de la recuperación material y energética en toda la OCDE

Las políticas exitosas han apoyado el alejamiento de los vertederos hacia una mayor recuperación de materiales (compostaje y recuperación de materias primas secundarias) y la recuperación de energía en toda la OCDE



Fuente: Estadísticas de la OCDE, 2015

Entrega materiales orgánicos

En el caso de los residuos orgánicos, la industria de los residuos tiene el potencial de:

- aumentar los tonelajes de recolección de 66 a 248 millones de toneladas y producir 82 millones de toneladas de compost/digesto;
- aumentar el valor del abono de 110 a 110 millones de euros, suponiendo que el actual abono/digesto pueda venderse por su valor real equivalente en fertilizantes. (Actualmente los valores son sólo el 54% del equivalente en valor real de fertilizante);
- añadir 12 millones de toneladas de carbono estable y 24 millones de toneladas de carbono total cada año para mejorar los suelos;
- desplazar casi una cuarta parte de los fertilizantes de nitrógeno tradicionales que se aplican actualmente a la tierra; y
- hacer crecer los mercados de plásticos biodegradables hasta 2,8 millones de toneladas y triplicar los bio-lubricantes y bio-compuestos.

Entrega energía

En cuanto a la energía, la industria de los residuos tiene el potencial de:

- más del doble de la cantidad de residuos municipales (MSW) utilizados para producir energía y calor de 145 a 330 millones de toneladas;
- cuadruplicar la cantidad de electricidad producida a partir de MSW de 75-300 TWh/año;
- más que cuadruplicar la cantidad de energía térmica producida a partir de MSW de 70-400 TWh/año; y
- aumentar el valor de la energía de los residuos a más de 25.000 millones de euros al año

Entrega de materias primas para la fabricación

Para el reciclaje, la industria ya es responsable de:

- El 40% de las necesidades mundiales de materias primas para la producción;
- El 58% de las materias primas utilizadas en la fabricación de papel
- El 37% de las materias primas utilizadas en la fabricación de acero; y
- alrededor del 5% de las materias primas utilizadas en la fabricación de plásticos

Es evidente que existen oportunidades para un mayor crecimiento del reciclado de plásticos. Para el polipropileno rígido (PP), por ejemplo, los cambios en las etiquetas pelables en el molde podrían aumentar el PP rígido adecuado para el reciclaje de alimentos a alrededor de 72.500 t/año con tasas de reciclaje del 50%.

Materias primas secundarias

Los bienes entregados Actual y potencial contribución

El sector de la gestión de desechos entrega volúmenes considerables de materias primas secundarias, siendo las más comunes diversos metales, papel y cartón, plásticos y vidrio.

Los materiales secundarios se someten a un reciclaje de materiales (en el que se mantiene la constitución química de un material y sólo se cambian los elementos físicos, por ejemplo, en la fusión y el reprocesamiento de los metales) o al reciclaje de la materia prima (se cambian tanto los elementos físicos como los químicos, por ejemplo, la despolimerización de los plásticos).

Según la Oficina de Reciclaje Internacional (BIR), los materiales reciclados suministran el 40% de las necesidades mundiales de materias primas para la producción.

El crecimiento de la recuperación de materias primas secundarias, cuando se promedia en toda la OCDE, se ha mantenido relativamente estable en los últimos años y actualmente es del 24%.

Las cantidades de materias primas secundarias entregadas y utilizadas en la producción varían considerablemente de un material a otro. Una historia de éxito relativo es el papel y el cartón. La cantidad total de papel y cartón recuperado comercializado a nivel nacional se ha duplicado con creces desde 2000 y alrededor del 58% del papel y cartón en bruto secundario se utiliza en la producción de papel nuevo.

A medida que los países avancen hacia la gestión de los recursos, las pautas de producción y consumo cambiarán, lo que significa que habrá menos materiales disponibles para la recuperación. La OCDE ya ha informado de que el consumo medio de material per cápita se ha reducido en un 12% desde 2000. A pesar de estos cambios, todavía hay una considerable oportunidad de crecimiento en la recuperación y el reciclaje de materias primas secundarias. Estas oportunidades se presentan por el carácter mundial del mercado y la posibilidad de lograr mayores niveles de recuperación en más materiales.

Producción mundial e insumos de materias primas secundarias

	producción total actual	materia prima secundaria utilizada en la producción	% de material prima secundaria utilizado en la producción
	millón de toneladas / año		
papel (2012)	400	230.53	58%
plástico (2012)	288	15*	~5%
acero (2012)	1547	570	37%

*basado en el comercio mundial, excluye la producción interna de China.

Fuentes: Papel & Acero, datos de la Oficina Internacional de Reciclaje, 2014; datos sobre el plástico, ISWA 2014

Registro de materias primas secundarias como porcentaje de los residuos generados, OCDE 2015

1995	2000	2005	2010	2013
14%	18%	21%	24%	24%

Fuentes: OCDE, 2015

Factores de mercado

La calidad de las materias primas secundarias y su similitud con el material virgen que sustituyen son factores clave del mercado. Hay una gran variación entre los países y dentro de ellos en cuanto a los criterios de calidad de las materias primas secundarias; esto es particularmente difícil en el caso del comercio mundial de materias primas secundarias. El sistema de clasificación del papel, el programa de clasificación EN643 por ejemplo, es conocido y utilizado ampliamente, pero a menudo las fábricas de papel chinas definen la calidad y establecen niveles aproximados de contaminación aceptable sin utilizar esta norma.

Precio

El precio de los materiales secundarios fluctúa significativamente y está influenciado por el valor del material virgen que está sustituyendo. El precio de los combustibles fósiles influye mucho en el precio de las materias primas secundarias, así como la calidad del material. Además, el precio del material secundario está determinado por la demanda. La demanda de los mercados en desarrollo, como China, tiene un impacto significativo en los precios.

Mirando hacia adelante

Lograr la consistencia en la calidad y el volumen que exige el mercado es un gran desafío. Los productos manufacturados siempre están evolucionando y son cada vez más diversos y complejos en su composición. Esto significa que es necesario un desarrollo continuo de la infraestructura de recolección y de las nuevas tecnologías de clasificación y procesamiento. Estos desarrollos pueden ser muy costosos y en algunos casos financieramente insostenibles.

Los materiales secundarios más difíciles de recuperar son los materiales complejos/compuestos y los materiales que varían en su calidad, tipos de artículos y sectores. El polipropileno (PP), por ejemplo, se utiliza para una amplia variedad de aplicaciones en diferentes sectores (como el del embalaje, el de la automoción y el de los equipos eléctricos y electrónicos), se mezcla con diversos aditivos y presenta diferencias extremas en cuanto a las calidades de los materiales. Incluso las que parecerían simples materias primas secundarias para obtener, como el papel y la cartulina de desecho, se enfrentan a desafíos técnicos para su clasificación y procesamiento debido a las innovaciones en nuevos materiales, aditivos y tecnologías de impresión.

Como se ha mencionado anteriormente, también existen numerosos desafíos debido a la naturaleza del mercado mundial de materias primas secundarias y a la competencia directa con las materias primas vírgenes.

Principales retos

Se necesitarán innovaciones e inversiones en nuevas infraestructuras de recogida y tecnologías de clasificación y procesamiento para que el sector de la gestión de desechos pueda ofrecer una selección más amplia y una mayor calidad de las materias primas secundarias. Esto permitirá que los materiales se caigan en cascada de manera más eficiente, aprovechando su valor óptimo de recursos con el menor impacto ambiental.

Es probable que surjan nuevas sinergias, en las que se obtendrán diversos resultados a partir de materiales de desecho en plantas de tratamiento integradas o situadas en el mismo lugar, entre ellos, electricidad, combustibles, productos químicos ecológicos y materias primas secundarias.

Es probable que haya un movimiento hacia un mayor reciclaje de materias primas para las mezclas contaminadas y muy heterogéneas de materiales de desecho.



Materia de carbono y nutrientes

Los bienes entregados Contribución actual y potencial

El compost y el digestato se utilizan como nutrientes para aumentar la productividad del suelo.

Productos químicos finos y especializados de base biológica que se utilizan en cantidades relativamente pequeñas para aplicaciones de alta tecnología y también productos químicos básicos, bioplásticos, biogás, estruvita, tableros de fibra y celulosa.

El mercado mundial es potencialmente masivo y se estima en miles de millones de euros anuales. Sin embargo, los bienes obtenidos de los desechos orgánicos que contienen el mayor valor, por ejemplo, a través de la bio-refinería, no son todavía tecnologías bien establecidas; se necesitan importantes inversiones en R&D e infraestructura de capital para realizar su potencial.

La cantidad potencial de residuos orgánicos que podrían procesarse en la OCDE es el doble de la que se produce actualmente. Los recursos contenidos dentro de esta cantidad incrementada son sustanciales, entre 0,1-3 millones de toneladas de nitrógeno y 4 a 41 millones de toneladas de carbono. Esto equivale a alrededor del 14% del nitrógeno que se aplicó en 23 países de la OCDE en 2009.

Contribución actual en los países de la OCDE

fracción orgánica de MSW tratada	compostaje/digestato producido	valor nutritivo
	millones de toneladas/año	M €
66	22	110

Posible contribución en los países de la OCDE

fracción orgánica de MSW tratada	compostaje/digestato producido	valor nutritivo	valor nutritivo para el 2020
	millones de toneladas/año		M €
124	41	0.1-3 Nitrógeno 4 – 41 Carbono	207

basado en una pérdida de masa del 66%

estas cifras sólo incluyen el MSW aunque también se puede suponer que la mayor parte de los residuos proceden de los sectores comercial y agrícola

Factores de mercado

Principales retos

Mirando hacia adelante

La alta calidad y una garantía de calidad independiente (como las normas de calidad nacionales y los criterios de fin de los desechos) son fundamentales y necesarios para la venta de abono y digestato. En algunos países de la OCDE, pero no en todos, existen normas y planes de certificación

Además de la calidad, las ventas tanto del compost como del digestato dependen de varios factores, como el precio relativo de los fertilizantes inorgánicos, que está vinculado al costo de los combustibles fósiles, la estación, las distancias de transporte entre el lugar de producción y el uso final, y los costos de esparcimiento.

Precio

El precio recibido depende de la calidad del producto final. La venta a granel de abono tamizado se vende a paisajistas, horticultores y jardineros por entre 4,6 y 13,7 euros/tonelada. El compost utilizado para la agricultura alcanza precios más bajos y se vende en su mayor parte entre 0,9 y 4,6 euros/tonelada.

Una gran cantidad de abono se regala de forma gratuita.

El marco legislativo suele plantear un problema para la venta de abono y digestato. En algunos casos se aplican a los manipuladores de desechos orgánicos controles más estrictos que los que se aplican a los productos primarios que no son desechos

El compost y el digestato están infravalorados en términos monetarios y los sustanciales beneficios externos de la utilización de los productos no se reflejan en su precio interno. La materia orgánica producida proporciona un valor muy superior al precio al que se vende con respecto al secuestro de carbono del suelo, la mejora de la labranza y la capacidad de retención de agua.

También es difícil, desde el punto de vista operacional y de la prestación de servicios, ofrecer una alta calidad y consistencia, debido a las dificultades para obtener materia prima limpia (no contaminada) de los productores de desechos.

Es necesario seguir desarrollando y ampliando la competencia técnica del sector de la gestión de desechos en la recogida, el transporte y el tratamiento de los desechos orgánicos, a fin de maximizar el valor obtenido, como el procesamiento de más productos químicos y nutrientes de base biológica.

Para aprovechar plenamente las posibles oportunidades que ofrece la fabricación de productos de mayor valor, podrían crearse sinergias mediante la ubicación conjunta de plantas de procesamiento de desechos junto a operaciones de biorrefinería más sofisticadas. Esto tiene el potencial de realizar importantes ahorros de capital y de costos operativos.

Para crecer y diversificar sus operaciones, el sector de la gestión de desechos tendrá que crear asociaciones con otros sectores complementarios (como los productos químicos y la agricultura) y ampliar sus competencias básicas, diversificando sus normas y calificaciones operacionales, y extender la capacitación a todos los niveles ocupacionales.



Estudio de caso - Roskilde, Dinamarca: Convertir los residuos en energía



Ubicación
Roskilde, Dinamarca



Cuando la operación comenzó
La planta WtE de KARA/NOVEREN, unidad 6, "Energitårnet" (la Torre de Energía) se estableció en 2013.



Bueno siempre y cuando
Electricidad y calor para calefacción urbana, con un máximo aprovechamiento de los recursos energéticos de los residuos (casi el 100%)



Cantidad de residuos tratados
La planta tiene la capacidad de tratar 600 toneladas de residuos sólidos urbanos y comerciales/industriales por día o 200.000 toneladas por año.



Electricidad producida por año
La producción neta de electricidad es de 140 GWh (140.000.000 kWh) por año. La instalación cubre el consumo de electricidad de unos 44.000 hogares.



Calor producido por año
La cantidad de calor producida es de 450 GWh (450.000.000 kWh) por año. La instalación cubre el consumo de calor de unos 26.000 hogares.



Valor de mercado de los bienes
45 EUR/MWh para la electricidad y 30 EUR/MWh para el calor (neto, es decir, sin impuestos).



Conductor de la actividad que se está llevando a cabo
La propiedad pública permite requisitos modestos en cuanto a la rentabilidad de la inversión, proporcionando marcos para inversiones que maximicen la producción de energía. Existencia de un gran mercado de calor (Gran Copenhague) que puede utilizar prácticamente todo el calor generado durante todo el año.



Las barreras que han sido superadas
No se enfrentó ningún obstáculo importante en la ejecución de este proyecto.



Medidas que se han adoptado para mejorar el acceso a los mercados
La planificación regional del calor se ha llevado a cabo durante muchos años para promover el desarrollo y el uso de las redes de calefacción de los distritos.



Evitar la eliminación en un vertedero
En principio, 200.000 toneladas por año. La instalación sustituyó el traslado de desechos a las instalaciones vecinas de WtE y a dos antiguas unidades más pequeñas de WtE en Roskilde (que han dejado de funcionar). Los vertederos sólo tienen lugar a muy pequeña escala en Dinamarca.



Beneficios adicionales
Ahorro en el consumo de combustibles fósiles y en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) asociados. Alrededor de 30.000 toneladas de cenizas de fondo se utilizan en la construcción de carreteras por año. Se recuperan de 2 a 3.000 toneladas de metales de las cenizas de fondo por año.

Energía

Los bienes entregados

Electricidad y calor del tratamiento térmico con recuperación de energía (en adelante denominado WtE).

Biogás para la producción de electricidad (y calor) in situ o distribuido para su uso en otros lugares, por ejemplo, para calefacción, procesos químicos o utilizado como combustible de transporte a partir de la digestión anaeróbica (AD) y la captura de metano de los vertederos.

Las instalaciones de recuperación de energía tienen un doble propósito;

sustituir otros recursos energéticos y proporcionar una gestión eficaz de los desechos. Un beneficio común de la energía y los combustibles procedentes de desechos es que estos productos sustituyen a otros recursos energéticos, en particular a los combustibles fósiles y, por consiguiente, a sus emisiones asociadas de dióxido de carbono. Las instalaciones de recuperación de energía también contribuyen a la gestión de materiales y nutrientes. La EA se combina con la producción de digestato, que es una fuente de nutrientes, y los metales que no se reciclan fácilmente pueden recuperarse de las cenizas de fondo de las instalaciones de WtE.

Contribución actual y potencial

El potencial de DSM disponible para WtE y AD con la recolección de biogás en toda la OCDE es significativamente mayor que el que se procesa actualmente. La producción de energía podría más que duplicarse a partir de la WtE. Se estima que el potencial de los desechos biológicos domésticos es del 0,3% del consumo actual de gas natural. La madera y otras materias primas basadas en la biomasa representan alrededor de un tercio de todas las nuevas inversiones en tecnologías de desechos, lo que refleja un alejamiento de la generación de energía tradicional en muchos países.

Contribución actual en los países de la OCDE

Bien entregado	Los desechos sólidos procesados millones de toneladas al año	Cantidad de energía TWh**/al año
Electricidad de WtE	145	75
Calefacción de WtE		70
Biogás/metano de AD	8*	5
Gas de vertedero (LFG)	100 (estimado)	50

Contribución potencial en los países de la OCDE

Bien entregado	Los desechos sólidos procesados millones de toneladas al año	cantidad de energía TWh**/al año	valor B euros/año
Electricidad de WtE	330	300	15
Calefacción de WtE		400	8
Biogás/metano de AD	50	40	1.2-1.6
Gas de vertedero (LFG)	300	20***/130****	0.6-0.8

*Se trata de una cifra estimada proporcionada por los expertos de la ISWA utilizando datos publicados por la OCDE, fuentes industriales y conocimientos detallados de esta industria en desarrollo.

**TWh es el contenido energético de unos 90 millones de m³ de gas natural, o el consumo anual de electricidad de unos 300.000 hogares para iluminación y electrodomésticos.

***de MSW, sólo y después de desviar el desperdicio para WtE y

****suponiendo que se mejore la recolección de gas 70% de eficiencia de recolección y sin cambios en las cantidades de los vertederos.

Estudio de caso - Sermonde, Vila Nova de Gaia, Portugal: Convertir el gas de los vertederos en energía



Ubicación

Sermonde, Vila Nova de Gaia, Portugal.



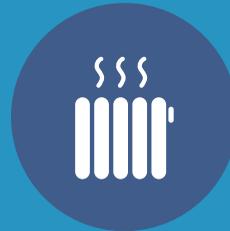
Cuando la operación comenzó

La recolección de biogás del vertedero de Sermonde, por Suldouro, comenzó en 2004.



Bueno, siempre y cuando

Electricidad: el biogás recogido en el vertedero se convierte en electricidad en un motor de combustión interna. El gas de escape del motor se utiliza para el ciclo de rango orgánico (ORC) en la planta MBT para generar electricidad.



Bueno siempre y cuando

Calefacción: el calor de la camisa de agua se utiliza en la calefacción de los edificios, el agua caliente y los digestores de calefacción (digestores anaeróbicos MBT). La calefacción se utiliza localmente en la planta.



Cantidad de MSW tratada por año

169.000 toneladas de MSW tratadas por año.
111.000 toneladas van a parar a un vertedero y 58.000 toneladas van a MBT.



Energía producida por año

Electricidad 49.513.000 kwh
46.540.000 del vertedero más 2.973.000 de MBT.
La electricidad abastece a 16.000 hogares, lo que equivale al 12% del consumo doméstico de Vila Nova de Gaia.



El valor de mercado del bien

La electricidad se vende a la red nacional. El precio es de 0,123 euros/kwh del vertedero y 0,119 euros/kwh del MBT. La diferencia de precio se refiere a los diferentes contratos.



Conductor para la actividad que se está llevando a cabo

El requisito legislativo de tratar las emisiones de biogás DL183/2009 La reducción de los costos de calefacción y los beneficios de la producción de electricidad se han identificado como el mejor retorno de la inversión para el uso de los contratos de biogás.



Las barreras que han sido superadas

El proceso para obtener una licencia para la producción de energía es complicado. Se necesita la autorización de la compañía de la red eléctrica nacional (EDP), y del departamento de energía del gobierno (DGEG). Normalmente el tiempo requerido para esto es muy largo (varios años).



Medidas que se han adoptado para mejorar el acceso a los mercados

Toda la electricidad producida se vende a la red. Actualmente no hay ninguna política, ni incentivo financiero para otros beneficios del biogás. Hay que obtener licencias del departamento de energía del gobierno y de la compañía de la red nacional para vender electricidad. La licencia establece el límite de la cantidad de electricidad que puede ser entregada.



Beneficios adicionales

Esta producción de energía es estable y ajustable (no depende de la intensidad del viento o del sol) y puede ser útil para equilibrar la red. La producción eléctrica a partir del biogás evita el consumo de otros recursos si se compara con el tratamiento con antorchas. La instalación lleva a una reducción de las emisiones de GEI de 18.600 toneladas de CO2 equivalente/año.

Factores de mercado Precio

Las tecnologías para la WtE, las plantas AD y la recuperación de gas de vertedero están completamente desarrolladas, y los mercados de energía y biogás están fácilmente disponibles. Muchas plantas funcionan como plantas de cogeneración de calor y energía, siempre que la infraestructura de calor esté disponible. Sin embargo, es esencial tener una demanda local de calor o de frío y una conexión a una red de calefacción de distrito o de refrigeración de distrito. La AD de los residuos orgánicos también produce un digestato que tiene valor nutritivo y de carbono. El digestato necesita tener una materia prima limpia (separada de la fuente) para tener valor de mercado.

La electricidad se transfiere fácilmente desde la instalación de recuperación de energía a la red eléctrica local. En algunas zonas (por ejemplo, en los Estados Unidos y en partes de Europa) existe un mercado separado para la electricidad verde, incluida la electricidad procedente de AD y WtE, que comprende al menos partes de la electricidad producida y también para el gas verde, en particular para el biogás que se ha mejorado a la calidad del gas natural y se ha transferido a la red de gas natural.

El metano procedente de la digestión de desechos normalmente necesita ser mejorado y presurizado para su transferencia a una red local de gas natural o para su transporte a una gasolinera para su venta para su uso en el transporte por carretera.

El precio de la electricidad de la WtE está determinado por una serie de elementos de precio adicionales como el costo de la red, las cuotas de suscripción, la tarifa de electricidad ecológica, el impuesto específico sobre la energía y el impuesto sobre las ventas. El coste medio en la UE de "energía y suministro" (sin incluir la red) se sitúa en torno a los 70-80 euros/MWh en 2012.

El precio del metano está vinculado al precio del gas natural, aunque a veces se aplican subsidios. El precio medio del gas natural (Energía y suministro) en Europa se sitúa en el rango de 30-40 EURO/MWh en 2012 para la industria y los hogares (Comisión Europea, 2014).

Mirando hacia adelante

Para alcanzar el mayor potencial de energía a partir de los desechos, se necesitan sinergias y cooperación entre las políticas de desechos y energía. En muchos países los desechos son manejados por el Ministerio del Medio Ambiente y la planificación y distribución de la energía por el Ministerio de Energía.

Organizar contratos para alimentar la electricidad a la red principal y asegurar el suministro constante de materia prima adecuado a la capacidad de la planta.

Hacer frente a la incertidumbre de los precios y las fluctuaciones de la electricidad y el calor en función de la demanda de los consumidores.

Principales retos

Hay muchas cuestiones que afectan a la disponibilidad futura de residuos para energía y combustibles. Es probable que continúe el desvío de desechos de los vertederos y el incentivo de abolir los combustibles fósiles haga que los WtE y AD sean importantes contribuyentes a los futuros sistemas de gestión de desechos y energía. Las instalaciones de s.WtE están alcanzando continuamente mayores eficiencias, ayudando a reemplazar los combustibles fósiles.



Necesidad de innovación

En diversos informes se han explicado las oportunidades económicas y el potencial de empleo que se abren a la industria de los desechos al pasar de ser una industria de eliminación de desechos a una industria de gestión de materiales. La industria de los desechos controla actualmente una amplia gama de materias primas secundarias. Se están volviendo más complejas a medida que la velocidad de los materiales y la innovación técnica se acelera, pero su valor también seguirá creciendo a medida que entendamos cómo explotarlas. Para asegurar este beneficio se requerirá investigación y desarrollo. Se requerirán nuevas aptitudes para desarrollar suministros de materias primas secundarias, desatascar las cadenas de suministro, optimizar los controles de precios y entregar los componentes clave a tiempo, con las especificaciones y el presupuesto.

Esta labor se basará en los importantes conocimientos y técnicas desarrollados en el manejo, la aplicación y el funcionamiento de los diferentes sistemas de gestión de desechos y recuperación de recursos. Los conocimientos y aptitudes adquiridos allanarán el camino para seguir desarrollando el potencial del sector de la gestión de desechos.

La innovación será necesaria, en particular, para mejorar la eficiencia de la recuperación y la calidad de los bienes proporcionados por el sector de la gestión de desechos y para trabajar con empresas pioneras que adopten el modelo empresarial de economía circular. Será necesario seguir trabajando en el sector para optimizar las oportunidades similares a las de la labor de recuperación y reutilización de textiles emprendida por la ISWA.

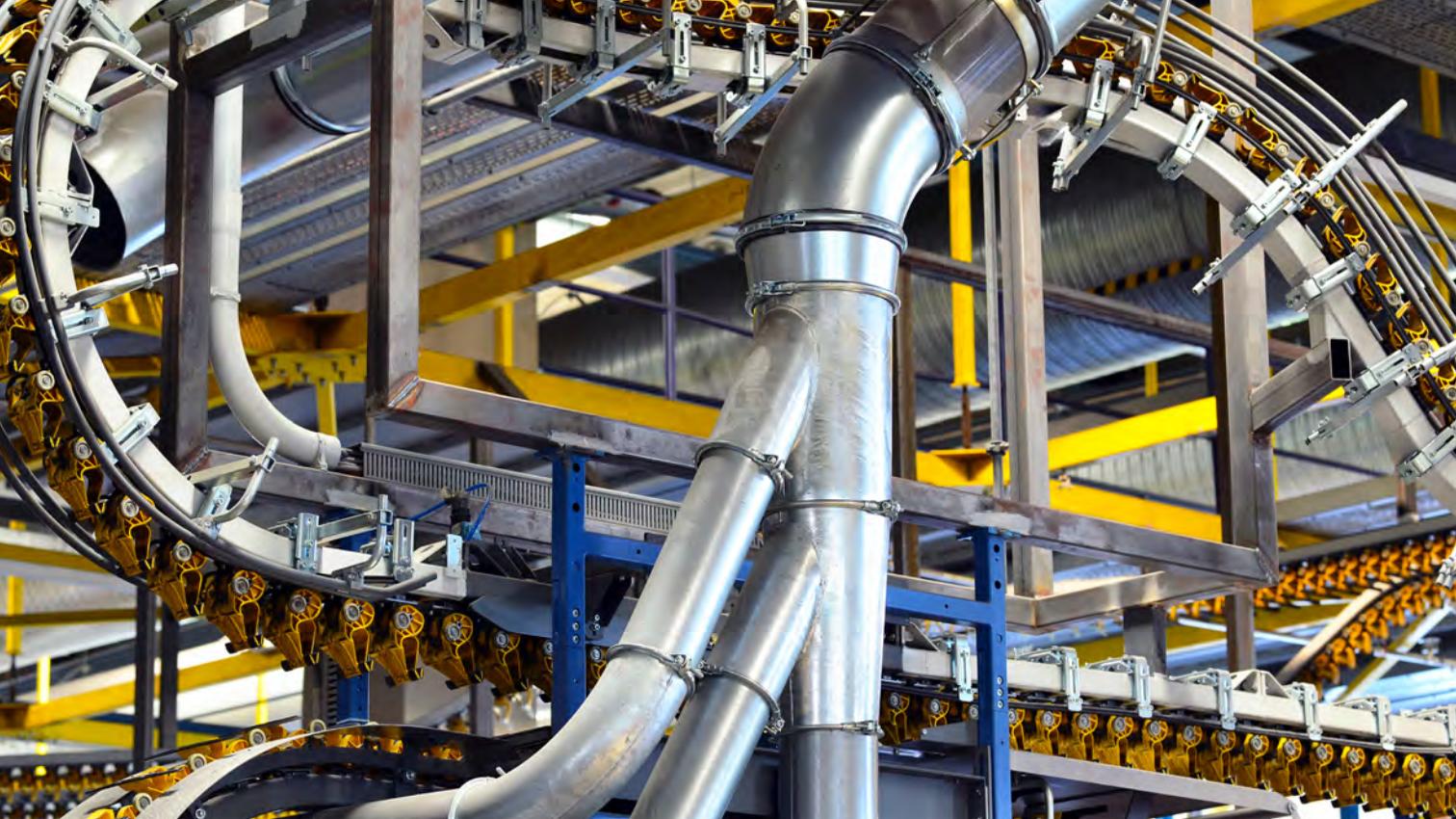
Ampliación de la oferta actual de bienes por parte del sector de la gestión de desechos

Existe una variabilidad significativa en la recuperación de materias primas secundarias entre los diferentes materiales. Es sorprendente que para varios materiales las tasas de reciclaje son bastante bajas o prácticamente nulas. Un ejemplo de ello es el polipropileno (PP), uno de los polímeros mundiales más utilizados. Incluso las tasas de reciclaje más eficaces no son tan altas como podrían ser, como el papel, que alcanza tasas de alrededor del 58%. Los productos químicos de alto valor basados en la biotecnología pueden procesarse a partir de residuos orgánicos, pero todavía no son comercialmente viables. La entrega potencial de materia de carbono, nutrientes y desechos a la energía es significativamente mayor que los niveles actualmente alcanzados. La brecha entre el suministro actual de energía y el carbono y los nutrientes de los desechos, en comparación con las corrientes de desechos disponibles, presenta grandes oportunidades comerciales. Es necesario establecer nuevas asociaciones con los principales fabricantes para asegurar esas oportunidades y compartir los riesgos comerciales. Las oportunidades económicas para que los pioneros se aseguren la materia prima y desplacen a los proveedores de materias primas primarias son considerables.

Tecnología y diseño de materiales

Una esfera muy importante para la innovación es la mejora de la calidad de los bienes secundarios, de modo que sean de una calidad comparable a la de la materia prima primaria. La calidad alcanzada se determinará en cada paso, desde el diseño del producto original hasta su transformación en un material reciclable, nutriente, materia prima química, energía o combustible. Si, por ejemplo, el producto original implica la mezcla de diferentes materiales, entonces la calidad alcanzable a través del reciclaje ya está comprometida o al menos cuestionada desde el principio. Los primeros pioneros empresariales de la economía circular ya están realizando investigaciones para, por ejemplo, sustituir los productos químicos peligrosos en los materiales de revestimiento de suelos o para comprender los niveles de tolerancia de la contaminación metálica en el aluminio recuperado. La industria de los desechos debe formar parte de esos procesos y convertirse en el proveedor preferido en el proceso de recuperación.

En el caso de los desechos orgánicos, es necesario mejorar las tecnologías de procesamiento para reducir la contaminación en el compost y el digestato. También es fundamental realizar importantes actividades de investigación y desarrollo para mejorar el preprocesamiento, a fin de convertir eficazmente los desechos orgánicos en productos químicos ecológicos, de modo que se puedan obtener productos de mayor valor a partir de materiales orgánicos.



Por lo tanto, el sector de la gestión de desechos debe desarrollar, probar y comercializar nuevas tecnologías junto con el sector empresarial químico y petroquímico, de modo que sea posible maximizar la calidad y, por lo tanto, el valor de todos los bienes secundarios en cada etapa, desde la recogida hasta el reciclaje.

Para apoyar la innovación en la fase de diseño, es necesario desarrollar nuevas plataformas que faciliten la interacción de los profesionales de los desechos con los diseñadores y fabricantes, para encontrar nuevas soluciones para la fabricación de productos teniendo en cuenta la gestión sostenible de los materiales. Los avances tecnológicos en los nuevos procesos de diseño para la fabricación de materiales y productos (estructura y tipos de materiales utilizados) tienen una influencia clave en su capacidad de reciclaje. El sector de la gestión de desechos no sólo debe ser más innovador en lo que respecta a las tecnologías para mejorar la extraíbilidad y la calidad de las materias secundarias, el carbono, los nutrientes y la energía de los desechos, sino también en lo que respecta a la forma en que el sector coopera con otros agentes de la cadena de valor.

Los socios clave en este proceso serán organizaciones como la Asociación Europea de Innovación en Materias Primas (Recursos), que tiene como objetivo establecer 5 nuevas fuentes secundarias de materias primas, financiar 64 nuevas empresas de nueva creación y optimizar el reciclaje y las cadenas de materiales para los productos al final de su vida útil. En los EE.UU. el Instituto de Materias Primas Críticas del Laboratorio Ames

es pionero en nuevas técnicas de reciclaje de tierras raras de la vieja electrónica. ISWA tiene un papel crítico en la difusión de conocimientos para asegurar que en toda la industria mundial de los residuos se aprendan las lecciones clave y se aceleren los procesos de recuperación y se minimicen los residuos que van a parar a los vertederos.

Se están formando nuevas plataformas para reunir a todos los actores clave

La 42ª Cumbre del G7, celebrada en junio de 2015, identificó y abordó la eficiencia de los recursos como una cuestión clave. El resultado fue el establecimiento de una Alianza del G7 sobre la eficiencia de los recursos. La alianza tiene por objeto proporcionar un foro para intercambiar y promover las mejores prácticas y fomentar la innovación junto con las empresas (Business 7) y otros interesados, incluidos el sector público, las instituciones de investigación, los círculos académicos, los consumidores y la sociedad civil. La Alianza del G7 para el Aprovechamiento Eficiente de los Recursos tiene por objeto promover un intercambio de conceptos sobre la forma de abordar los retos del aprovechamiento eficaz de los recursos, compartir las mejores prácticas y experiencias y crear redes de información.

La Fundación Ellen MacArthur CE 100, en la que 90 empresas (incluidas empresas de gestión de residuos) trabajan juntas a lo largo de la cadena de intercambio de valor para encontrar soluciones que aceleren la transición a una economía circular.

La tecnología de la información para la gestión de los recursos

Los nuevos avances de la tecnología de la información ofrecen oportunidades al sector de la gestión de desechos para acceder a datos y comunicaciones precisos en tiempo real sobre las corrientes de materiales secundarios, los precios de las materias primas y secundarias y la demanda del mercado. Innovaciones como la red inteligente para la industria de suministro eléctrico deben reflejarse en la industria de los residuos. Los sistemas de datos en tiempo real están surgiendo en Corea, Australia, Japón y en toda la Unión Europea. Los datos son fundamentales para maximizar la gestión de los recursos y para argumentar económicamente a favor de un mayor desarrollo y de nuevas inversiones. Esos sistemas deben ser internacionales en su aplicación y requerirán asociaciones comerciales públicas y privadas para tener éxito. Es necesario que esos sistemas de datos apoyen la aparición de mercados de productos básicos para las materias primas secundarias.

Desarrollo de negocios y mercados

El sector de la gestión de desechos necesita un enfoque multidisciplinario para encontrar nuevas soluciones y superar las barreras comerciales y de mercado. El sector también necesita transferir y desarrollar nuevas aptitudes, para optimizar los procedimientos operativos y las condiciones del mercado. Esto puede lograrse mediante el desarrollo de sinergias y asociaciones comerciales con otras industrias conexas (por ejemplo, la química) y la colaboración más estrecha con economistas y expertos en comercialización. Se necesitan nuevos modelos comerciales, por ejemplo, la ubicación conjunta de plantas de procesamiento de desechos que traten diferentes fracciones de desechos o junto con operaciones de biorrefinería más sofisticadas, para reducir los costos de capital y operacionales. También es necesario introducir cambios en la infraestructura de fabricación y procesamiento para que los materiales puedan salir de los ciclos de desechos y pasar a otros ciclos de procesamiento de materiales.

Se requiere una nueva mentalidad empresarial para respaldar este papel de la industria en el suministro de materias primas secundarias prioritarias procedentes de desechos, al sector manufacturero.

Se necesitan avances en las ciencias sociales para mejorar la comprensión de los comportamientos de los consumidores y la forma de colocar los materiales secundarios de manera que se valoren junto con los materiales primarios. El compost pone de manifiesto la necesidad de desarrollar el mercado. En algunos casos, el abono y el digestato pueden ser regalados gratuitamente. Esto ocurre generalmente cuando los gerentes de las plantas de compost no comprenden las necesidades de los diversos mercados potenciales a los que pueden servir.

Comunicación profesional

La comunicación será una habilidad clave para el sector mientras intentamos explicar nuestro papel a todos los actores clave. Esto es crucial ya que trabajamos con diferentes culturas para explicar nuestros conceptos, ideas o acciones. En el trato con el público, debemos entender la mejor manera de entregar nuestro mensaje.



Los desafíos del reciclaje del polipropileno: Un caso de primera clase para la innovación.

El polipropileno (PP) es abundante. En la actualidad, el PP representa alrededor de una cuarta parte de la producción mundial actual de plásticos y se prevé que la demanda mundial general siga creciendo. El PP se utiliza en muchas y diversas aplicaciones en una serie de sectores diferentes, como el del embalaje, los componentes de automoción, el equipo eléctrico y electrónico, la construcción y la edificación. Sin embargo, debido a la convergencia de muchos desafíos (técnicos, económicos y ambientales), sólo se recicla un nivel muy bajo.

No se dispone de datos sobre cuán bajo es el nivel real, lo que demuestra la falta de información fiable y ampliamente disponible, lo que constituye un desafío en sí mismo. En Europa se estima que el 15% del PP que surge se recoge para su reciclaje y el 36% para la recuperación de energía. La innovación y los desarrollos para asegurar que el PP pueda ser reciclado de manera viable en un futuro próximo son esenciales, para evitar que continúen las grandes pérdidas de volumen de este material y del aceite virgen utilizado en su fabricación.



Desafíos

- Altos costos de transporte para la recolección, debido al alto volumen en comparación con el peso. Esto es particularmente un problema cuando el PP es una parte menor de un producto.
- El PP es muy difícil de identificar y de separar mecánicamente de otros polímeros, debido a que está mezclado con otros polímeros, o con diferentes grados del mismo polímero o con diferentes colores. El PP de grado alimenticio y el PP negro, por ejemplo, aún no pueden clasificarse con la tecnología de clasificación actual.
- Existen numerosas barreras técnicas que limitan la recuperación mecánica, como las incompatibilidades con otros polímeros (como los diferentes puntos de fusión), las limitaciones de la recogida mixta, la contaminación (sustancias peligrosas, alimentos, aceites, adhesivos, etc.), la degradación a lo largo de su ciclo de vida, el peso ligero.
- Se necesita tecnología avanzada, lo que significa altos costos de inversión para la clasificación y el reciclaje y se necesitan grandes volúmenes de material para ser rentables.
- Percepción de baja calidad que afecta al desarrollo del reciclaje del PP. No hay normas mundialmente aceptadas para el PP reciclado. Esto reduce la confianza en los materiales reciclados y aumenta los costos de transacción.
- Falta de información y datos sobre los niveles y precios del comercio del PP reciclado, falta de transparencia en los precios, competencia directa con el PP virgen.
- Precios inestables y volátiles. El precio está relacionado con los plásticos vírgenes, más que con el costo de producción. Para todos los polímeros plásticos, el precio está vinculado al petróleo.



Se necesita innovación y desarrollo

- Innovación en la estructura y el tipo de materiales utilizados en la fabricación y cómo pueden ser desmontados.
- Innovación en la logística de recogida, clasificación y tecnologías de procesamiento (por ejemplo, para distinguir entre plásticos aptos para alimentos y no aptos para alimentos y PP negro) y lograr economías de escala efectivas.
- Innovación en los procesos de selección y producción de insumos (materiales y aditivos), de manera que los polímeros simples limpios puedan ser separados más fácilmente.
- Avances técnicos en el reciclado de materias primas para polímeros contaminados o contaminados.
- Financiación accesible de las inversiones.
- Innovación para mejorar la calidad. Establecimiento de normas y pruebas de calidad ampliamente aceptadas. Mejor información sobre el PP reciclado.
- Mejoras en: datos sobre flujos de materiales, información sobre proveedores y compradores, organización de proveedores, calidad, transparencia de precios y condiciones comerciales.
- Incentivos para utilizar materias primas secundarias en lugar de material virgen en la producción.
- Mejor comprensión y gestión de los riesgos de la volatilidad de los precios.

Mercados para materiales

Los argumentos ambientales y económicos para utilizar materias primas secundarias son extremadamente fuertes, pero todavía no existen mecanismos de mercado maduros que apoyen ese cambio.

En un mercado maduro los participantes pueden esperar: comprar y vender materiales sin necesidad de verlos; transparencia de precios; bajos costos de transacción; certidumbre normativa; y disponer de datos y sistemas de información computarizados para apuntalar ese mercado.

Los mercados de productos básicos de materias primas secundarias están en su mayor parte inmaduros y carecen de: normas mundiales acordadas; procesos eficaces de gestión de controversias; corrientes de datos e información sobre las materias primas secundarias; y estrategias eficaces de gestión de los riesgos de los precios. Esos mercados inmaduros no son lugares en los que los participantes tengan confianza para comprar sin ver los materiales o sin tener una estrecha relación de trabajo con el vendedor. Al sector de la gestión de desechos le interesa ser pionero en los mercados maduros de materias primas secundarias y aprender de ejemplos eficaces como el Mercado de Metales de Londres para la chatarra.

Factores de mercado en los que puede influir el sector de la gestión de desechos

Entrega de bienes secundarios al mercado

Para ser un importante creador de mercado, el sector primero tiene que ser capaz de cumplir. El sector de la gestión de desechos debe entregar las materias primas recicladas y secundarias en el lugar y el momento adecuados (teniendo en cuenta el carácter mundial del mercado), con la consistencia en la calidad y la cantidad que exige el mercado.

Esto puede lograrse mejor, por ejemplo, mejorando la organización y la cooperación entre los agentes de la cadena de suministro y disponiendo de datos de fácil acceso y en tiempo real sobre la disponibilidad de proveedores y materiales.

Las barreras del mercado

El sector de la gestión de desechos debe optimizar su posición en el mercado reduciendo los costos de búsqueda y transacción para que los proveedores de materiales de desecho encuentren recicladores y viceversa. Los costos de transacción pueden reducirse si se dispone de información y datos fácilmente disponibles que puedan compartirse entre compradores y

vendedores; una mejor organización y cooperación entre los proveedores de materiales similares; y la garantía de calidad mediante métodos de prueba acordados. Una debilidad del mercado es que no tiene en cuenta las externalidades. Los diseñadores no están sometidos a ninguna presión económica en la selección de materiales y compuestos para considerar los costos al final de la vida útil para recuperar las materias primas que contienen sus productos. El aumento de los costos de recuperación se transmite simplemente a la sociedad y/o al sector de la gestión de desechos. Sus decisiones pueden hacer que la recuperación no sea económica. Este es el caso del polipropileno que se ha destacado anteriormente en este informe. Una cooperación más estrecha del sector de la gestión de desechos con los diseñadores y productores puede ayudar a sensibilizar a la opinión pública y a encontrar soluciones a esos problemas.

Condiciones del comercio

Las condiciones comerciales justas son importantes para apoyar y desarrollar los mercados de materiales secundarios. Si existen mecanismos para instaurar la confianza y la transparencia de los precios, éstos pueden crear una oportunidad para la compra y la venta de materiales sin ser vistos. Esos mecanismos incluyen la garantía de calidad mediante métodos de ensayo y evaluaciones de impacto ambiental acordados, la elaboración de contratos normalizados y mecanismos de solución de controversias.



Se necesitan garantías de calidad y normas de calidad comunes

Muchas de las cuestiones que conducen a un mal funcionamiento del mercado de materiales secundarios se relacionan con la calidad. Las normas de calidad ya existen en muchas formas y a muchos niveles, pero no se traducen necesariamente en una reducción de los costos de transacción para los compradores. Existe una amplia variedad de oportunidades para que los materiales secundarios se utilicen en la producción. Esto da lugar a una considerable variación en las exigencias de calidad.

Cuando un bien entregado por el sector de la gestión de desechos se presenta más o menos como un producto acabado, las normas y las calidades pueden ser muy útiles y pueden ser necesarias, por ejemplo, las calidades del compost. Sin embargo, el establecimiento de normas de calidad establecidas, criterios de fin de los desechos o grados para los materiales secundarios también puede limitar el uso y la aplicación potenciales de los recursos secundarios, como los plásticos y los metales. En esos casos, la definición de la calidad de un material secundario y las medidas sobre la forma de probarlo permiten una mayor diversidad de aplicación que el establecimiento de grados o criterios fijos.

La volatilidad de los precios es un factor de mercado en el que el sector de la gestión de desechos no puede realmente influir

Los precios de las materias primas primarias fluctuarán naturalmente en los mercados de productos básicos maduros. Esos mercados han creado mecanismos para compartir los riesgos asociados. Los mercados de productos básicos para las materias primas secundarias siguen desarrollándose y actualmente carecen (excepto para la chatarra) de los mismos mecanismos.

Aunque las fluctuaciones de precios están fuera del control del sector de la gestión de los desechos, se pueden establecer algunos mecanismos para ayudar a hacerles frente.

La volatilidad de los precios observada por los materiales vírgenes

El precio de los bienes proporcionados por el sector de la gestión de desechos está determinado en gran medida por el precio del material virgen al que sustituye, que está sujeto a la volatilidad de los precios. La volatilidad de los precios de muchos materiales vírgenes está fuertemente influenciada por el precio del gas natural y el petróleo, la capacidad de producción disponible en relación con la demanda y las condiciones económicas generales. Esta volatilidad de los precios es un reto que el sector de la gestión de desechos

debe afrontar, de manera muy similar a la de los mercados de productos básicos. La cobertura se utiliza para reducir cualquier pérdida sustancial que sufra un individuo o una organización para hacer frente a la fluctuación de los precios a largo plazo. Un proveedor, por ejemplo, puede vender contratos de futuros basados en el material que puede ser entregado a un precio acordado en lugar del precio de mercado en el momento en que el material está listo para ser entregado. La diversificación y también la creación de reservas de seguridad o la acumulación de existencias son también medidas que las empresas pueden utilizar para hacer frente a la volatilidad de los precios.

La volatilidad de los precios de los materiales secundarios por encima de la observada en sus sustitutos vírgenes

La volatilidad de los precios de los materiales reciclables es generalmente mayor que las fluctuaciones de los precios de los materiales vírgenes que son sustitutos cercanos. Las razones de esto no están claras, algunas de las razones propuestas lo están:

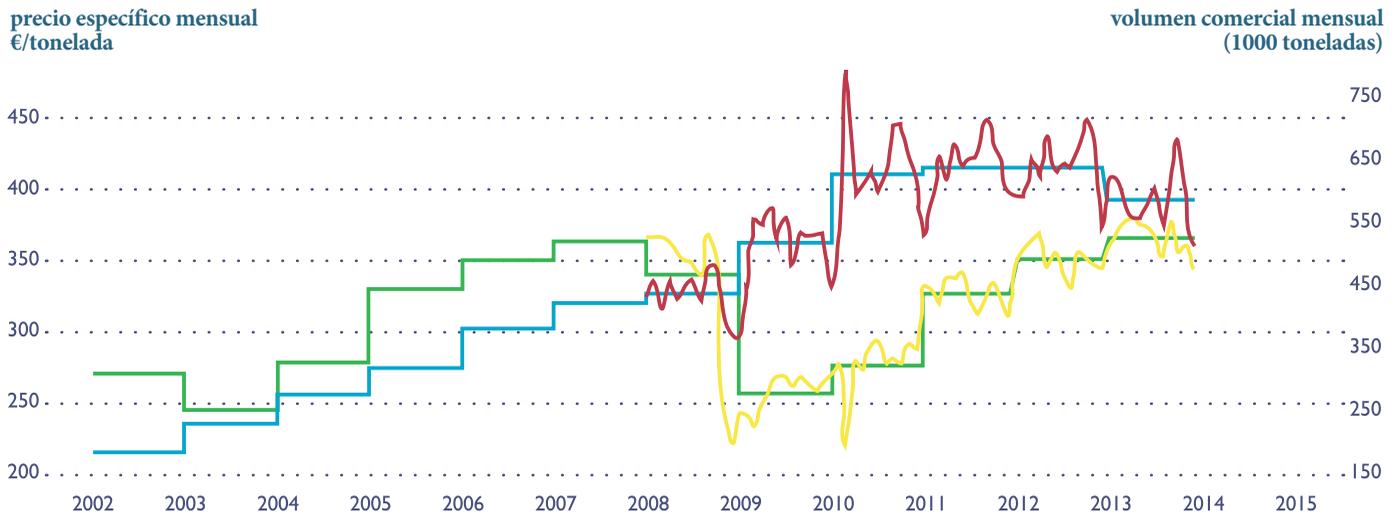
- Los grados mixtos (heterogeneidad) de los materiales secundarios frente a los materiales homogéneos o de alta calidad tienden a estar más sujetos a las fluctuaciones. Cuanto menos sustituible sea su alternativa primaria, más probable será la fluctuación;
- consecuencia de las barreras y fallos del mercado;
- las materias secundarias se demandan sobre todo cuando hay una falta de oferta de la materia prima primaria que está sustituyendo, por lo que las fluctuaciones de los precios de las materias primas tienen una mayor influencia en los precios de las materias secundarias; y
- debido a la especulación, los inversores intentan sacar provecho de las fluctuaciones del valor de mercado.

La volatilidad de los precios se reducirá en relación con las materias primas primarias a medida que los mercados confíen en que se han abordado eficazmente los riesgos percibidos y reales de la utilización de las materias primas secundarias. Por consiguiente, interesa a la industria de los desechos desarrollar mercados eficaces de productos básicos para las principales materias primas secundarias, incluso si en los primeros años esos mercados no logran cubrir sus gastos de funcionamiento. Sólo cuando se aborden los precios de los materiales secundarios y las incertidumbres del mercado, los inversionistas estarán dispuestos a financiar nuevas plantas de clasificación y elaboración, que mejoren el acceso a los mercados de materiales secundarios y su desarrollo.

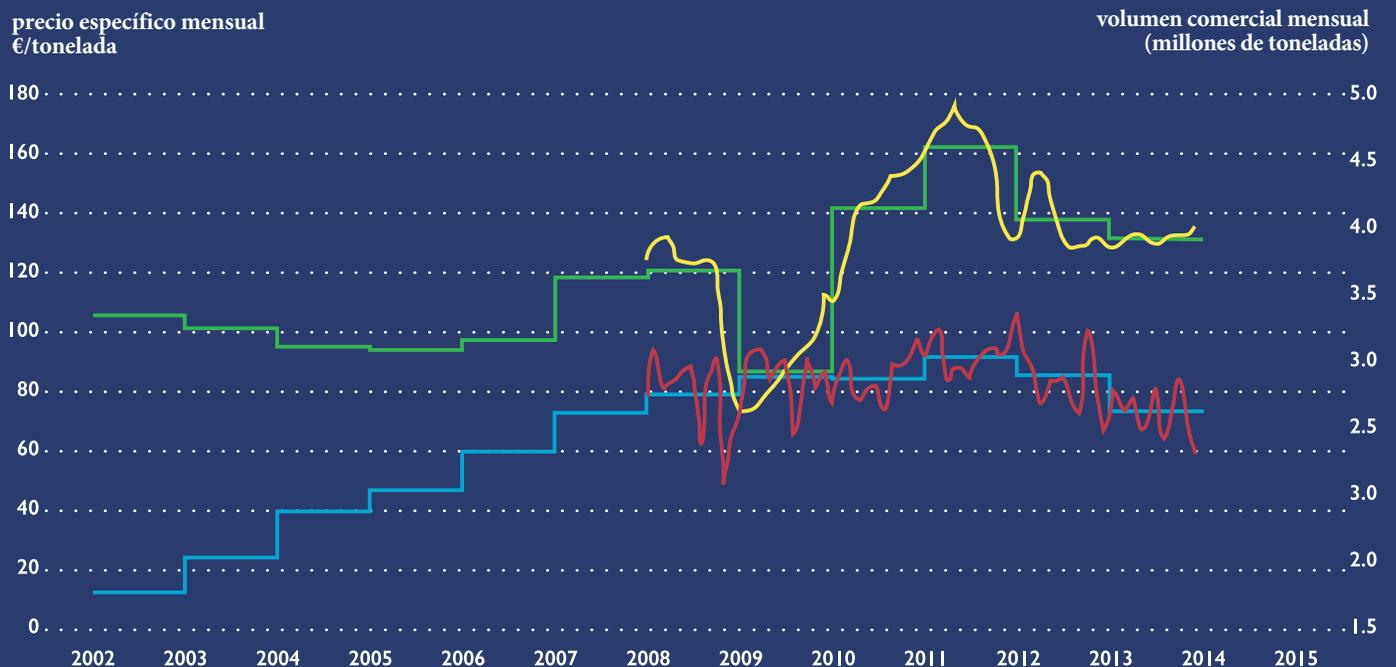
Fig. 8 | Fluctuaciones de los precios de los materiales secundarios en la UE-28

Se suelen observar fluctuaciones en los precios de los materiales secundarios. Los indicadores de precios que se muestran aquí son promedios de todos los grados, por lo que no reflejan las fluctuaciones de los grados individuales de los materiales secundarios

Plástico



Papel





Vidrio

precio específico mensual
€/tonelada

volumen comercial mensual
1000 toneladas



— precio: anual (promedio de los precios mensuales) — volumen: mensual
— volumen: anual (promedio del volumen mensual) — precio: mensual

Políticas para la gestión de los recursos

La política actual de los países de la OCDE se ha concentrado en alejar las materias primas secundarias (residuos) de los vertederos y llevarlas a la recuperación por razones principalmente ambientales. Las políticas fiscales han tenido éxito en el apoyo a este proceso, pero se ha prestado muy poco apoyo para aumentar la demanda de materiales recuperados. El éxito de los países que han alcanzado menos del 5% de desechos en los vertederos ha dependido casi totalmente de los desechos para obtener energía (desplazando los combustibles fósiles) o mediante el establecimiento de nuevas corrientes de exportación de materias primas secundarias. El principio de proximidad ha sido anulado para tales materiales derivados de residuos recuperados.

La innovación en materia de nuevas tecnologías de recuperación y reutilización está en pleno desarrollo, pero en muchos países se ve frenada por los "obstáculos" incorporados en la actual legislación sobre desechos y responsabilidad del productor. En Europa, la escala que ofrece el mercado único no se ha aprovechado al máximo para los recursos procedentes de los desechos. Los 28 Estados miembros de la UE siguen organizando sus flujos de residuos a lo largo de 28 infraestructuras de gestión de residuos separadas (y a menudo más debido a la variación regional).

En los EE.UU. la necesidad de una legislación de gestión de materiales que ponga las materias primas primarias y secundarias en igualdad de condiciones ya se reconoció en 2003, pero todavía se ha hecho poco. Sólo en Japón vemos evidencia de un sistema cerrado en funcionamiento donde se cotizan niveles de reciclaje del 98% de los metales, el 89% de los materiales de los artículos eléctricos y el 5% de los residuos a los vertederos.

Incluso cuando se producen materiales recuperados de buena calidad (como materiales orgánicos para sustituir los fertilizantes) no alcanzan precios equivalentes en el mercado en comparación con los productos que tratan de sustituir. Este fracaso de la política se pone de manifiesto cuando los precios del mercado de productos básicos están bajando y la demanda se reduce. Como consecuencia de ello, sin apoyo político, la recién creada infraestructura de reciclado y recuperación se considera ahora en peligro.

Sin estos mecanismos, la demanda del mercado no es actualmente lo suficientemente fuerte como para elevar los niveles de reciclado, en el caso de la mayoría de los materiales, hasta el punto de que los materiales secundarios se conviertan en los principales materiales prioritarios capaces de sustituir a las materias primas primarias en los procesos de fabricación.

A largo plazo, la internalización del impacto ambiental y climático del uso de materias primas vírgenes en los costos de producción y la eliminación de los subsidios a la producción y el consumo de combustibles fósiles son los motores más potentes para el reciclaje. Sin embargo, estos cambios llevarán tiempo. Por lo tanto, mientras tanto, para apoyar el desarrollo de la gestión sostenible de los recursos se necesitan impulsores de políticas como los establecidos en China para reducir el IVA sobre las materias primas secundarias.

Ha llegado el momento de centrar la atención en un cambio de política destinado a producir reglamentos de gestión de materiales. Estas reglamentaciones deben tener por objeto desarrollar un campo de juego uniforme para el comercio de las materias primas primarias y secundarias en el que se reconozca plenamente el valor económico real de las materias primas secundarias. Los mercados decidirán entonces el equilibrio entre las materias primas primarias y secundarias utilizadas por los fabricantes y entre los volúmenes utilizados para la fabricación y la producción de energía.



Las políticas de creación de demanda son cruciales para el futuro de la gestión de recursos y la economía circular y para evitar que los materiales busquen mercados, lo que podría dar lugar a un reciclaje de bajo valor y a un sector de gestión de desechos que lucha por rentabilizar la inversión en actividades de recuperación de materiales.

El crecimiento de la demanda del mercado aumentará el valor de los materiales recuperados, así como los márgenes de beneficio. La atracción del mercado también podría impulsar la investigación y el desarrollo centrados en el cliente, apoyando el desarrollo de materiales secundarios solicitados por el mercado y la economía circular.

Tanto las políticas de "empujar y tirar" tienen un lugar en la transición hacia una economía circular. Las políticas de fomento de la oferta pueden considerarse medidas intermedias para impulsar las corrientes circulares de materiales aumentando la oferta de materiales recuperados. Esas políticas podrán eliminarse gradualmente más adelante, una vez que se haya establecido la demanda del mercado de materiales secundarios. Un ejemplo de un mecanismo predominantemente de empuje en el que también se consideran los mecanismos de tracción se esboza a continuación para la ciudad de Milán, convirtiendo los residuos de alimentos en abono, electricidad y calor.

Fig. 9 | Instrumentos de política para la gestión sostenible de los desechos



Políticas de empuje

Políticas para empujar los materiales recuperados al mercado:

- Los objetivos de desvío de vertederos o las prohibiciones de vertido de residuos orgánicos, flujos de material reciclable y residuos combustibles.
- Impuesto de Vertederos para fomentar opciones de tratamiento alternativo como la recuperación de energía o el reciclaje.
- Impuesto de Incineración para fomentar el reciclaje por encima de la incineración.
- Objetivos de reciclaje y recuperación para flujos de residuos específicos.
- El contaminador paga las políticas, como la Responsabilidad Extendida del Productor (RPE).
- Esas políticas hacen responsables a los productores e importadores del final de la vida útil de los materiales comercializados y pueden contribuir a internalizar los costos externos que entraña la recuperación de las materias primas secundarias, como los derivados de la mayor complejidad de los productos.



Políticas de tiraje

Políticas que ayuden a crear una demanda de mercado para los materiales secundarios:

- Impuestos ecológicos (eco-impuestos) sobre el consumo y la producción, por ejemplo, los impuestos sobre las bolsas de plástico, los embalajes.
- Fondos para apoyar el desempeño ambiental. Por ejemplo, la Comisión Europea Eco-Innovación, que tiene uno de los objetivos de fomentar el diseño de productos innovadores utilizando material reciclado y facilitar el reciclaje de materiales.
- Contratación pública ecológica: las autoridades públicas se encargan de adquirir bienes producidos a partir de materias primas secundarias o con una cierta fracción de ellas.
- El objetivo de la industria es utilizar los materiales recuperados en la producción y la fabricación.
- Cambios fiscales innovadores para impulsar el cambio de comportamiento, como reducciones del IVA o créditos fiscales para las materias primas secundarias, los productos reciclados o la depreciación acelerada de los activos adquiridos para la reutilización del reciclado de los materiales de desecho. Actualmente existen ejemplos mundiales en China, Corea, México y los EE.UU.
- El sector de los desechos que se dedica a la prevención de los desechos y los nuevos modelos comerciales circulares, por ejemplo, en los que las empresas ofrecen productos como servicios con el fin de conservar la propiedad e internalizar los beneficios de la productividad de los recursos circulares

Estudio de caso - Milán, Italia: Entrega de abono y energía a partir de residuos orgánicos



Ubicación
Milán, Italia.



Cuando la operación comenzó
En noviembre de 2012 la ciudad comenzó a recoger los residuos de alimentos de las viviendas.



Bueno siempre y cuando
Compostaje, electricidad y calor del tratamiento de los residuos orgánicos. A partir de 2015 también se producirá biometano.



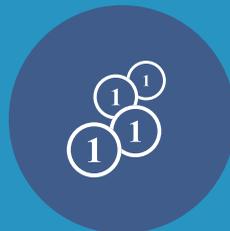
Cantidad de residuos tratados
En junio de 2014, el plan se había puesto en marcha con éxito para cubrir el 100% de la población de Milán. Todos los residuos de alimentos residenciales y comerciales de la ciudad se recogen ahora por separado, lo que hace que se desvíen 120.000 toneladas de residuos orgánicos al año de los vertederos.



El volumen de la producción de bienes
Milán trata 120.000 toneladas de residuos orgánicos al año, generando 5,4 MW de energía. La instalación de digestión anaeróbica trata 285.000 toneladas en total, generando 12,8 MW de electricidad. Casi toda esa energía verde se utiliza para alimentar una planta de reprocesamiento de plástico cercana.



El volumen de la producción de bienes
Alrededor de 15.000 toneladas de abono de alta calidad se generan a partir de los residuos de alimentos de Milán y se venden para su uso en la agricultura.



El valor de mercado del bien
El abono se vende por 3-5 euros por tonelada.



Conductor para la actividad que se está llevando a cabo
Italia estableció un objetivo nacional de recuperación de material del 65% que debía cumplirse para 2012. La recolección y el tratamiento de los residuos de alimentos fue un paso importante que la ciudad dio para cumplir con este objetivo.



Las barreras que han sido superadas
El compost debe cumplir los criterios para ser vendido en Italia. La ciudad ha trabajado con la Asociación Italiana de Compost para asegurar que se produzca un compost de calidad.



Medidas que se han adoptado para mejorar el acceso a los mercados
La Asociación Italiana de Compostaje promueve la certificación de calidad de las plantas de compostaje para promover los mercados y garantizar al usuario final.



Evitar la eliminación en vertederos
120.000 toneladas.



Beneficios adicionales
La producción de abono a partir de residuos de alimentos ayuda a la ciudad a evitar las emisiones de metano y a cerrar el ciclo del carbono y los nutrientes. Se estima que se ahorran 8.760 t de CO₂/año debido a esta actividad.

Más lecturas

Tendencias e ideas emergentes

Hacia la economía circular

La Fundación Ellen MacArthur, Reino Unido, 2013

Informe EQUAL Laymans - Proyecto LIFE+
Agencia de Medio Ambiente, Reino Unido, 2015

Desvinculación 2: tecnologías, oportunidades y opciones de política

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2014

Documento de posición, más allá de la RCRA. Gestión de residuos y materiales en el año 2020
Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2003

Ciclos, bucles y cascadas

Fomento de la eficiencia de los recursos en Europa, Beasley, J. y Georgeson, R., 2014 Oficina Europea del Medio Ambiente (EEB), Bruselas

Hacia un marco sistematizado de indicadores de eficiencia de recursos.

Huysman, S., y otros, 2015
Recursos, conservación y reciclaje, 95, 68-76

Identificar nuevas tecnologías, productos y estrategias para el uso eficiente de los recursos. Química

Lang-Koetz, C., Pastewski, N. y Rohn, H., 2010
Ingeniería y Tecnología 33, 559-566

La cadena de la cascada: Una teoría y una herramienta para lograr la sostenibilidad de los recursos con aplicaciones para el diseño de productos.

Sirkin, T. y Houten, M. T., 1994
Recursos, conservación y reciclaje, 10, 213-276

Cerrando los bucles

Extendiendo los límites del reciclaje de papel: mejoras a lo largo de la cadena de valor del papel.

Blanco, A., Miranda, R., Monte, M.C., 2013
Sistemas forestales, 22(3), 471-483

Reciclar: Calidad, mercados, contenido y barreras. Análisis resumido de la investigación hasta la fecha - WR1211;
Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales, Reino Unido, 2011

Papel de desecho para el reciclaje: Visión general e identificación de sustancias potencialmente críticas.

Pivnenko, K.; Eriksson, E.; Astrup, T. F., 2015

Gestión de desechos, doi: 10.1016/j. Economía circular y cadenas mundiales de suministro de materiales secundarios.

Velis, C.A., 2015
Waste Management & Research, 33(5): 389-391

Carbono, Nutrientes y Suelo

Aplicación sostenible del compost en la agricultura.

Documento informativo de la Red Europea de Compostaje, 2010

El suelo es un recurso no renovable

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2015

La importancia de la materia orgánica del suelo: La clave para un suelo resistente a la sequía y la producción sostenida de alimentos

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2005

La bioeconomía hasta 2030: diseño de un programa de políticas Principales resultados y conclusiones de política

OCDE, 2009

Energía y combustibles

Directrices de ISWA: De los desechos a la energía en los países de ingresos bajos y medios ISWA, 2013.

Desperdiciar energía. Informe sobre el estado del arte. 6ª edición ISWA, 2012.

Desperdiciar energía para la calefacción del distrito. Enciclopedia de Ciencia y Tecnología de la Sostenibilidad.

Tobiasen, L y Kamuk, B, Ramboll 2012

Aumento de la recuperación de materiales - ¿Qué papel jugará la recuperación de energía?

Avfall Sverige, 2015. ISSN 1103-4092

Recursos y oportunidades

Estudio de alcance para identificar las posibles acciones de economía circular, los sectores prioritarios, las flotillas de materiales y las cadenas de valor. Comisión Europea, 2014

Mejora de los mercados de reciclaje. Informe de política de la OCDE
OECD, 2007

Gestión de Materiales Sostenibles: Aprovechar mejor los recursos OECD, 2012

Prevención de desechos, minimización de desechos y gestión de recursos
ISWA, 2011



Como parte de la labor del Grupo de Tareas para difundir los resultados de su labor se ha producido una serie de breves videoclips que están disponibles, además de los informes del Grupo de Tareas, en el sitio web de la ISWA.

Eventos del Grupo de Tareas

9 DE SEPTIEMBRE DE 2014
SAO PAULO, BRASIL

Sesión especial

Convocado por el Grupo de Tareas en el Congreso Mundial de ISWA de 2014

Oradores

Björn Appelqvist, Ciudad de Copenhague
David Beadle, Presidente de la CIMT
Peter Börkey, OCDE
Gary Crawford, Veolia
Antonis Mavropoulos, Presidente del STC de ISWA
Rodrigo Sabatini, Instituto de Basura Cero, Brasil
Costas Velis, Universidad de Leeds

8-9 JUN 2015
JOUY-LE-MOUTIER, FRANCE

Taller de expertos

Convocado por el Grupo de Tareas para intercambiar opiniones y examinar el contenido de los informes

Oradores

Björn Appelqvist, Ciudad de Copenhague
Andreas Bartl, Universidad Tecnológica de Viena
Martin Brocklehurst, KempleyGreen Consultores
Jane Gilbert, Carbon Clarity
Tore Hulgaard, Ramboll

8 SEPTIEMBRE 2015
ANVERS, BELGIQUE

Sesión especial

Convocado por el Grupo de Tareas en el Congreso Mundial de ISWA de 2015

Oradores y panelistas

Ana Loureiro, EGF (moderadora)
Björn Appelqvist, Ciudad de Copenhague
Martin Brocklehurst, KemplyGreen Consultores
Andreas Bartl, Universidad Tecnológica de Viena
Costas Velis, Universidad de Leeds
Jane Gilbert, Carbon Clarity
Tore Hulgaard, Ramboll
Elisa Tonda, PNUMA
Peter Börkey, OCDE
Gary Crawford, Veolia
David Newman, Presidente de ISWA
Antonis Mavropoulos, Presidente del STC de ISWA

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestra gratitud al Grupo de Referencia del Equipo de Tareas de Gestión de Recursos, al que se consultó continuamente y que proporcionó aportaciones y orientación a los informes. Los miembros del Grupo de Referencia fueron: Elisa Tonda (PNUMA DTIE), Heijo Scharf (Avfalzorg), Jean-Paul Leglise (ISWA), John Skinner (SWANA), Liazzat Rabbiosi (PNUMA DTIE), Patrick Dorvil (BEL), Peter Börkey (OCDE), Sarah Sanders Hewett (ERM), Tore Hulgaard (Rambøll). Además, quisiéramos agradecer a los miembros de la Junta de ISWA y a los miembros del Comité Científico y Técnico por sus contribuciones a los resultados del Grupo de Trabajo a través de sugerencias, comentarios escritos y en persona y la participación en las sesiones y talleres relacionados con el Grupo de Trabajo organizados en septiembre de 2014 en São Paulo (Congreso Mundial de ISWA 2014), en junio de 2015 en París (Taller del Grupo de Trabajo sobre Gestión de Recursos) y en Amberes (Congreso Mundial de ISWA 2015). Por último, quisiéramos dar las gracias a los diversos expertos y consultados que hicieron avanzar la calidad del informe con sus valiosas aportaciones.

Diseño y diagramación: Ana Loureiro y Deslink Design

Fotografías y gráficos: Las fotografías y los gráficos fueron proporcionados y desarrollados por Deslink Design utilizando los gráficos existentes con el permiso de los autores acreditados.



Miembros del grupo de trabajo de la ISWA sobre la gestión de los recursos

Björn Appelqvist
Presidente
Ciudad de Copenhague, Dinamarca

Ana Loureiro
EGF, Portugal

Andreas Bartl
Universidad Tecnológica de Viena,
Austria

Bettina Kamuk
Rambøll, Dinamarca

Costas Velis
Universidad de Leeds, Reino Unido

Gary Crawford
Veolia, Francia

Jane Gilbert
Carbon Clarity, Reino Unido

Martin Brocklehurst
La Institución Colegiada de Gestión de
Residuos, Reino Unido

Kata Tisza
Secretaría General de ISWA



Asociación Internacional de Residuos Sólidos
Auerspergstrasse 15, Top 41 1080
VIENA - AUSTRIA Teléfono +43 (1)
253 6001 Fax +43 (1) 253 6001 99
www.iswa.org iswa@iswa.org