



10

**CIRCULARIDAD ECONÓMICA  
DE LA EMPRESA GALLEGA**



# 10. CIRCULARIDAD ECONÓMICA DE LA EMPRESA GALLEGA

## 10.1. Introducción

Las políticas para impulsar una economía circular se han convertido en una prioridad política en Europa, especialmente desde la aprobación del Paquete de Economía Circular de la UE en el año 2015. Su impacto sobre las actividades empresariales es ya evidente a través de las diferentes regulaciones y limitaciones impuestas por objetivos europeos de obligado cumplimiento por parte de los diferentes estados miembros (tasas de reciclaje, normas de ecodiseño, desclasificación de residuos en subproductos, por citar tan sólo algunos). Y su impacto sobre las actividades empresariales lo será mucho más en el futuro a medida que se avance en la definición de nuevas normas y objetivos más ambiciosos para hacer más circular la economía de la Unión Europea.

No cabe duda que las políticas para la promoción de la economía circular no son una moda política pasajera, sino que será una prioridad política europea a medio y largo plazo. En particular, la Economía Circular es una de las tres medidas incluidas en la iniciativa "un nuevo impulso para el empleo, el crecimiento y la inversión", la que a su vez es una de las 10 prioridades e iniciativas del presidente Juncker en su hoja de ruta hacia el año 2025 (Comisión Europea, 2017). Dicho encuadramiento de la Economía Circular en el ámbito del crecimiento económico y la promoción del empleo, y no dentro de la política ambiental, puede darnos una idea de la magnitud de la importancia y efectos que esta nueva política tendrá sobre las actividades empresariales.

El objetivo de este capítulo es presentar por primera vez en la serie de publicaciones del Informe ARDÁN Galicia un análisis del grado de circularidad económica de las actividades empresariales. Debido a su carácter novedoso, este capítulo se estructurará del modo siguiente. En primer lugar, debemos contextualizar académica y políticamente los contenidos de este capítulo, comenzando como es lógico con una breve descripción del concepto de economía circular, en oposición a la idea de una economía lineal. A continuación, presentaremos los argumentos utilizados habitualmente para defender la necesidad de que la sociedad y en particular las empresas (en definitiva, nuestras economías) sean más circulares y menos lineales. Y finalmente, presentaremos brevemente las iniciativas políticas en Europa y España dentro del marco de la economía circular. Hecho lo anterior, abordaremos en la segunda parte de este capítulo el análisis del grado de circularidad de las actividades empresariales. Comenzando con una descripción de la metodología que hemos utilizado en nuestro análisis para a continuación presentar los resultados obtenidos.

## 10.2. ¿Qué es la Economía Circular?

El término “economía circular” (en inglés, Circular Economy) define un marco de relación entre el entorno natural (biomasa, características físico químicas del aire, suelo y el agua, clima, etc.) y el ámbito económico (actividades de producción y consumo) que tiene por finalidad reducir tanto la entrada de materiales en el sistema económico (p. ej. biomasa, minerales; denominados materiales vírgenes), como la salida de los mismos hacia el entorno natural (p. ej. residuos). Por tanto, el objetivo último de cualquier estrategia para impulsar la circularidad económica debe ser cerrar los «bucles» o flujos económicos y ecológicos de los recursos (Geng y Doberstein, 2008). Dicho de otro modo, minimizar el impacto de las actividades económicas sobre el medio natural, ya sea promoviendo la reutilización y reciclaje de recursos dentro del sistema económico (i.e. reduciendo la necesidad de introducir materiales vírgenes en el sistema), o devolviendo los materiales descartados (residuos) al sistema natural en un estado que permita su absorción sin generar contaminación o pérdida del capital natural.

El término “economía circular” comienza a ser acuñado a partir de la década de los 90 gracias a la obra de Pearce y Turner “Economía de los recursos materiales y medio ambiente” (Pearce y Turner, 1995). Entre otras cuestiones, este trabajo critica el modelo de “economía lineal” habitual y defienden el desarrollo de un nuevo enfoque que denominan de “economía circular”. El modelo económico lineal, basado en “coger, hacer, desechar” se fundamenta en la idea de tomar de la naturaleza elevados volúmenes y cantidades de recursos naturales vírgenes (p. ej. agua, energía, biomasa, otros recursos minerales) relativamente baratos y de fácil acceso. Por el contrario, un modelo de economía circular debe ser diseñado para ser “reparador y regenerativo, y pretende conseguir que los productos, componentes y recursos en general mantengan su utilidad y valor en todo momento, distinguiendo entre ciclos técnicos y biológicos” (Ellen MacArthur Foundation, 2015a).

Si bien el uso explícito del término “economía circular” puede datarse en los años 90, sus raíces pueden encontrarse en diferentes escuelas de pensamiento surgidas desde los años 70 y de las que queremos destacar las siguientes (Ellen MacArthur Foundation, 2015):

- El diseño regenerativo propuesto por el Profesor John T. Lyle y por el cual todos los sistemas podrían ser organizados de forma regenerativa creando de esta manera las bases del marco de la economía circular.
- La economía del rendimiento de Walter Shalter, quien propone una visión de la economía en la que predominan los procesos en bucle. Su visión de la economía circular como un marco general formando bucles descansa en cuatro objetivos principales: la extensión de la vida del producto, los bienes deben ser diseñados para ofrecer una larga duración, el fomento de las actividades de reacondicionamiento y la necesidad de actividades para la prevención de residuos.
- La filosofía “de la cuna a la cuna” de William McDonough y Michael Braungart. Su propuesta está basada en el metabolismo de la biosfera como prototipo para el desarrollo de los procesos industriales. Es decir, no existen residuos o “basura” dentro de los flujos productivos, sino que éstos deberían ser devueltos al sistema en forma de recursos. Dicho de otro modo, defiende el cierre completo de los ciclos materiales, lo cual generaría un impacto positivo en el sistema, distinguiendo para ello dos categorías principales: materiales técnicos y biológicos.
- La ecología industrial del Profesor Roland Clift y Thomas Graedel analiza los flujos de materiales a través de diferentes industrias con el objetivo de crear circuitos cerrados en los que no se produzcan desperdicios. Su finalidad es diseñar los procesos de producción como un sistema que se relaciona y tiene en cuenta las restricciones ecológicas. Basado en la idea de la restauración natural y por tanto la sostenibilidad de los sistemas industriales, el consumo de materias primas y energía debería reducirse a niveles tales que permita su reemplazo por parte de la biosfera, y que las emisiones de residuos se reduzcan hasta unos valores tales que la biosfera pueda asimilarlos.

Según el trabajo de la Fundación Ellen MacArthur “Hacia una economía circular: motivos económicos para una transición acelerada” (2012), referente en la promoción del concepto de Economía Circular en el marco político europeo, es posible identificar tres principios básicos de la economía circular, representados en la Figura 1:

## Representación de los "bucles" generadores de una economía circular

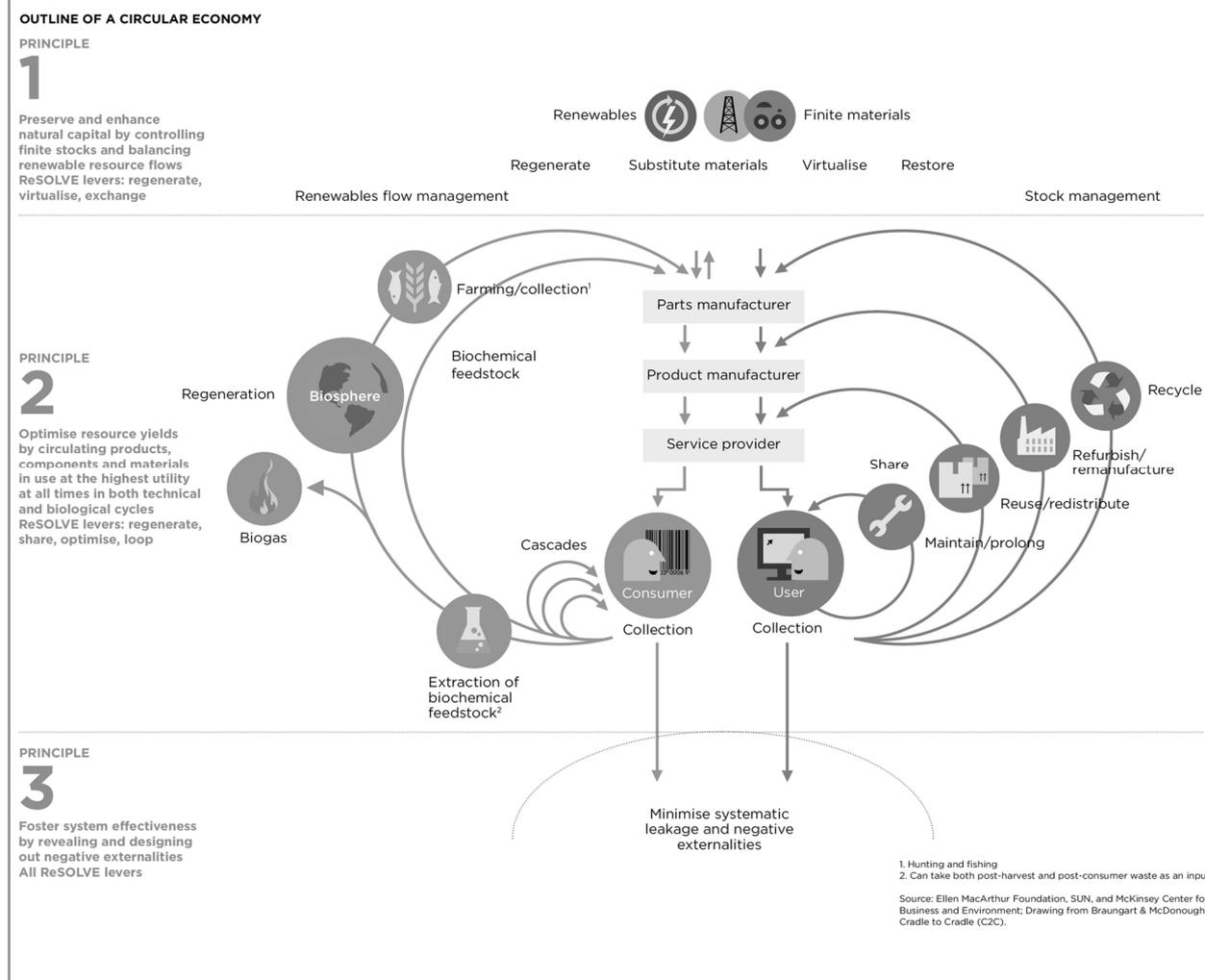


Figura 1. Fuente: Ellen MacArthur Foundation (2015b)

- Principio 1: Preservar y mejorar el capital natural controlando reservas finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables. Es decir, minimizar el consumo de materias primas vírgenes, sustituyéndolas por recursos renovables, y realizar un consumo de recursos renovables cuyo volumen sea compatible con su capacidad de regeneración natural.
- Principio 2: Optimizar los rendimientos de los recursos promoviendo los flujos circulares de productos, componentes y materiales para que sean empleados en el estado de máxima utilidad en todo momento, tanto en ciclos técnicos como biológicos (representados en la Figura 1 en su lado derecho e izquierdo, respectivamente). ¿Pero qué significado tiene la idea de emplear los recursos en su "estado de máxima utilidad en todo momento"? Pongamos un sencillo ejemplo referido a los ciclos técnicos. Una máquina industrial usada y descartada por una empresa podría ser reutilizada por otra empresa, con o sin reparación, prolongando así su vida útil en su "estado original", o por el contrario podría ser sometida a un proceso de remanufactura para a continuación ser puesta de nuevo en el mercado, o podría ser sometida a un proceso de reciclaje para aprovechar todos aquellos elementos que sean susceptibles de ser utilizados como inputs en otros procesos productivos (p. ej. metales). Cada uno de estos ciclos representa un valor de uso o "estado de utilidad" diferentes, desde el máximo valor representado por el primer ciclo (prolongación de la vida útil en su "estado original"), hasta el mínimo valor representado por los procesos de reciclaje.
- Principio 3: Promover la eficacia de los sistemas detectando y eliminando los efectos externos negativos (p. ej. contaminación, degradación ambiental). Este último principio, representado en la parte inferior de la Figura 1, tiene por objetivo minimizar el impacto negativo de los residuos, procurando que sean devueltos al medio natural en un estado que pueda ser reabsorbido y que por tanto pueda contribuir a preservar e incluso incrementar el capital natural.

Por tanto, "una economía circular es aquella que es restaurativa y regenerativa a propósito, y que persigue que los productos, componentes y materias mantengan su utilidad y valor máximos en todo momento, distinguiendo entre ciclos técnicos y biológicos. Este nuevo modelo económico trata en definitiva de desvincular el desarrollo económico global del consumo de recursos finitos. Una economía circular aborda los crecientes desafíos relacionados con los recursos a los que se enfrentan las empresas y las economías, y podría generar crecimiento, crear empleo y reducir los efectos medioambientales, incluidas las emisiones de carbono" (Ellen MacArthur, 2012).

## 10.3. ¿Por qué es necesario impulsar la Economía Circular?

Como ya hemos mencionado en la introducción a este capítulo, no cabe duda que estamos ante una prioridad política europea a medio y largo plazo. Dicha prioridad está fundamentada tanto en razones ambientales como estrictamente económicas, a cuyo análisis dedicaremos este epígrafe con el fin de dar respuesta a la pregunta ¿por qué es necesario impulsar la economía circular?

El desarrollo económico a lo largo del último siglo ha sido tremendamente intensivo en el consumo de los recursos naturales del planeta, como consecuencia fundamentalmente de la revolución industrial europea. A lo largo del siglo pasado, los seres humanos hemos multiplicado por un factor de 12 el consumo de combustibles fósiles, mientras que dicho factor es de 34 veces para el conjunto de recursos materiales (European Commission, 2011). Existe una evidente correlación positiva entre el grado de desarrollo económico alcanzado por un país y el volumen de su consumo de recursos. Por citar tan sólo algunos ejemplos, el consumo per cápita de energía de EE.UU fue de 265 GJ/cap en el año 2011 (GJ/cap representa Giga Julios de energía per cápita), frente a 103 GJ/cap en España o 62 GJ/cap en China (Wood et al., 2018). En el caso del consumo de materiales, las cifras son también elocuentes, mostrando un consumo de 26 ton/cap en EE.UU. (ton/cap representa toneladas per cápita), y 17 ton/cap aproximadamente en España y China. Estas últimas cifras referidas al consumo de materiales merecen un comentario adicional. Se debe tener en cuenta el papel jugado por China en el mercado internacional de bienes manufacturados, de tal manera que una parte creciente de su consumo de recursos tiene como destino los mercados de consumo de dichos bienes en los países desarrollados y por tanto deberían ser atribuidos dichos consumos de recursos a éstos últimos y no al país en el que se producen los bienes.

El resultado es un sistema industrial y de consumo que ha alcanzado un nivel de presión sobre los recursos ambientales (p. ej. biomasa, agua potable, recursos minerales y energéticos) que muchos analistas consideran insostenible a largo plazo, con problemas crecientes en el ámbito del cambio climático, la pérdida de biodiversidad, o el aumento de niveles de contaminación que afectan a la salud humana (p. ej. contaminación atmosférica, de suelos, de acuíferos). Efectos que se multiplican con el rápido crecimiento de la población mundial y el desarrollo de un proceso productivo lineal, produzco-consumo-desecho, en el cual la vida útil de muchos productos de consumo es cada vez menor (particularmente en el ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación).

Pero como ya hemos adelantado en la introducción, la Economía Circular forma parte de la estrategia de la Comisión Europea para impulsar el crecimiento económico y la promoción del empleo. Para entender este encuadramiento alejado de la política ambiental, nada mejor que revisar los principales mensajes difundidos por la Agencia Medioambiental Europea a través de la publicación dedicada a analizar las grandes mega tendencias globales (EEA, 2015), o "*Global Megatrends*" en terminología anglosajona.

Desde la entrada de China en la Organización Mundial del Comercio en diciembre de 2001, la tendencia hacia una creciente globalización se ha intensificado. El fuerte crecimiento experimentado por China desde entonces, con una economía enfocada hacia la exportación de productos manufactureros, junto al fuerte crecimiento de las cadenas de valor globales (debido a la creciente deslocalización y fragmentación internacional de los procesos productivos) ha generado como resultado lo que se ha dado en conocer como la "Fábrica Asia" (en terminología anglosajona "*Factory Asia*"; Masahisa y Nobuaki, 2016). El cambio desde un mundo unipolar, en el cual el crecimiento económico mundial pivotaba sobre las economías más desarrolladas (Norte América, Europa, Japón), hacia un mundo multipolar, donde el sudeste asiático es cada vez más importante para explicar la evolución económica mundial desde el comienzo de este nuevo siglo, ha convulsionado los mercados de materias primas (energía, biomasa y recursos minerales no energéticos).

¿Cuál es la razón de la creciente inestabilidad de los mercados de materias primas mundiales desde el año 2000? Fundamentalmente el cambio hacia un mundo multipolar en el cual el nuevo polo de crecimiento presenta un orden de magnitud o escala muy significativo para la economía mundial. Pongamos unos sencillos ejemplos. Si tenemos en cuenta que durante muchos años de la década del 2000 China mostró tasas de crecimiento económico cercanas al 10% anual, y que este país representa aproximadamente un quinto de la población mundial (1.300 millones de personas aproximadamente), significa que en poco más de 10 años un quinto de la población mundial ha doblado su nivel de renta y por tanto, su capacidad para consumir más bienes y servicios. El resultado ha sido una creciente intensificación de la competencia por los recursos naturales en los mercados internacionales, materializado en una creciente volatilidad en los precios. Como consecuencia, los precios de los bienes energéticos se multiplicaron por cuatro (300% de incremento) entre el año 2000 y 2008 (EEA, 2015), y el de los minerales metálicos lo hizo en más de un 200% (se multiplicó por tres), mientras la biomasa para usos alimenticios aumentó sus precios en más del doble (100% de incremento).

Como concluye el análisis de las mega tendencias globales publicado por la Agencia Medioambiental Europea, existen claros riesgos para Europa como consecuencia de la creciente competencia por los recursos: "la economía europea depende estructuralmente de los recursos importados. Las importaciones procedentes de fuera de la UE representaron el 58% del consumo de minerales metálicos y productos de la UE-27 en 2011 y el 57% de los materiales de energía fósil" (EEA, 2015). La creciente competencia mundial por los recursos, unido a nuestra elevada dependencia de las importaciones de éstos, hace que nuestras economías sean especialmente vulnerables a fuertes cambios en los precios internacionales, así como en la seguridad de suministro. En particular, los incrementos de precios de las materias primas importadas erosionan la capacidad para generar renta por parte de nuestras economías, pues ésta es el resultado de la capacidad de las empresas para generar valor económico, el cual no es más que la diferencia entre el valor de los bienes y servicios producidos menos el valor de las materias primas consumidas (consumos intermedios). Por tanto, frente a un incremento en los precios de las materias primas, la consecuencia inexorable es una caída en el valor añadido generado en los procesos productivos, o lo que es lo mismo, una reducción en la renta generada (tanto para los trabajadores como para los empresarios), lo cual nos empobrece reduciendo nuestra capacidad de consumo e inversión.

Siguiendo esta línea argumental, algunas estimaciones publicadas por la Comisión Europea (*European Commission*, 2014) defienden que, si somos capaces de impulsar la economía circular y lograr una reducción del consumo de materiales de entre el 17% y el 24%, se podría incrementar el PIB hasta en un 3,3%, creando además entre 1,4 y 2,8 millones de puestos de trabajo. Además, las empresas europeas podrían disfrutar de ahorros en sus costes de producción de entre 245-604 miles de millones de euros anuales, o lo que es lo mismo, entre el 3% y el 8% de su volumen de negocios anual.

Esta visión de la Economía Circular es compartida por las empresas que han participado en una serie de entrevistas vinculadas a la elaboración de la Estrategia Gallega de Economía Circular a lo largo del año 2018. Las empresas entrevistadas confirman que han desarrollado en mayor o menor grado actuaciones en el ámbito de la economía circular. La principal motivación de las empresas es la necesidad de mejorar la competitividad a través de reducciones de costes (p. ej. optimizar materia prima, mejorar procesos, aprovechar subproductos, generar energía a partir de residuos). Por el contrario, las empresas participantes en las entrevistas no ven en la economía circular una estrategia para mejorar la imagen de la empresa o de su marca en el mercado. La explicación habitual es la falta de conocimiento o valoración adecuada de los consumidores de los atributos de los productos producidos de una manera más circular.

Dicho lo anterior, podemos entender perfectamente por qué razón la Economía Circular ha sido incluida entre las tres medidas para dotar a la economía europea de "un nuevo impulso para el empleo, el crecimiento y la inversión", como parte de las prioridades e iniciativas del presidente Juncker en su hoja de ruta hacia el año 2025 (*European Commission*, 2017b). También nos permite entender que estamos ante una política con vocación de permanencia y no como producto de una moda política pasajera.

## 10.4. La Economía Circular en la política europea

Durante los últimos años, la economía circular ha adquirido un peso propio en las políticas de la Unión Europea como un paradigma económico estratégico para el futuro del espacio europeo común. La Comisión reconoce en este concepto la posibilidad de facilitar crecimiento económico y a la vez afrontar los desafíos globales de gestión de la escasez de recursos, desigualdad social y ambiental.

La Comisión Europea defiende que la transición hacia una Economía Circular representa una ventaja para la UE, en el sentido de que incrementa su propia competitividad y sostenibilidad, permitiendo la construcción de un sistema económico más resiliente y adaptable a la escasez de recursos materiales y energéticos y a la volatilidad financiera, propulsando la innovación y eficiencia empresarial y cambiando de manera radical los patrones de producción y consumo. Al mismo tiempo, el nuevo modelo de producción y consumo circular limitará y/o evitará los daños irreversibles en el clima y la biodiversidad.

En palabras de la propia Comisión Europea, “la transición a una economía más circular, en la cual el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y en la que se reduzca al mínimo la generación de residuos, constituye una contribución esencial a los esfuerzos de la UE encaminados a lograr una economía sostenible, hipocarbónica, eficiente en el uso de los recursos y competitiva” (Comisión Europea, 2015).

Es en este marco en el cual debe ser circunscrito el “Plan de Acción para la Economía Circular de la Comisión Europea” (Comisión Europea, 2015), presentado por la Comisión Europea en el Parlamento Europeo en diciembre de 2015, el cual dibuja un ambicioso paquete legislativo. El plan propone un mandato para promover una economía circular en la UE que incluya la colaboración y el compromiso gubernamental a escala nacional, regional y local, con la contribución de todas las partes interesadas. Define una clara estrategia, así como las acciones que se van a seguir para contribuir en los Objetivos de Desarrollo Sostenible y al Acuerdo de París sobre Cambio Climático promovidos por las Naciones Unidas.

El Plan de acción identifica una serie de bloques y líneas de actuación estratégicas: producción, consumo, gestión de residuos, materias primas, o distintas acciones sectoriales (plásticos, residuos alimentarios, residuos de construcción y demolición, materias primas críticas, biomasa y bioproductos, ecodiseño). Además, se destaca la necesidad de impulsar inversiones, tanto en capital físico como en acciones de I+D+i, como elementos clave que sirven para facilitar la transición hacia este nuevo modelo de economía.

A estas medidas debemos sumar un amplio espectro de programas, legislaciones y planes de acción, en vigor en la Unión Europea, en materia ambiental y socioeconómico, con algunos ejemplos como el Séptimo PACMA – Programa General de Acción de la Unión en materia de Medio Ambiente, hasta 2020, de mejora de los recursos naturales. O los programas de innovación incluidos en el paquete Horizonte 2020, dotado con 80.000 millones de euros para el período de siete años (2014-2020) y a los que se sumará la inversión privada y pública estatal atraída por la cuantía del presupuesto. También ha sido aprobado un plan de acción de la UE específico en materia de Economía Circular, financiado con más de 650 millones de euros con cargo a Horizonte 2020 y de 5.500 millones de euros con cargo a los Fondos Estructurales.

Recientemente, la Comisión Europea ha publicado un informe sobre la implementación del Plan de Acción en Economía Circular (European Commission, 2017a) donde se revisan las diferentes iniciativas realizadas a partir de dicha aprobación, así como aquellas otras que ha previsto desarrollar a corto plazo. Entre las medidas puestas en marcha destacan las siguientes:

- En marzo de 2016, la Comisión propuso un Reglamento para impulsar un mercado único para los abonos elaborados a partir de materias primas secundarias (en particular, nutrientes recuperados incluidos los orgánicos) y por el cual se establecen normas para la libre circulación de todos los productos fertilizantes.
- En mayo de 2016, la Comisión ha puesto en marcha experiencias de colaboración denominadas acuerdos de innovación (“innovation deals” en terminología anglosajona), cuyo objetivo es poner en contacto diversos actores como son empresas y administraciones públicas (autoridades nacionales, regionales, locales y los servicios de la Comisión) para identificar obstáculos normativos que limitan el progreso hacia una economía más circular.

- En noviembre de 2016 ha sido aprobado el *Ecodesign Working Plan 2016-2019*, donde se diseña una estrategia para establecer las características necesarias que deben satisfacer los productos con el objetivo de impulsar la economía circular, tales como durabilidad, reparabilidad, capacidad de actualización, diseño que facilite el desmontaje, información necesaria y facilidad para realizar los procesos de preparación para la reutilización y el reciclaje.
- En agosto de 2016, la Comisión puso en marcha la Plataforma de la UE sobre pérdidas de alimentos y residuos alimentarios ("Food Losses" y "Food Waste" en terminología anglosajona). Esta plataforma incluye 70 miembros que representan a diversas autoridades públicas y todos los agentes a lo largo de la cadena de valor de los alimentos, incluidos los bancos de alimentos y otras ONG.
- En junio de 2016, en el marco de la Estrategia Común de Implementación para la Directiva Marco del Agua, la Comisión Europea ha propuesto diversas medidas con el objetivo de impulsar la reutilización del agua, recomendando su inclusión dentro de los procesos de planificación y gestión del agua en los distintos estados miembros.
- En enero de 2018, la Comisión ha propuesto "Una Estrategia Europea para el Plástico en una Economía Circular" (Comisión Europea, 2018) con el objetivo de promover cambios en el diseño, en los procesos de producción, en la utilización y en los procesos de reciclaje de los plásticos y productos plásticos. En particular, el mandato es que en el año 2030 todos los envases de plástico deben ser reciclables.
- En marzo del año 2018 han sido revisados los objetivos en materia de gestión de residuos, particularmente los referidos a la reutilización y reciclaje de los diferentes tipos de envases, si bien los objetivos agregados para el año 2030 se han mantenido inalterados: el 65% de residuos municipales deben ser reciclados; el reciclado de residuos de envases debe alcanzar el 75%; límite máximo del 10% de depósito de residuos en vertederos.

En el ámbito nacional, debemos destacar las acciones políticas puestas en marcha por diversos países como por ejemplo las estrategias de economía circular aprobadas en Dinamarca y Países Bajos, que comparten buena parte de sus prioridades políticas (biomasa y alimentos, industria manufacturera, sector de la construcción, bienes de consumo). Finlandia también ha liderado la puesta en marcha de estrategias para impulsar la economía circular desde un enfoque algo diferente, aunque compartiendo los mismos objetivos, a través de lo que en su estrategia denominan círculos tecnológicos (sistema alimentario, sistema forestal, sistema industria/consumo, sistema de transporte y logística). También Portugal ha presentado en febrero del 2018 su estrategia de economía circular, si bien representa una hoja de ruta que debe ser desarrollada en mayor detalle en los próximos años.

## 10.5. La Economía Circular en la política española

En España se han desarrollado diversas iniciativas para impulsar la economía circular, si bien no existe en la actualidad una estrategia como tal para el conjunto del país. Han sido por ejemplo iniciativas vinculadas fundamentalmente con la gestión de los residuos, la energía o con prácticas vinculadas a productos que podrían ser catalogados de alguna manera como productos ecológicos (agricultura, ganadería, industria alimentaria, etc.). Son por ejemplo la Estrategia Española de Desarrollo Sostenible 2007, el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022, el Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020, o la Estrategia Española de Bioeconomía Horizonte 2030.

Actualmente se está elaborando la Estrategia Española de Economía Circular 2018-20, que cuenta con una versión preliminar (borrador), documento que ha sido sometido a un proceso de exposición pública en febrero de 2018. La estrategia parte de los ejes identificados en el Plan de Acción de la Comisión Europea, dándole un mayor protagonismo al agua debido a los riesgos inherentes y diferenciales de España frente a otros países europeos, debido a nuestras condiciones geográficas y climáticas. Dicha estrategia se organiza en torno a 7 ejes de actuación:

- Producción y diseño
- Consumo
- Gestión de residuos
- Mercado de materias primas secundarias

- Reutilización del agua
- Investigación, innovación y competitividad
- Participación, sensibilización y formación

De la lectura de las propuestas específicas de acción, así como de las medidas que las acompañan (se han referenciado un total de 70 actuaciones), podemos identificar cuáles son los ámbitos principales que dibujan la visión del gobierno español en relación a los sectores o actividades que merecen especial atención en la estrategia española de economía circular hasta el año 2030:

- Construcción
- Alimentación
- Sector industrial
- Plástico
- Sistemas de gestión de residuos
- Materias primas secundarias
- Ecodiseño y reparabilidad
- Participación, sensibilización y formación

En el ámbito de las administraciones autonómicas existen igualmente diversas iniciativas para impulsar estrategias de economía circular. Existen diferentes iniciativas que podrían ser aprobadas a lo largo del año 2018, como las futuras estrategias regionales de economía circular en Murcia, Castilla la Mancha, Galicia, Navarra, Madrid, u otras que ya han sido aprobadas recientemente como la estrategia de economía circular regional de Extremadura. Lo cual, igual que en el caso del gobierno español, no excluye que existan otras iniciativas en diversos ámbitos que pueden ligarse al impulso de la economía circular. Mención aparte merece la Comunidad Autónoma de Cataluña, quien en el año 2015 aprobó su "Estrategia de Impulso a la Economía Verde y Circular". Su diseño difiere substancialmente de las estrategias nacionales que se han ido desarrollando en los últimos años, y a las que hemos hecho referencia para algunos casos. Está basada en diversos "instrumentos facilitadores", como son Información y Asesoramiento, Colaboración entre los agentes interesados, *Networking*, Capacitación Técnica, Incentivos Públicos, Núcleos de innovación y Comunidades RIS3CAT. Para finalizar con esta revisión, en el ámbito del País Vasco no existe en la actualidad una estrategia regional de economía circular propiamente dicha, si bien han desarrollado una apuesta decidida por financiar proyectos demostrativos para la reutilización de materiales a lo largo de los últimos años.

## 10.6. Cómo medir el grado de circularidad económica de las actividades empresariales

Existen en el ámbito europeo diversos indicadores que suelen utilizarse para medir el grado de circularidad alcanzado por una economía (European Commission, 2016). El indicador más comúnmente utilizado está basado en una medida similar al concepto de productividad, entendiéndose como tal la relación entre el valor añadido generado por una actividad de producción o consumo en relación al consumo de recursos asociado (p. ej. agua, energía, biomasa, materiales). La razón de su popularidad es la relativa facilidad para disponer de dichas magnitudes (al menos los datos agregados para una economía) y su similitud con otra medida con la que estamos muy familiarizados, como es la productividad del trabajo (relación entre el valor añadido generado y el volumen de trabajo empleado). Sin embargo, su empleo para analizar el nivel de circularidad económica de las empresas encuestadas por el informe ARDÁN puede ser cuando menos problemático. En primer lugar, por la dificultad de cuantificar el volumen o peso de cada uno de los recursos o materias primas empleadas en los procesos productivos, pero también por las diferencias en las unidades físicas de medida y la dificultad de agregación en un único indicador. Por tanto, nuestro enfoque de análisis ha sido más pragmático, buscando el equilibrio entre costes y beneficios proporcionados por diferentes métodos de análisis.

El indicador de circularidad material (ICM) utilizado en nuestro análisis está basado en el indicador propuesto en Ellen MacArthur Foundation (2015b). Su objetivo es evaluar la medida en que el flujo lineal para todos los materiales utilizados en la producción de un producto ha sido minimizado, o dicho de otro modo si el flujo circular ha sido maximizado, a la vez que permite su comparación con otros productos similares.

Originalmente, este indicador ha sido diseñado para ser utilizado al nivel de un producto en particular o de una empresa en general. En el primero de los casos, puede ser utilizado en el diseño de nuevos productos (p. ej. para utilizar como criterio el grado alcanzado de circularidad), para informes internos de la empresa sobre los procesos de producción, o para ponerlo a disposición del público (p. ej. para permitir a los consumidores u organizaciones usar el indicador como parte de sus decisiones de adquisición). En el segundo de los casos, el indicador podría ser utilizado internamente para comparar la circularidad de diferentes gamas de productos y departamentos, o hacer su seguimiento. Externamente, podría ser utilizado para realizar análisis comparativos entre diferentes empresas dentro de un sector determinado o por ejemplo formando parte del informe de Responsabilidad Social Corporativa de la empresa.

La Figura 2 representa de manera sintética la base metodológica de dicho indicador. Su objetivo es medir cada uno de los flujos de materiales representados en dicha Figura. El indicador de circularidad material (ICM) utilizado en nuestro análisis pretende ser sintético en el sentido de proporcionar a través de un único valor numérico una evaluación del grado de circularidad alcanzado por una empresa o en la producción de un determinado producto. El valor del ICM podrá tomar cualquier valor entre dos extremos (0, 1), atendiendo al siguiente criterio:

- El ICM tomará un valor "0" para aquellos productos que se fabriquen utilizando únicamente materia prima virgen y termine en un vertedero tras ser consumido (al final de su fase de uso), de tal manera que podrá considerarse como un producto completamente "lineal".
- El ICM tomará un valor "1" para aquellos productos que no contienen materia prima virgen, y tras ser consumido (al final de su fase de uso), los residuos que ha generado a lo largo de los distintos procesos (producción, consumo) son destinados en su integridad para reciclaje o reutilización, siendo necesario que la eficiencia de reciclaje o reutilización sea del 100%, de tal manera que podrá considerarse como un producto completamente 'circular'.
- En la práctica, el ICM de la mayoría de los productos tomará un valor situado entre ambos valores extremos (0, 1).

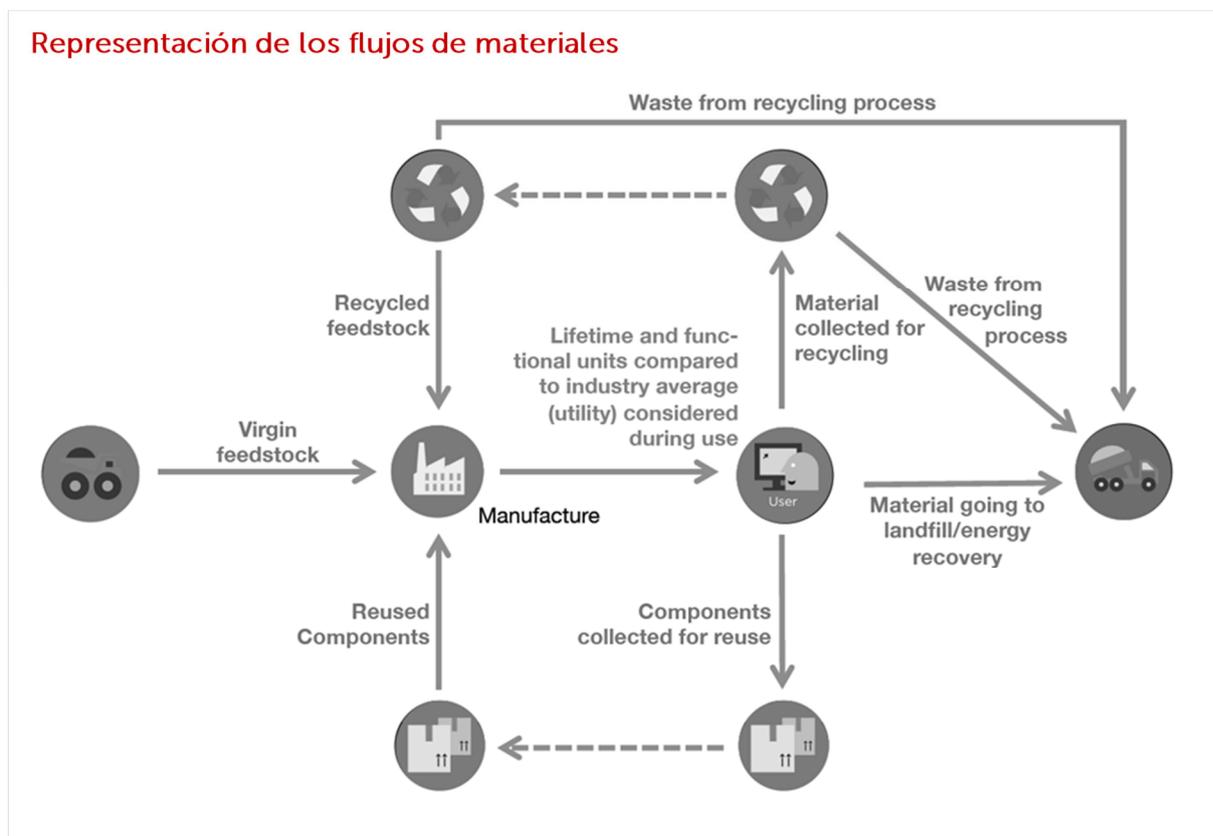


Figura 2. Fuente: Ellen MacArthur Foundation (2015b)

La Figura 2 muestra una representación simplificada del procedimiento para elaborar el ICM. Por tanto, su finalidad es exclusivamente didáctica. Para entender el resultado final debemos hacer ciertas puntualizaciones sobre el ICM empleado en nuestro análisis. En primer lugar, no es necesario que existan ciclos cerrados en torno a un producto o proceso productivo (representados gráficamente por las líneas discontinuas). O, dicho de otro modo, los insumos cuya procedencia son las actividades de reciclaje o de preparación para la reutilización no tienen que tener su origen en el mismo producto o proceso productivo, sino que pueden tener un origen externo a ellos. Un buen ejemplo podría ser el aluminio empleado para la fabricación de conservas de pescado pero que tiene su origen en los procesos de reciclaje de latas de aluminio de bebidas refrescantes. Lo cual nos conduce a otra matización. Los procesos de reciclaje o de preparación para la reutilización no tienen que tener su origen necesariamente a continuación de los procesos de consumo, como así lo representa la Figura 2, sino que pueden tener su origen antes, en los propios procesos de fabricación de los productos. Un buen ejemplo podría ser el colágeno utilizado por la industria cosmética que tenga su origen en subproductos procedentes de la manufactura de productos de la pesca (subproductos que en ausencia de dicha alternativa serían considerados residuos).

En consecuencia, para elaborar el ICM de un producto o empresa necesitamos conocer todos los flujos de materiales vinculados a su actividad, ya sea de puertas hacia adentro (procesos de producción desarrollados internamente) como de puertas hacia fuera. Y en particular, toda aquella información vinculada a los procesos relacionados con el destino de sus productos una vez superada su vida útil (etapa de consumo). Si bien es cierto que para la puesta en práctica del indicador ARDÁN de Empresa Circular debemos emplear un proceso de cálculo que permita equilibrar los costes de un análisis exhaustivo de los procesos de producción de cada empresa con los beneficios informativos que ello pueda reportar. Para tal fin, hemos tenido en cuenta los siguientes criterios:

- No hemos preguntado a las empresas por la información requerida para todos sus productos, sino únicamente de su "gama principal" de productos.
- No hemos incluido cuestiones relativas a la "utilidad" del producto, siguiendo la terminología originalmente empleada por la Ellen MacArthur Foundation (2015b). En particular, no hemos incluido en nuestro indicador información relativa a la extensión temporal de la "vida útil" de los productos. Se debe tener en cuenta que podría considerarse que un producto con el doble de vida útil que otro y que provea funciones similares a sus usuarios demandará por ejemplo el equivalente a la mitad de componentes vírgenes necesarios para su proceso de producción, así como la mitad de residuos. Si bien, un completo análisis del ciclo de vida de los productos podría matizar dichas afirmaciones, pues los materiales vírgenes y los residuos necesarios pueden generar un impacto distinto en función de la vida útil del producto (p. ej. en función de las características intrínsecas de los componentes necesarios para fabricar dichos productos).
- Siguiendo la argumentación anterior, tampoco hemos incluido en nuestro indicador información relativa a la "intensidad" en la utilización de los productos a lo largo de su vida útil. Es decir, si ha ido utilizado a su máxima capacidad de uso o tan sólo parcialmente. Podría considerarse que un producto usado de manera más intensiva por sus consumidores representa per se un uso más eficiente de los recursos empleados en su fabricación respecto a otros productos utilizados con menor intensidad (p. ej. uso de una máquina durante 5 horas al día frente a otra utilizada 8 horas diarias). Por tanto, no hemos tenido en cuenta el número de "unidades funcionales" (p. ej. 1 hora equivalente de funcionamiento, 1 kilómetro recorrido) proporcionadas a lo largo de la vida útil del producto, siguiendo la terminología originalmente empleada por la Ellen MacArthur Foundation (2015b).
- Finalmente, debemos reconocer la dificultad de emplear diferentes unidades de medida para cada uno de los elementos que deben ser incorporados en el cálculo del ICM. Los diferentes insumos o residuos pueden ser medidos por las empresas utilizando diferentes unidades de medida ( $m^3$ , kg, etc.). En consecuencia, es necesario utilizar un factor de normalización común. En nuestro análisis hemos empleado los ingresos obtenidos por la venta de la familia principal de productos. Tomando como referencia dicho factor de normalización, le hemos preguntado a las empresas por el valor relativo (porcentaje) que representa cada uno de los flujos de materiales representados en la Figura 2. Por ejemplo, hemos preguntado qué porcentaje de sus productos puestos en el mercado son sometidos a algún sistema de reciclaje o reutilización tras alcanzar el final de su vida útil y ser desechado por sus usuarios, o también qué porcentaje de sus materias primas pueden ser consideradas recicladas o reutilizadas (y cuanto representan éstas en el escandallo o estructura de costes de su producto principal o familia de productos). A través de preguntas sencillas como las anteriores podemos obtener la información necesaria para construir el ICM de cada empresa a un coste relativamente bajo para la persona encuestada (la empresa para la cual se construye el ICM).

## 10.7. Una aproximación al Indicador de Empresa Circular en la empresa gallega

Para obtener una primera aproximación al indicador de circularidad del material en la empresa gallega se envió una encuesta piloto a empresas transformadoras con un número de empleados superior a 10. Se incluyeron sólo empresas transformadoras y con más de 10 empleados puesto que es en este tipo de empresas donde se utiliza el mayor volumen de materiales.

Dado que esta era la primera vez que se realizaba una encuesta de este tipo en Galicia y se deseaba tener un primer resultado para la empresa tipo representativa de la industria transformadora, se excluyeron los CNAEs de actividades extractivas y comercializadores. Esto se debe a las características propias de ambos tipos de actividades. Así, se excluyeron:

- Las empresas extractivas, por la naturaleza de su actividad, son proveedoras de suministros básicos para el sistema productivo de que se trate, por lo que se medirá el grado de circularidad en primeras y sucesivas transformaciones, y no en la etapa extractiva.
- Respecto a la comercialización y distribución, su actividad es esencialmente la movilización de mercancías y no la incorporación de nuevos suministros básicos (materias primas).
- Se excluyeron las actividades de construcción de edificios y actividades específicas relacionadas tales como obra pública o infraestructuras, por el grado de especificidad de su cadena de valor. En cambio, se consideraron aquellas actividades que fabrican algún componente, siempre y cuando sean fabricantes y no meros instaladores.
- Se excluyeron las actividades del CNAE 17 Industria de Papel, por su bajo número de empresas y porque su ciclo productivo está totalmente roto en el caso de Galicia, tal como lo demuestran las cifras ofrecidas por el CIS-Madera (ver González-Gurriarán et al., 2000): la empresa pastera no suministra a las papeleras ubicadas aquí, y estas empresas papeleras no suministran a las empresas que fabrican envases y embalajes de cartón en Galicia puesto que su producto final no es susceptible de uso por parte de éstas últimas empresas.
- Se excluyó el CNAE 21 Fabricación de productos farmacéuticos por su bajo número de empresas en el total de la población ARDÁN (sólo 3 empresas tienen más de 10 empleados).

Como consecuencia, el presente informe se centra exclusivamente en la etapa transformadora de los principales sistemas productivos transformadores de Galicia, perteneciendo las respuestas recibidas a los siguientes (ver detalle en Figura 3):

- Agroalimentario
- Automoción y equipo
- Construcción (incluye únicamente la fabricación de materiales de Construcción)
- Industria auxiliar
- Madera y muebles
- Maquinaria y equipo
- Naval
- Pesca
- Productos químicos y derivados
- Textil, confección y moda

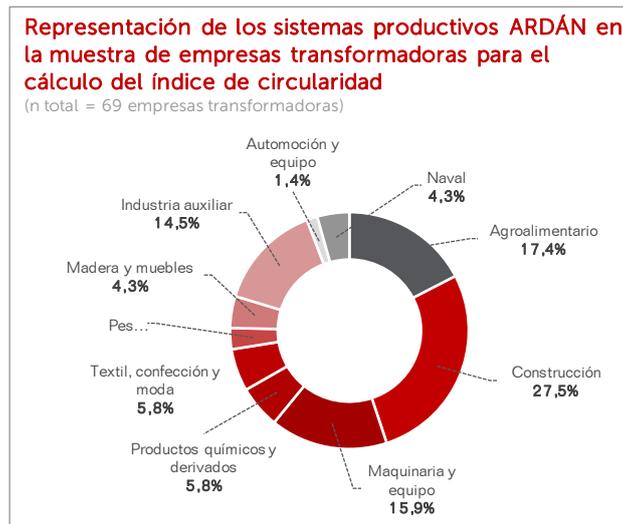


Figura 3. Fuente: Elaboración propia

### 10.7.1. Método para la determinación del indicador de circularidad de la empresa gallega

Para el cálculo del indicador de circularidad se ha seguido la metodología de Ellen MacArthur Foundation (2015b), según la cual el indicador de circularidad del material para cualquier empresa se determina esencialmente en función del grado de reutilización y reciclaje tanto de materia prima como de envases y embalajes –denominados de aquí en adelante materiales– incorporados en los productos de esa empresa y que se reciclan de nuevo hacia el sistema productivo. Este circuito debe ser considerado en el conjunto de empresas actuando en los diversos niveles de las correspondientes cadenas de valor para cada sistema productivo. Además, se debe tener en cuenta que es posible que los materiales que salen de un sistema productivo puedan ser utilizados como entrada en otro sistema productivo.

El indicador de circularidad tiene en cuenta además el grado de eficiencia tanto en la producción como en la recirculación de materiales de tal forma que, si para reutilizar/reciclar algún material se incurre en pérdidas de materiales (residuos), entonces el indicador de circularidad será menor que si no se incurriese en dichas pérdidas. Por consiguiente, se tiene en cuenta la eficiencia del proceso productivo que la empresa desarrolla, tanto en términos de desperdicio generado (outputs), a lo largo de su proceso productivo (internamente), como las pérdidas materiales en las que se incurre para tratar de recircular dicho material (inputs). Dicha recirculación puede tener lugar bien sea internamente o bien externamente mediante su envío a otras empresas (habitualmente empresas vinculadas a los sistemas de gestión de residuos) para su posterior incorporación a otros procesos productivos. Finalmente, el indicador también tiene en cuenta en qué medida se someten a recirculación los productos –todos o en parte– puestos en el mercado al final de su vida útil y el grado de eficiencia de dicho proceso. No obstante, y por economicidad de la información, sólo fue posible valorar esa recirculación en términos del valor equivalente de materiales incluidos en los productos, y no en términos del valor total del producto.

El esquema de cálculo empleado se corresponde con el circuito descrito en la figura 2. La información obtenida a través de los cuestionarios a empresas es la siguiente (tanto para materias primas como para envases y embalajes):

- Respecto a la materia prima y productos:
  - o Volumen de producción del producto principal o familia de productos en 2017 (€ VolProd).
  - o Porcentaje que supone en el escandallo de costes la materia prima de su producto principal o familia de productos en 2017 (% PorcentEscandalloMP).
  - o Porcentaje de materia prima reciclada/reutilizada en su propio proceso productivo y procedente de reciclaje/reutilización de procesos productivos de otras empresas/sectores (% PorcentMPReut).

- o Porcentaje de productos puestos en el mercado que son sometidos a algún sistema de reciclaje/reutilización (% PorcentProdReut).
- o Nivel de eficiencia de los procesos de reciclaje/reutilización a los que son sometidos sus productos al final de su vida útil (% EficFinalPT).
- Respecto a los envases y embalajes:
  - o Porcentaje que suponen en el escandallo de costes los envases y embalajes en 2017 (% PorcentEscandalloEnv).
  - o Porcentaje de envases y embalajes que tienen su origen en el reciclado/reutilización de su propio proceso productivo o de otras empresas/sectores (% PorcentEnvReut).
  - o Porcentaje de envases y embalajes puestos en el mercado que son sometidos a algún sistema de reciclaje/reutilización (% PorcentEnvMercado).
  - o Nivel de eficiencia de los procesos de reciclaje/reutilización de sus envases y embalajes (% EficEnv).
- Posteriormente se realizan los siguientes cálculos (ver fórmulas en anexo):
- El valor total de materiales usado en el proceso productivo (Mat) tanto de materias primas como de envases y embalajes, calculados como el volumen de producción por el porcentaje que suponen los materiales en el escandallo de costes (% PorcentEscandalloMP y % PorcentEscandalloEnv, respectivamente).
- El valor equivalente en euros del material virgen (Vt) empleado en el proceso productivo tanto en términos de materia prima como de envases y embalajes ( $Vt = V_{mp} + V_{env}$ ), calculado como el valor en euros de cada material multiplicado por su correspondiente factor –uno menos el porcentaje de material que se reincorpora/reutiliza (% PorcentMPReut y % PorcentEnvReut, respectivamente).
- El valor total de pérdidas de material no recuperado (W0) debido a la falta de circularidad en el proceso productivo, obtenido tanto para materias primas como para envases y embalajes, calculado como el valor en euros de cada material multiplicado por su correspondiente factor –uno menos el porcentaje de producto y envases que se envían al mercado y se recuperan/reincorporan, % PorcentProdReut y % PorcentEnvMercado, respectivamente.
- El equivalente en términos de materiales del valor total de pérdidas de material generado por los procesos de recogida de los productos puestos en el mercado, una vez sometidos a los procesos de consumo por parte de sus usuarios (Wc) debido a la ineficiencia de estos procesos que no son capaces de reincorporar todo el material recogido. Este valor de Wc se calcula tanto para materias primas como para envases y embalajes, siendo el valor total del material en euros multiplicado por el porcentaje de material enviado al mercado que es recogido para ser sometido a procesos de preparación para la reutilización o reciclaje (% PorcentProdReut y % PorcentEnvMercado, respectivamente) y multiplicado por uno menos el porcentaje de eficiencia (% EficFinalPT y % EficEnv, respectivamente).
- El equivalente en términos de materiales del valor total de pérdidas generadas por los procesos de reciclaje de los envases y embalajes (Wf) debido a ineficiencia del propio proceso de reutilización de envases y embalajes provenientes tanto de la propia empresa como de otras empresas y/o sectores. Este valor se calcula como el valor total de envases y embalajes multiplicado por el porcentaje de envases y embalajes que es reutilizado (% PorcentEnvReut), multiplicado por uno menos la eficiencia de dicho proceso de reutilización ( $1 - \% EficEnv$ ), y todo ello dividido por la eficiencia del proceso de reutilización (% EficEnv).
- El equivalente en términos de materiales del total no recirculado por algún motivo (W), que es la suma ponderada de W0, Wc y Wf, siendo igual a W0 más la mitad de Wc y Wf. Este método de cálculo responde a la necesidad de evitar dobles contabilizaciones. Según defiende la Fundación Ellen Macarthur, si simplemente agregamos Wc y Wf, podríamos contar dos veces parte o la totalidad de las pérdidas generadas durante los procesos de recolección para la reutilización y reciclaje más las pérdidas generadas en la preparación de dichos materiales para ser introducidos como inputs en los procesos productivos. Dado que se trata de obtener el valor para cada empresa, y se debe asignar qué parte de valor se corresponde a cada agente interviniente en cada operación de compra-venta, se asume la opción de asignar el 50% y evitar así la doble contabilización –esto es, contabilizarlo como pérdida tanto en la salida como en la entrada.

- Índice de flujo lineal (IFL), que informa de en qué medida el proceso productivo de la empresa sigue un diseño lineal, esto es, con bajo nivel de circularidad. Así, valores elevados del IFL indicarían que la empresa incorpora un porcentaje relativamente bajo de materiales provenientes de su propio proceso productivo, bien mediante reutilización de materiales, bien mediante reutilización de productos recogidos al final de su ciclo de vida, o bien de otras empresas y sectores. Es importante señalar aquí el hecho de que se incorpore la reutilización de productos al final de su ciclo de vida, puesto que en ello influye definitivamente el propio diseño del producto, así como el tipo de materia prima con el que está diseñado y realizado. El IFL se calcula como la suma de valor total de material virgen utilizado ( $V_t$ ) más el valor del desperdicio total generado ( $W$ ) dividido entre la suma de dos veces el valor de los materiales usados ( $Mat$ ) más la diferencia entre el valor total de desperdicio generado por los procesos de reciclaje de los envases y embalajes ( $W_f$ ) y el valor total de desperdicio de material generado por los procesos de recogida de materiales del mercado ( $W_c$ ). Un valor de cercano a uno implicaría una total linealidad en el flujo materiales o, dicho de otro modo, valores próximos a cero implicarían un elevado grado de circularidad, con materiales que son totalmente recirculados al final del proceso. Esto se entiende mejor en el caso extremo en que la eficiencia de los procesos de recogida y reciclaje son máximos (100%) y, por lo tanto, el desperdicio generado en esos procesos es nulo ( $W_f$  y  $W_c$ ). En ese caso, el IFL sería igual a la suma del valor del material virgen empleado y de  $W$  (que sería todo  $W_0$ ) dividido entre 2 veces el valor del material total ( $2Mat$ ). Dado que  $W_0$  es material que no es posible recuperar, el máximo valor de IFL ocurriría cuando  $V_t=Mat$  y  $W_0=Mat$ , o dicho de otro modo, todo el material usado es virgen ( $V_t=Mat$ ) y nada de ese material es recirculado todo ese material se pierde ( $W_0=Mat$ ). De ahí la necesidad de incorporar el doble del valor de materiales en el denominador. Por lo tanto, cuando el 100% del valor de materiales usados por la empresa proviene del reciclaje o reuso y se recoge para reciclaje y posterior reuso el 100% de los materiales enviados al mercado en el producto el LFI será cero ya que  $V_t=W_0=0$ .
- Indicador de circularidad del material (ICM), calculado como uno menos el valor de IFL. Mayores valores de ICM indican una mayor circularidad de materiales, siendo un valor acotado entre 0 (nula circularidad) y 1 (máxima circularidad de materiales). A efectos de homogeneización con otros indicadores ARDÁN, dichas cifras se han transformado en la escala de 0 a 1.000. De esa manera, su interpretación será que por cada 1.000 euros de materiales incorporados en los productos que se envían al mercado se recirculan X euros, siendo X el valor de ICM en esta nueva escala.

Un aspecto relevante de este cálculo es que ofrece un indicador individual para cada empresa, independientemente de si la recirculación de materiales se produce en la propia empresa o en cualquier otro punto del sistema empresarial.

## 10.7.2. Situación actual del índice de circularidad de materiales en la empresa gallega

A continuación, se presentan primero los resultados detallados para cada una de las variables que intervienen en el cálculo del IMC. Posteriormente, se ofrece una visión de conjunto de los valores a lo largo del circuito, siguiendo la filosofía de la figura 2 anteriormente mostrada. En todas las cifras incluidas en las figuras siguientes, se han incluido tan sólo el valor monetario equivalente en términos del valor total de materiales incorporados en los productos que se ponen en el mercado. Para el cálculo de índice de circularidad de este capítulo, sólo se han computado los valores de materias primas y envases y embalajes incorporados en la familia principal de productos de las empresas. Por consiguiente, todos los valores económicos aquí referidos deben ser entendidos en dichos términos de equivalencia de materiales.

Se puede observar el alto grado de incorporación de material totalmente virgen (ver figura 4). Aproximadamente, un 86% de empresas encuestadas incorpora entre un 81% y un 100% de material virgen en la entrada de sus procesos productivos. Tan sólo un 1,5% de empresas incorpora sólo material ya procedente de recirculación. La distribución muestra también que apenas un 3% de empresas encuestadas incorpora entre un 1% y un 30% de materiales vírgenes sobre el total de material. En términos monetarios, un 40% de empresas incorpora materiales totalmente vírgenes hasta un importe de 1 millón de euros. Esta distribución se completa con un 20% de empresas que incorporan entre 1 y 2 millones de euros de material virgen, un 11% entre 2 y 4 millones de euros y un 9% incorpora más de 9 millones de euros.

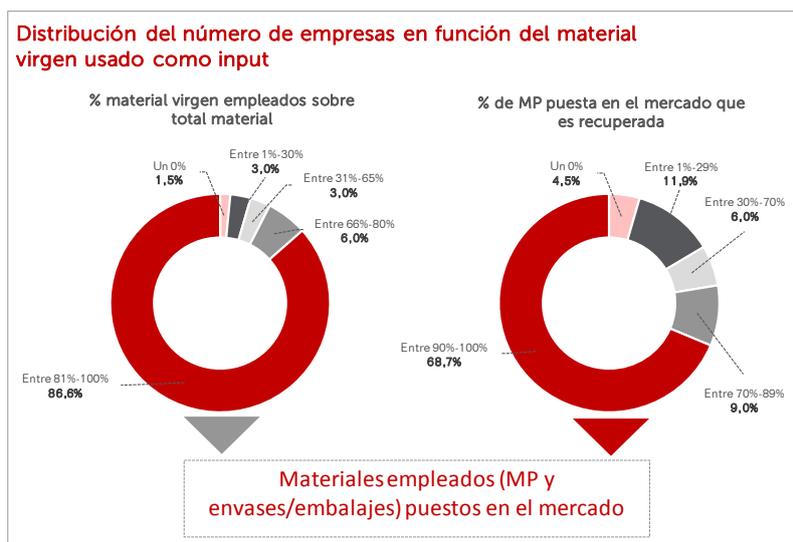


Figura 4. Fuente: Elaboración propia

La figura 5 muestra las cifras anteriores en el contexto del valor total de materiales y la desagregación de material procedente de alguna corriente de recirculación (materiales procedentes de procesos de reutilización o reciclaje) para la materia prima y para los envases y embalajes. Cabe destacar el hecho de que aproximadamente un 65% de empresas no incorpora ninguna materia prima procedente de recirculación y que un 69% de empresas no incorpora ningún envase o embalaje de dicha procedencia. En el extremo opuesto se sitúan el 5,8% de empresas que incorporan más de un 50% de materia prima proveniente de recirculación, mientras que el 4% de empresas incorpora más de un 80% de envases y embalajes de esa procedencia.

Por término medio, alrededor de un 38% de empresas incorpora hasta 1 millón de euros en su proceso productivo, sumados tanto la materia prima como los envases y embalajes de su principal familia de productos. Le siguen el 19% de empresas que incorpora entre 1 y 2 millones de euros, el 13% que incorpora entre 2 y 4 millones de euros, y el 17% que incorpora entre 4 y 9 millones. Por encima se sitúan el 10% de empresas que incorporan más de 9 millones de euros. Estas cifras muestran la distribución del volumen de flujos de materiales de las empresas encuestadas.

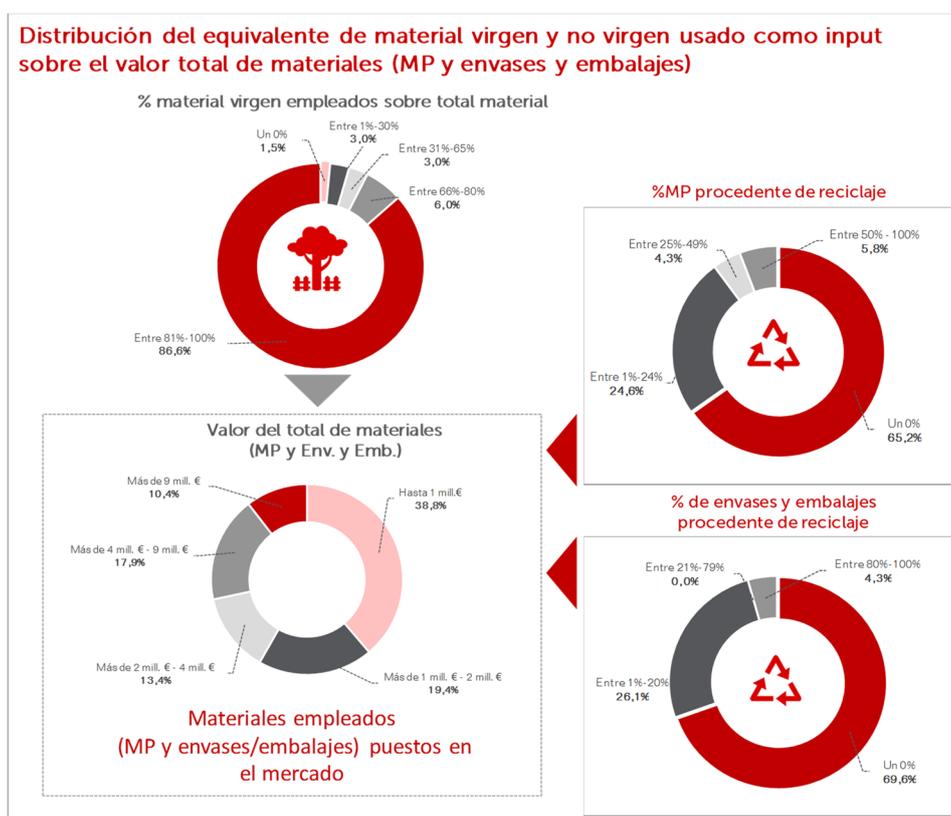


Figura 5. Fuente: Elaboración propia

Avanzando en el circuito, obtenemos el equivalente<sup>1</sup> al valor de materiales (MP y envases y embalajes) puestos en el mercado (incorporados en los productos) pero que no son recuperados para el circuito de recirculación (W0). Como se observa en la figura 6, esto supone alrededor del 74,1% del total de materiales. Para ilustrar el volumen total del que se trata, se puede observar que aproximadamente el 49% de empresas encuestadas deja de recuperar entre 1 millón y 26,8 millones de euros, situándose una empresa con un valor de 84 millones de euros. Esta dimensión de valores supone para un 68% de empresas un porcentaje de valor no recuperado que está entre el 90% y el 100% del valor equivalente de materiales puestos en el mercado. Le siguen en valores el 9% de empresas cuyo peso relativo de W0 respecto al total de materiales es de entre un 70% y un 89%, un 30% de empresas a las que le supone entre un 30% y un 70%, y un 11% de empresas encuestadas a las que le implica entre el 1% y el 29% de valor equivalente de materiales. Tan sólo el 4,5% de empresas encuestadas declara recuperar todo por lo que W0 sería cero.

Estas cifras señalan el relevante potencial de mejora para el promedio de empresas gallegas ya que se están dejando de recircular un volumen importante de materiales que potencialmente ayudarían a reducir la presión sobre los materiales vírgenes y podrían ayudar a ser más eficientes en el uso de los recursos escasos.

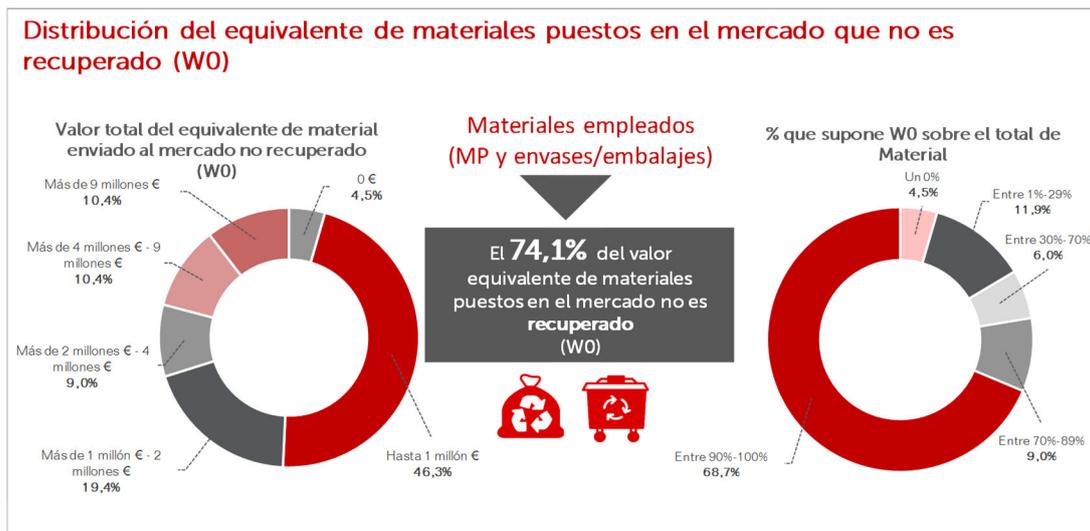
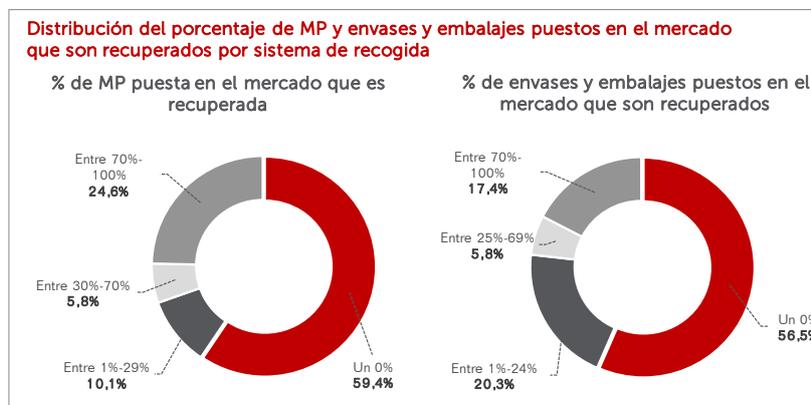


Figura 6. Fuente: Elaboración propia

Desde la puesta a disposición de los productos en los mercados, y tras dejar de recuperarse los valores anteriores, obtendríamos las cantidades que sí son recuperadas por alguno de los sistemas de recogida de residuos, ya sean propios de la empresa o por sistemas ajenos a la misma (ver detalle en figura 7), si bien todavía no significa que sean efectivamente recirculadas. De ello dependerá la eficiencia de los procesos de recogida y reciclaje/reuso. En concordancia con los datos anteriores, alrededor de un 56% de empresas afirma que no es posible recuperar ninguna fracción de materia prima, siendo dicha cifra del 59% para el caso de envases y embalajes. Por otro lado, alrededor de un 17% de empresas encuestadas afirman que se recupera entre el 70% y el 100% de materia prima, cifra que se eleva hasta el 24% de empresas para el caso de envases y embalajes.



1 Las valoraciones monetarias ofrecidas en este informe deben utilizarse con cautela. A lo largo de este informe presentaremos diversas valoraciones monetarias, siempre referidas al valor equivalente en relación al valor en origen (valor de los inputs a su entrada en el proceso productivo). En ningún caso disponemos del valor de mercado de residuos descartados o sometidos a procesos de reutilización o reciclaje, ni de los productos generados en dichos procesos, como se desprende de la encuesta utilizada para la recogida de la información, tal y como muestra el anexo a este informe.

Figura 7. Fuente: Elaboración propia

Dichas cifras nos permiten ofrecer una visión agregada, en términos promedios ponderados en base al valor de producción, de tal manera que alrededor de un 28,1% del valor equivalente de materiales puestos en el mercado es recuperado (ver detalle en figura 8). Si desagregamos un poco la información podemos observar que un 40% de empresas señala que no se recupera nada ni de materia prima ni de envases y embalajes que envía al mercado. De las que indican que se recupera algún valor, un 8% señala que se recupera entre 4 y 9 millones de euros y un 10% entre 1 y 4 millones de euros. Por debajo del millón de euros y por encima de 100 mil euros se sitúan el 26% de empresas, mientras que el 14% señala que apenas se recuperan hasta 100 mil euros en términos de valor equivalente de materiales puestos en el mercado.

Dicho de otro modo, y haciendo una síntesis de la información anterior, observamos que un 27% de empresas afirma que apenas se recuperan entre el 1% y el 20% del total de materiales, un 10% indica que se recuperan entre el 21% y el 49% y un 7% de empresas encuestadas manifiesta que se recuperan entre la mitad y el 79% de materiales. Un meritorio 14% comenta que se recupera entre el 80% y el 100% de dichos materiales.

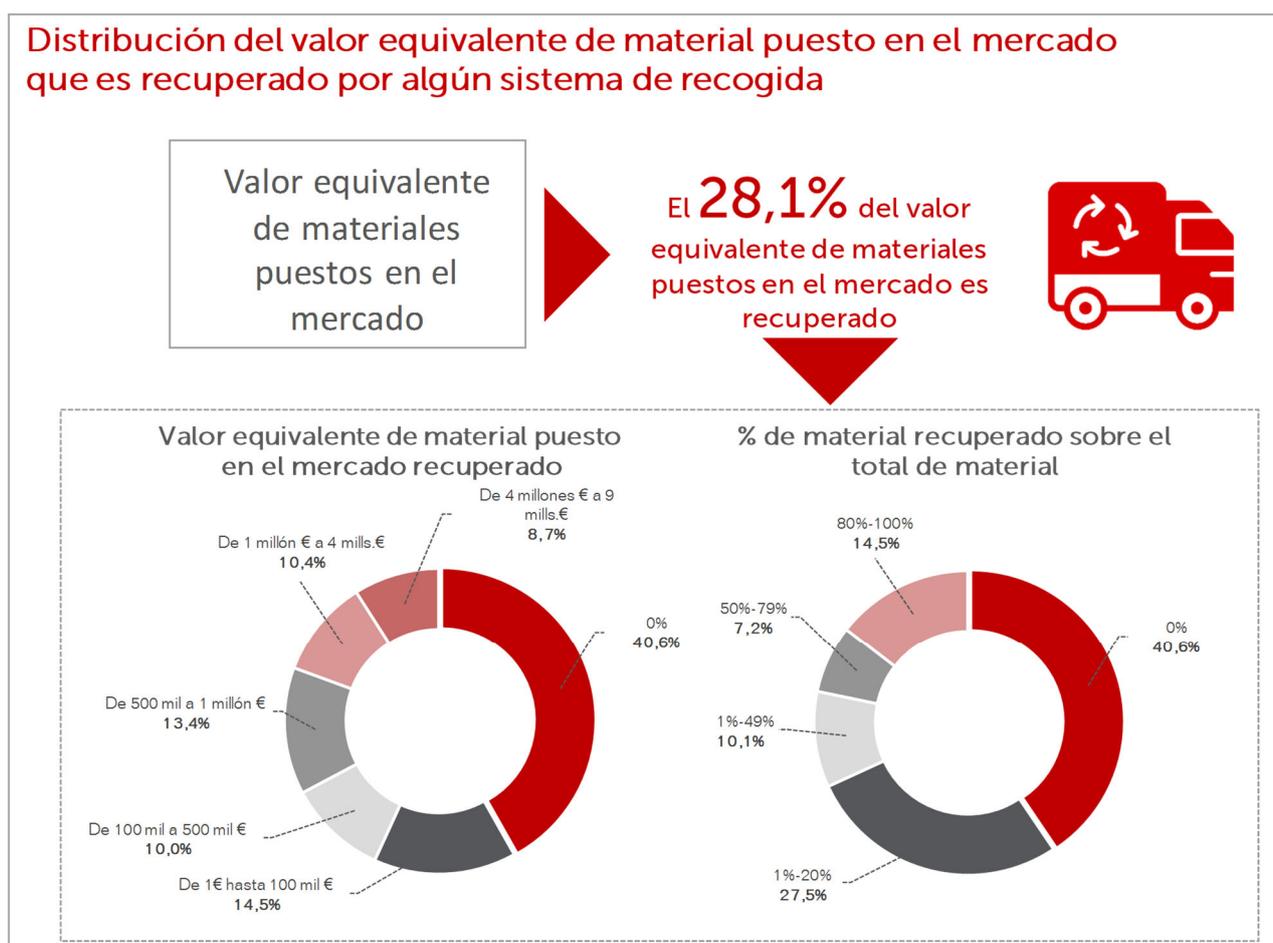


Figura 8. Fuente: Elaboración propia

Un aspecto es determinante en la recirculación de aquellos materiales puestos que el mercado que son recogidos tras su vida comercial: la eficiencia en los procesos de recogida, reciclaje y reutilización. Preguntadas las empresas al respecto (ver figura 9), se observa un bajo grado general de eficiencia, ya que un 56% de empresas consigue una eficiencia del 0%. Esto implica que cualquier esfuerzo realizado en la recogida se pierde totalmente en este intento de recirculación, lo cual debe plantearse como un objetivo clave en el futuro para el incremento de la circularidad de la empresa gallega.

El resto de empresas se distribuye como sigue: un 10% de empresas tiene una eficiencia de entre un 1% y un 19%, un 8% sitúa su eficiencia entre el 20% y el 69%, un 4% declara tener una eficiencia de entre el 70% y el 79%, mientras que entre las empresas top en eficiencia se sitúan el 20% de empresas con niveles de eficiencia superiores al 80%. Respecto a envases y embalajes, las cifras son similares, siendo prácticamente el 16% de empresas encuestadas las que declaran tener una eficiencia igual o superior al 81% en los procesos de reciclaje/reutilización de envases y embalajes.

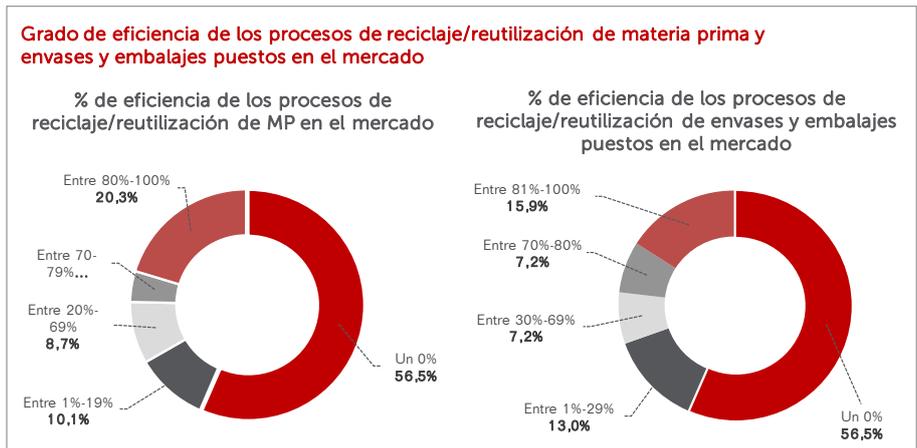


Figura 9. Fuente: Elaboración propia

Las cifras anteriores permiten calcular el valor equivalente de materiales puestos en el mercado que se pierde por ineficiencias en la recogida (Wc). En valor promedio ponderado (ver figura 10), aproximadamente se pierde el 10,1% del valor equivalente de materiales por este motivo. A pesar de esas ineficiencias, un 52% de empresas declara que ese valor Wc es nulo y, por lo tanto, no pierden nada por esa vía. Alrededor de un 19% de empresas pierde hasta 100 mil euros, un 7% pierde entre 100 y 200 mil euros y un 6% pierde entre 200 y 400 mil euros. Esos valores perdidos se sitúan entre 400 y 800 mil euros para el 9% de empresas y un destacable 6% declara que dicho valor se sitúa por encima de 800 mil euros.

Todas estas cifras significan que para el 37% de las empresas se pierde entre el 1% y el 24% del valor equivalente de materiales, un 7% manifiesta que se pierde entre el 25% y el 60% por este motivo, mientras que un 3% de empresas declara que se dejan de recuperar por ineficiencias en recogida entre un 61% y un 100%. Se debe señalar que tan sólo una empresa afirmó que se perdía el 100% por este motivo.

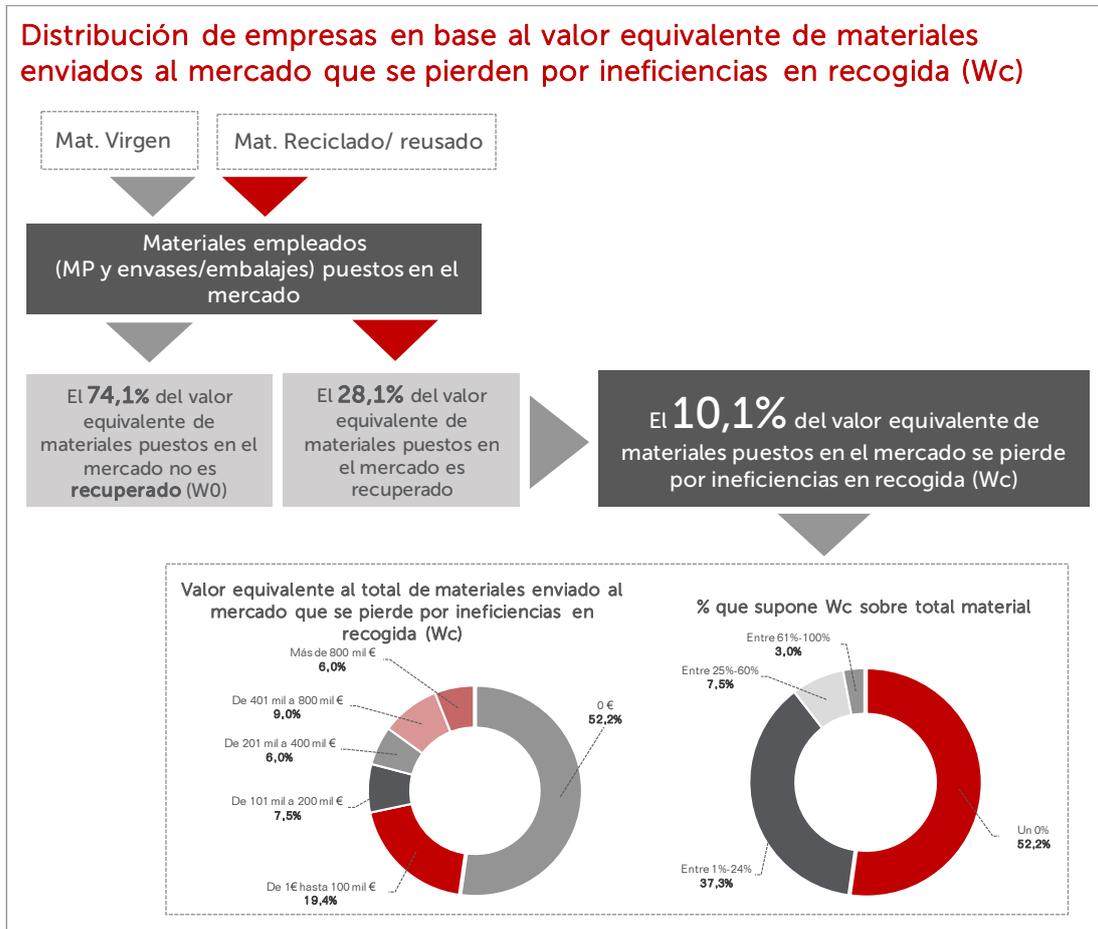


Figura 10. Fuente: Elaboración propia

Continuando el circuito, llegaríamos a las pérdidas ocasionadas por ineficiencias en los procesos de reciclaje/reutilización (Wf), detalle que se muestra en la figura 11. En este caso se debe mencionar el bajo peso relativo de Wf respecto al valor equivalente de materiales, siendo un valor promedio ponderado del 0,4%. Esto se debe a los valores relativamente bajos de estas pérdidas. Primero, porque un 76,8% de empresas declara que no se pierde nada por esta ineficiencia. Segundo, porque de las empresas encuestadas que señalan que se pierde alguna cantidad, dicho valor se sitúa por debajo de 10 mil euros para el 8,7% de empresas, entre 11 y 40 mil euros para el 5,8% de empresas y un 4,3% de empresas declara que se sitúa entre 40 mil y 150 mil euros. Las que manifiestan que se pierde mayor cantidad son el 4,3% de empresas con pérdidas que se sitúan entre 150 mil y 600 mil euros. Estas cifras suponen en términos relativos que el 20% de empresas indica que se pierde entre el 1 y el 15% de valor equivalente de materiales, mientras que un 2,9% señala que se pierde entre el 16% y el 40% de dicho valor.

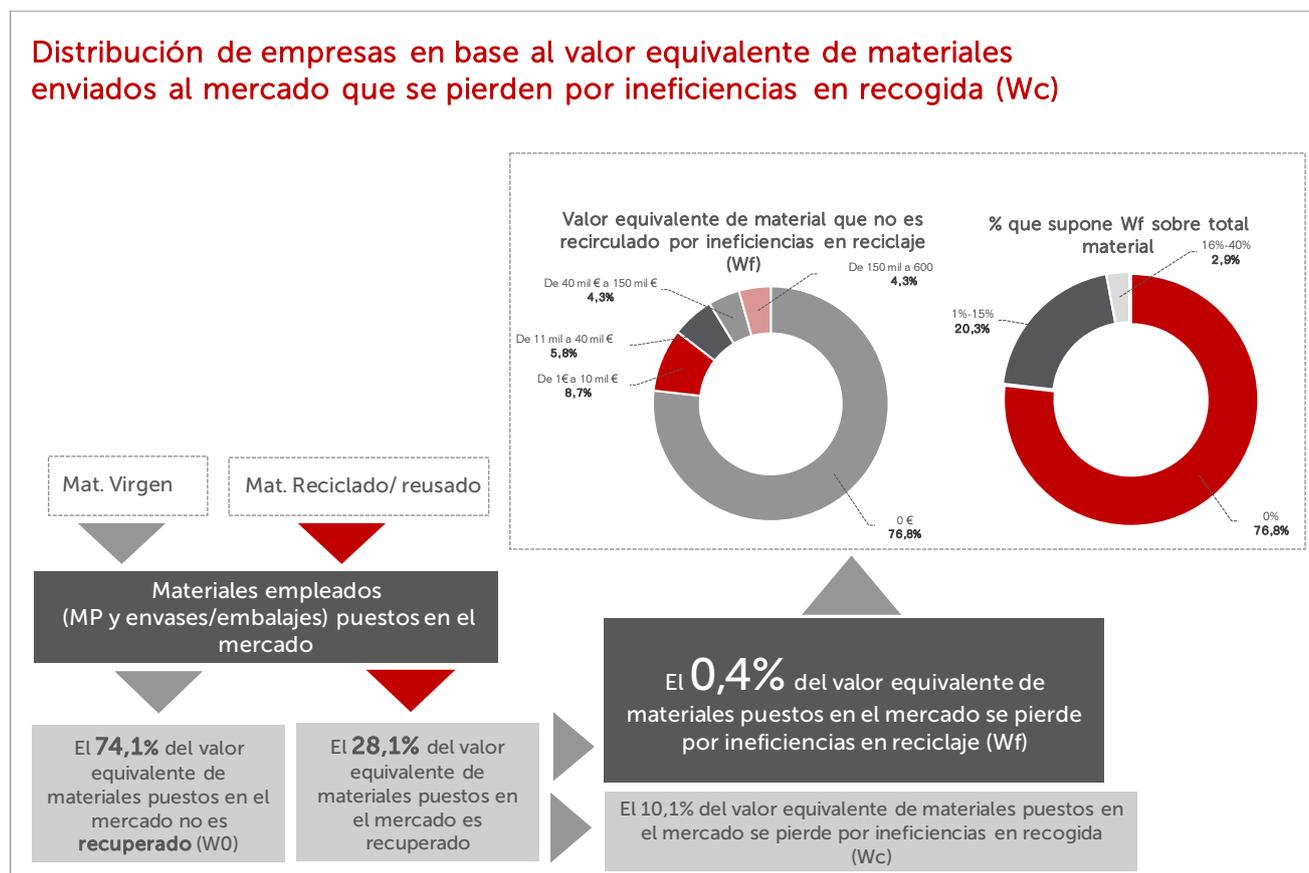


Figura 11. Fuente: Elaboración propia

Completando el circuito, llegamos a los valores recuperados que, finalmente, son reciclados de manera efectiva de nuevo a algún sistema productivo. En términos ponderados, esto supone alrededor del 17,6% del valor equivalente de materiales enviados al mercado. Aquí se destacan el aproximadamente 49% de empresas que, a consecuencia de todas las pérdidas habidas en el circuito, declara que no se recicla nada (ver figura 12). Las restantes se distribuyen en valores de material reciclado en términos equivalentes siempre inferiores a 6,6 millones de euros. Así, el 24% declara que se reciclan hasta 200 mil euros, el 8% indica que son entre 200 mil y 600 mil euros, el 7% señala que entre 600 mil y 1,5 millones de euros y, finalmente, el 10% de empresas que son las que indican un mayor volumen de reciclación con valores entre 1,5 y 6,6 millones de euros.

En términos relativos y siempre respecto al total equivalente de materiales puestos en el mercado (ver comentario en nota 1 a pie de página), se obtiene que el 29% de empresas indica un valor reciclado equivalente al 1%-20% del total de sus materiales, un 10% señala que se recicla entre el 31% y el 60% y, entre las empresas con mayor porcentaje, un 5,8% declara que se recicla entre el 61% y el 85%, mientras que otro 5,8% comenta que se recicla entre el 86% y el 100%.

**Distribución de empresas en base al valor equivalente de materiales enviados al mercado que son efectivamente reciclados**

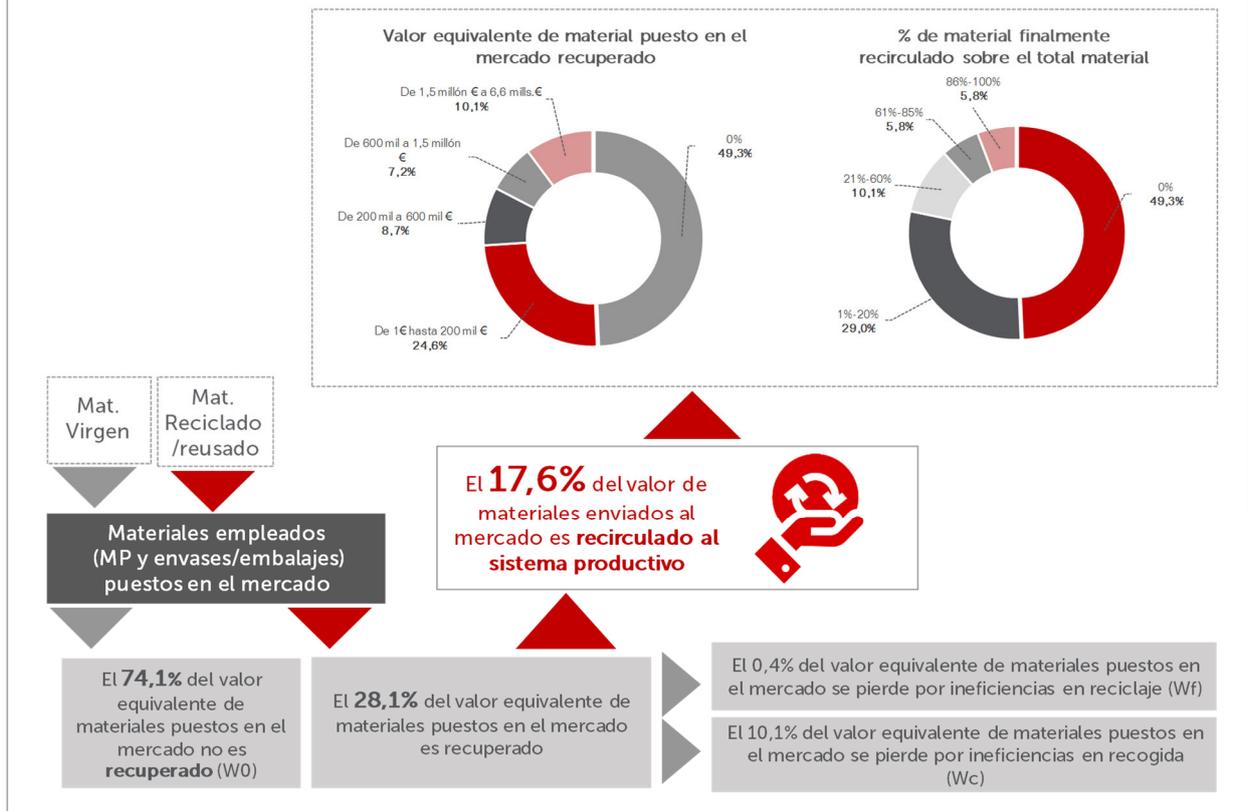


Figura 12. Fuente: Elaboración propia

Como complemento del anterior valor, tendríamos el valor total de pérdidas del circuito, que se corresponde con el valor total equivalente de materiales que no es reciclado por algún motivo (W), detallado en la figura 13. Entre las empresas encuestadas, no hay ninguna que declare que no se pierde alguna cantidad. Un 46% de empresas señala que se pierde en total hasta 1 millón de euros, un 22% indica que se pierden entre 1 y 2 millones de euros y un 9% de empresas comenta que dicho valor está entre 2 y 4 millones de euros. Entre las que señalan una mayor pérdida total están el 10% de empresas que indica valores entre 4 y 9 millones de euros, y un 11,9% que indica que dicho valor está entre 9 y 84 millones de euros.

Como síntesis global, el 77% de empresas declara que dejan de reciclar al sistema un importe que es equivalente al 81%-100% del total de materiales. Para un 4,5% de empresas dicho valor se sitúa entre el 61% y el 80%. Un 7% señala valores entre el 31% y el 60% de no reciclación del valor total de materiales y un 10,4% indica que ese valor está entre el 1% y el 30%. Estas cifras muestran el relevante impacto que tiene la falta de reciclación por algún motivo, destacándose como más relevante en porcentaje relativo el valor que se deja de recuperar ya inicialmente una vez enviados los productos al mercado (W0).

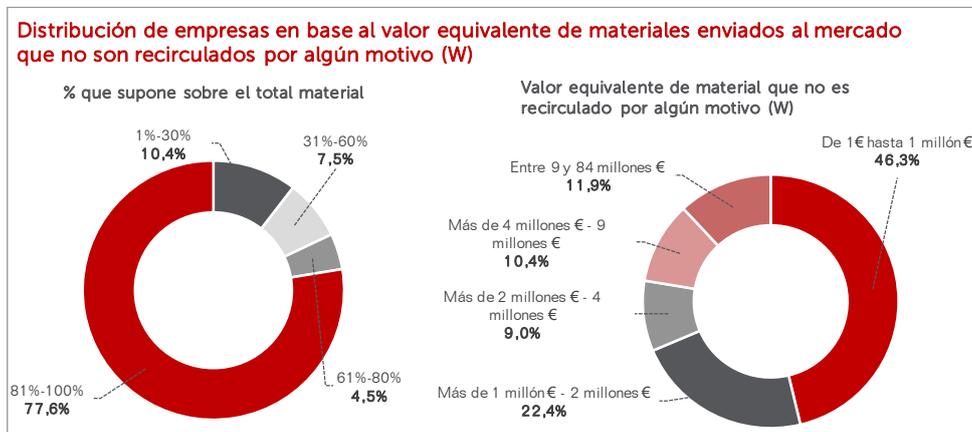


Figura 13. Fuente: Elaboración propia

La figura 14 muestra el resumen de los valores promedios ponderados por el valor de la producción a lo largo del circuito descrito, los cuales forman parte del cálculo del indicador de circularidad para cada empresa de la muestra. De nuevo, advertimos al lector que se debe tener en cuenta que estos valores se expresan siempre en términos del equivalente de materiales incorporados en los productos, ya que todos los cálculos parten de dicho valor (ver nota 1 al pie de página). En cambio, no se debe interpretar que el valor de las pérdidas se corresponde con un posible valor de mercado asociado a dicha pérdida. Por lo tanto, no es el valor económico total del producto puesto en el mercado, el cual incluye además de los materiales, el valor económico del personal, de otros costes generales de fabricación y distribución, costes financieros e impuestos, entre otros. Tan sólo se ha computado a cada paso el equivalente en términos de qué porcentaje supone respecto al valor total de materiales incorporados.

De los resultados, se puede destacar un relativo bajo grado de circularidad material en la empresa gallega (valor promedio de ICM de 140). Esto significa que, en general, la empresa gallega se encuentra con alguna dificultad para la recirculación de materiales. La mayor parte de las pérdidas de material usado que deja de recircularse en promedio ( $W=22,8$  millones de €) se debe sobre todo al elevado peso que tiene el valor equivalente de los materiales puestos en el mercado que no son recuperados por término medio ( $W0 =22,3$  millones de €). A ello se añade el bajo peso relativo de incorporación como inputs de materias primas y de envases y embalajes que ya provienen de recirculación (10,4% y 3,6%, respectivamente), además de un grado de eficiencia en los procesos de recogida y reutilización mejorable (26,3% y 34,4%, respectivamente). Se une también el bajo nivel de recuperación de materiales y envases y embalajes puestos en el mercado con los productos (25,7 y 35,4%, respectivamente).

Por ello, se puede decir que la empresa gallega tiende a tener un elevado índice de flujo lineal de materiales (IFL=860) o, dicho de otro modo, un bajo grado de circularidad (ICM). Como se puede apreciar, aun cuando se hace un cierto esfuerzo en recircular los materiales desde la producción, esa recirculación se ve menoscabada por la ineficiencia de dicho proceso, lo que lleva a pérdidas relevantes de materiales que afectan al grado de eficiencia de los procesos productivos y suponen un bajo grado de uso racional de los recursos limitados recirculables. Estas cifras pueden interpretarse como que por cada 1.000 euros de materiales incorporados en los productos que se ponen en el mercado, sólo se recirculan en algún punto del sistema producción/consumo 140 euros, siendo los 860 euros restantes parte de un flujo totalmente lineal que no se recircula.

### Cifras promedio para el cálculo del índice de flujo lineal-IFL y del indicador de circularidad de materiales-ICM para el total de la muestra

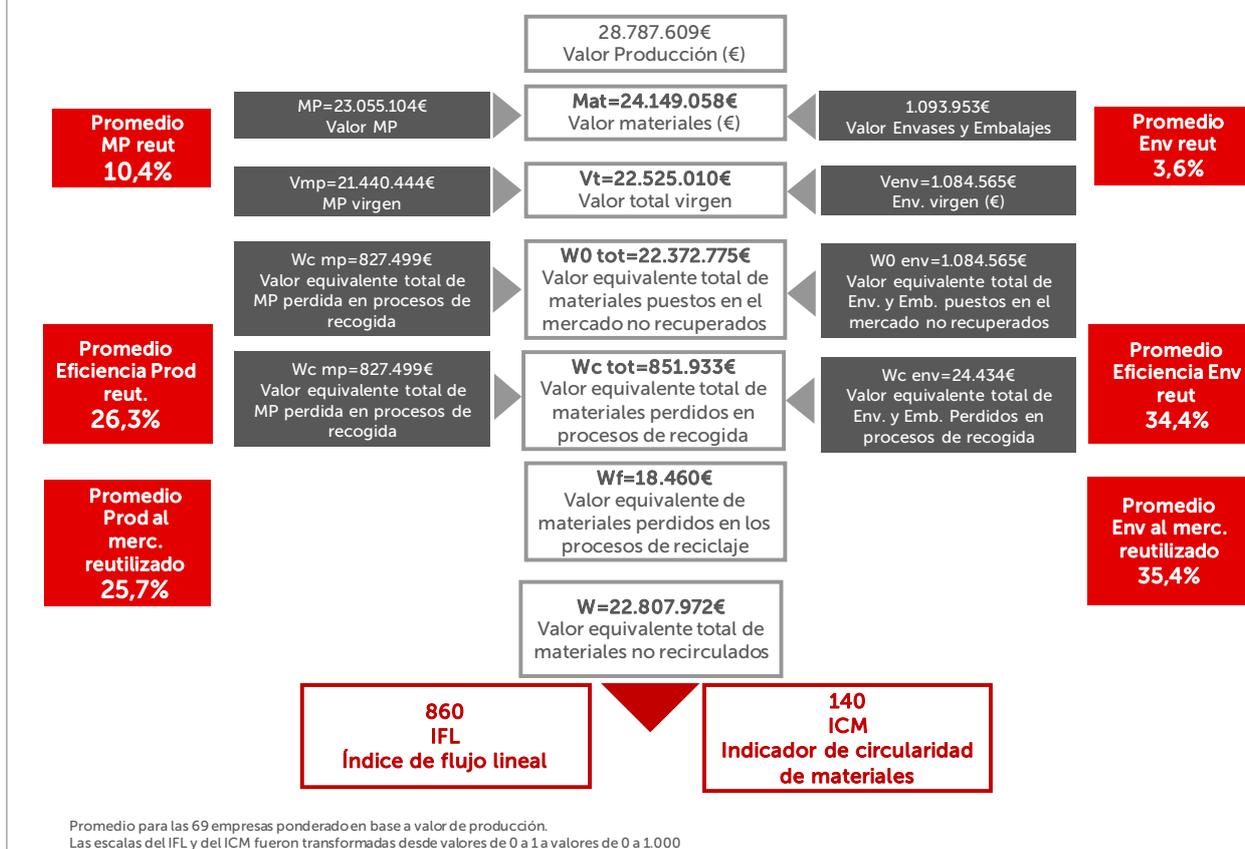


Figura 14 Fuente: Elaboración propia

Realizando cálculos adicionales, se obtiene que la empresa gallega deja de recuperar bajo la filosofía de economía circular un 79,2% del valor total de la producción (W/valor producción). Si se compara con el valor total de materiales empleados para producir esos bienes, entonces en promedio alrededor de un 94,4% de dicho valor no es reciclado por algún motivo. Al realizar el cálculo tomando como denominador el valor añadido bruto de cada empresa, se observa que se desperdician 4,18 euros en materiales no recuperados (W) por cada euro de valor que genera la empresa al añadir conocimiento, capital y otros recursos sobre los inputs provenientes del exterior de la empresa.

La figura 15 muestra las cifras promedio del circuito expresadas como porcentaje respecto al valor equivalente de materiales. Por término medio un 89,2% del valor de materiales empleados en los procesos productivos de estas empresas provienen totalmente de materiales vírgenes, procediendo aproximadamente el 10,8% restante de materiales ya en recirculación. Por diversos motivos, alrededor de un 74% del valor de dichos materiales enviados al mercado bajo la forma de productos y envases y embalajes no es finalmente recuperado, lo que muestra un relevante potencial de mejora. Para ello sería necesario comenzar desde el propio proceso de diseño de productos, así como una involucración de la cadena de suministro y un mayor desarrollo de las actividades de logística inversa. En promedio, el 28% de materiales es recuperado por las empresas de la muestra o por sistemas de gestión de residuos, ya sean bajo la responsabilidad del productor u otros sistemas una vez que productos y envases y embalajes fueron puestos en el mercado de venta. Desde ese porcentaje hasta el 17,6% de materiales que, en promedio, es finalmente reciclado al sistema, ocurren diversas pérdidas en el proceso. La más relevante proviene por ineficiencias achacables a la recogida (Wc), que alcanzan alrededor del 10,1% del valor promedio de materiales puestos en el mercado. Finalmente, apenas un 0,4% del valor de materiales se pierde por ineficiencias en el proceso de reciclaje (Wf).



Figura 15. Fuente: Elaboración propia

Una medida considerada por muchos como indicadora de la productividad asociada a la circularidad de los materiales sería el valor económico promedio del Valor Añadido Bruto generado (VAB) entre el valor económico promedio del input materiales efectivamente recirculados, ponderados ambos por el valor de la producción de cada empresa. No obstante, una medida de productividad sólo puede asociarse en sentido estricto a factores primarios como el trabajo y el capital. Sin embargo, es una medida relativa que resulta muy informativa sobre el potencial de la circularidad de materiales. Dado que valores extremos de recirculación de materiales resultarían en un valor promedio del VAB relativo a la circularidad de materiales muy sesgado—la media simple es muy sensible a valores muy extremos—, se utilizó como valor de tendencia central la mediana, la cual divide a la muestra en dos partes iguales y es más robusta ante valores extremos. Para este cálculo se incluyó el promedio de VAB que las empresas reportaron en el registro de sus cuentas en los años 2014, 2015 y 2016, lo cual permite suavizar el efecto potencial de valores anómalos de un solo año. Adicionalmente, en dicho promedio sólo se incluyó el porcentaje reportado por las empresas que representa el valor de la producción de su familia de productos principales sobre el total de la cifra de ingresos de explotación, de tal forma que tanto numerador como denominador fuesen cantidades referidas a un mismo volumen de actividad.

El valor de materiales recirculados efectivamente para cada empresa se obtuvo a partir del valor total de materiales incorporados en los productos enviados al mercado, al cual se restaron los puestos en el mercado no recuperados ( $W_0$ ), el valor de los materiales puestos en el mercado que fueron desperdiciados por ineficiencias en la recogida ( $W_c$ ) y el valor de los materiales puestos en el mercado que fueron desperdiciados por ineficiencias en el reciclaje ( $W_f$ ). Esto arroja una estimación mediana de 1,03, lo que implica que, en estas condiciones de baja circularidad, la empresa gallega es capaz de generar 1,03 euros de valor añadido por cada euro de materiales que la empresa hace recircular de nuevo al sistema productivo.

Todas estas cifras aportadas a través de este informe muestran el potencial de mejora que tiene la empresa gallega al considerar la posibilidad de incrementar su grado de circularidad, ya que implicaría un uso más racional de los recursos limitados al alcance de la empresa. También evidencian los tres puntos esenciales para la mejora de la circularidad en el flujo de materiales de la empresa gallega: incremento en el uso de materiales que ya procede de materiales en recirculación, incremento en el grado en que se recirculan los productos y envases/embalajes puestos en el mercado y consumidos (por hogares, empresas...) y mejoras en la eficiencia de los procesos de recirculación. Si tomamos como referencia sólo el valor de los materiales recuperados, es decir, restando el valor total de materiales enviado al mercado menos  $W_0$ , entonces alrededor de un 67% es finalmente recirculado en algún punto del sistema productivo.

## 10.8. Rasgos de las empresas con mayor Índice de Empresa Circular

Los cálculos descritos llevan a la obtención del indicador ARDÁN de empresa circular (ICM). La figura 16 muestra la distribución de empresas en base al rango que el ICM toma. Como consecuencia de los valores de pérdidas y bajos niveles de incorporación de materiales ya provenientes de circulación, un 43,5% de empresas obtuvo un ICM igual a cero. Esto es, su proceso productivo es totalmente lineal, siendo su valor de IFL igual a 1.000. Un 29% de empresas obtuvo valores de empresa circular muy bajos, comprendidos entre 1 y 99. Un 8,7% de empresas encuestadas obtuvo valores de ICM entre 100 y 199. Un 5,8% de empresas consiguieron valores ICM comprendidos entre 200 y 399.

El 12,9% restante obtuvo valores superiores a 400. Esto es, al menos un 40% de su actividad es circular, siendo capaces de reintegrar al circuito 400 de cada 1.000 euros en términos equivalente de valor de materiales incorporados a los productos puestos en el mercado. Estas empresas son las que finalmente se han considerado como empresas circulares. Entre ellas, un 1,4% obtiene valores de ICM entre 800 y 900, otro 1,4% consigue valores entre 600 y 799 y un 10,1% de empresas encuestadas tienen dicho valor ICM entre 400 y 599. Ninguna empresa obtuvo valores superiores a 900. Dicha circunstancia es difícil de conseguir ya que implicaría que más del 90% de los flujos de materiales sería finalmente reincorporada al circuito, considerando tanto inputs de materiales ya provenientes de recirculación, como el grado de reincorporación de materiales incluidos en los productos puestos en el mercado provenientes de su actividad productiva (outputs).

Se debe mencionar que existen ciertas características de los diferentes sistemas productivos que tienen una gran influencia sobre la posibilidad de recircular materiales. El caso más claro es el de los sistemas productivos

relacionados con la transformación de productos alimentarios, puesto que una parte esencial de la materia prima se consume y no es susceptible de recirculación. Esto ha podido influir en el hecho de que no aparezca ninguna empresa de esos sistemas productivos entre las de mayor circularidad. En futuros informes se realizarán los ajustes necesarios para no penalizar a empresas de este sistema productivo.

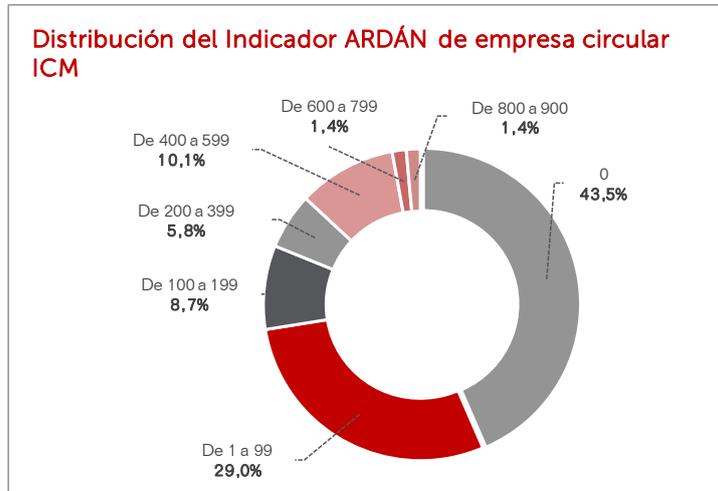


Figura 16. Fuente: elaboración propia

Entre las 9 empresas con ICM superior a 400, se pueden observar ciertos rasgos distintivos. Entre ellos, se destacan los siguientes:

- Su materia prima o producto gira generalmente en torno a productos metálicos. Tal es el caso de la industria auxiliar, automoción y equipos, maquinaria y equipos, construcción naval, y materiales férricos para la construcción.
- Prácticamente todas las empresas con mayor índice de circularidad tienen una cifra de negocios superior a la mediana de la muestra (algo más de 3 millones de euros), existiendo disparidad de cifras en función del sistema productivo y actividades que realizan.
- Otro rasgo destacable es que todas tienen un VAB promedio en el período 2014-2016 que está por encima de la mediana del total de la muestra (805 mil euros) y la práctica totalidad de ellas tienen un total de activos también superior o en torno a la mediana. Esto parece indicar que un cierto tamaño es relevante a la hora de explicar la obtención de elevados índices de circularidad.
- Entre los rasgos más destacables, sobresale el hecho de tener un bajo volumen relativo de empleo de materiales vírgenes sobre el total de materiales empleados para producir la principal familia de productos. El valor máximo que alcanzan algunas de las empresas es de un 10%, siendo el restante 90% proveniente de materiales ya en recirculación, bien interna o externamente a la empresa. Algunas de ellas incluso llega a utilizar el 100% de materiales provenientes de otros ya en recirculación, bien interna o externamente.
- La práctica totalidad de empresas con mayor índice de circularidad obtiene unas cifras significativamente elevadas en cuanto al porcentaje de materiales puestos en el mercado que se recuperan y que son efectivamente puestos en recirculación con cifras que rondan entre el 75% y el 100%.
- Estas empresas consiguen un bajo nivel relativo de material no recuperado por cualquier tipo (W0, Wc, Wf).
  - o Las cifras de W0 se mueven entre el 2,4% y el 0%.
  - o Respecto al material desperdiciado por posibles ineficiencias en el proceso de recogida (Wc), también consiguen estas empresas cifras significativamente bajas, motivado por grados de eficiencia que rondan el 80% de media.
- Estas empresas consiguen también bajos niveles de materiales desperdiciado por posibles ineficiencias en los procesos de reciclaje (Wf), suponiendo en prácticamente todos los casos el 0% sobre el total de materiales empleados.

La tabla siguiente muestra la lista de las 9 empresas circulares según el indicador de empresa circular ARDÁN-2018, ordenadas de mayor a menor índice.

**Empresas con Indicador ARDÁN de Empresa Circular sobre la muestra 2018**



Empresa	Localidad
1 MECANIZADOS RODRIGUEZ FERNANDEZ, S.L.	Pereiro de Aguiar
2 DENAT 2007, S.L.	O Porriño
3 MANUFACTURAS IBERICAS, S.A.	Ourense
4 GALLEGA DE MALLAS, S.L.	Arteixo
5 EGATEL, S.L.	San Cibrao das Viñas
6 EYPAR, S.A.	Melide
7 EUROPRECIS GALICIA, S.L.	Vigo
8 TRIOMACHINE, S.L.	Nigrán
9 NODOSA, S.L.	Bueu

Miguel E. Rodríguez Méndez (Grupo GEN)  
Miguel González-Loureiro (Grupo IC2)

Agrupación estratégica ECOBAS (Universidade de Vigo)