

8

**CIRCULARIDAD
ECONÓMICA DE LA
EMPRESA GALLEGA**



08. CIRCULARIDAD ECONÓMICA DE LA EMPRESA GALLEGA

8.1. Introducción

El estudio *The Circularity Gap Report* (Circle Economy, 2019), que analiza el estado de situación de la "circularidad" de la economía global, concluye que solo el 9.1% de las actividades económicas globales son circulares. Los datos muestran la necesidad de un apoyo político decidido para el desarrollo de la economía circular. Es en este marco donde los responsables políticos europeos tienen la intención de intervenir en la búsqueda de una mayor eficiencia de los procesos de producción industrial, el consumo de los sectores primarios, así como en la mejora de la gestión de recursos clave como el agua o la energía, o la movilidad y gestión de ciudades.

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 dar continuidad al análisis del grado de circularidad económica de la empresa gallega presentado por primera vez en el año 2018 dentro de la serie de publicaciones del Informe ARDÁN Galicia. En primer lugar, debemos contextualizar 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.

8.2. ¿Qué es la Economía Circular?

El término “economía circular” (en inglés, *Circular Economy*) ha sido acuñado en oposición al modelo de “economía lineal” en el que se ha basado el desarrollo económico desde la revolución industrial en la Inglaterra del siglo XIX. El modelo económico lineal, bajo la premisa de “coger, hacer, consumir, desechar”, se fundamenta en la idea de tomar de la naturaleza elevados volúmenes y cantidades de recursos naturales vírgenes (tanto renovables como no renovables como por ejemplo agua, energía, biomasa, otros recursos minerales) relativamente baratos y de fácil acceso, para ser transformados en productos y servicios que son consumidos por empresas e individuos, generando como resultado altos volúmenes de residuos.

El modelo económico lineal genera múltiples problemas ambientales: la sobreexplotación de recursos y la generación de residuos que producen focos de contaminación, además de ocasionar la destrucción de bosques y pérdida de biodiversidad, entre otros. Todo lo anterior tiene consecuencias que van más allá de las estrictamente ambientales, pues son causa de impactos negativos sobre la salud humana y sobre las actividades económicas, como por ejemplo una menor productividad en la explotación de algunos recursos naturales, costes añadidos, pérdida parcial o total de actividades (p. ej. turísticas o de ocio, actividades agrarias o pesqueras).

Por el contrario, un modelo de economía circular debe minimizar los impactos medioambientales de las actividades económicas procurando que cualquier recurso natural que entre en las actividades económicas permanezca en su interior el máximo tiempo posible. Para tal fin, es necesario promover la reutilización y reciclaje de recursos dentro del sistema económico para, de esta manera, reducir la necesidad de introducir materiales vírgenes en el sistema. Además, es necesario devolver los materiales descartados (residuos) al sistema natural en un estado que permita su absorción sin generar contaminación o pérdida del capital natural.

En definitiva, el término “economía circular” delimita un marco de relación entre el entorno natural (biomasa, características físico químicas del aire, suelo, 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 el cierre de los «bucles» o flujos económicos y ecológicos de los recursos (Geng y Doberstein, 2008).

Como consecuencia, 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), tal y como muestra la Figura 1.

De acuerdo con esta visión de circularidad a través de “bucles”, tal y como la imaginó originalmente Walter Sheller, la economía circular debe procurar la extensión de la vida del producto, mediante el ecodiseño o el fomento de las actividades de reacondicionamiento y, en general, el desarrollo de actividades para la prevención de residuos. Alternativamente, de acuerdo con la filosofía “de la cuna a la cuna” de William McDonough y Michael Braungart, no existen residuos o “basura” dentro de los flujos productivos, sino que éstos deberían ser devueltos al sistema en forma de recursos. Finalmente, siguiendo el pensamiento de la ecología industrial del Profesor Roland Clift y Thomas Graedel, el consumo de materias primas y energía debería reducirse a niveles tales que permita su reemplazo por parte de la biosfera, de tal manera que las emisiones de residuos se reduzcan hasta unos valores 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:

- 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 re-manufactura 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.

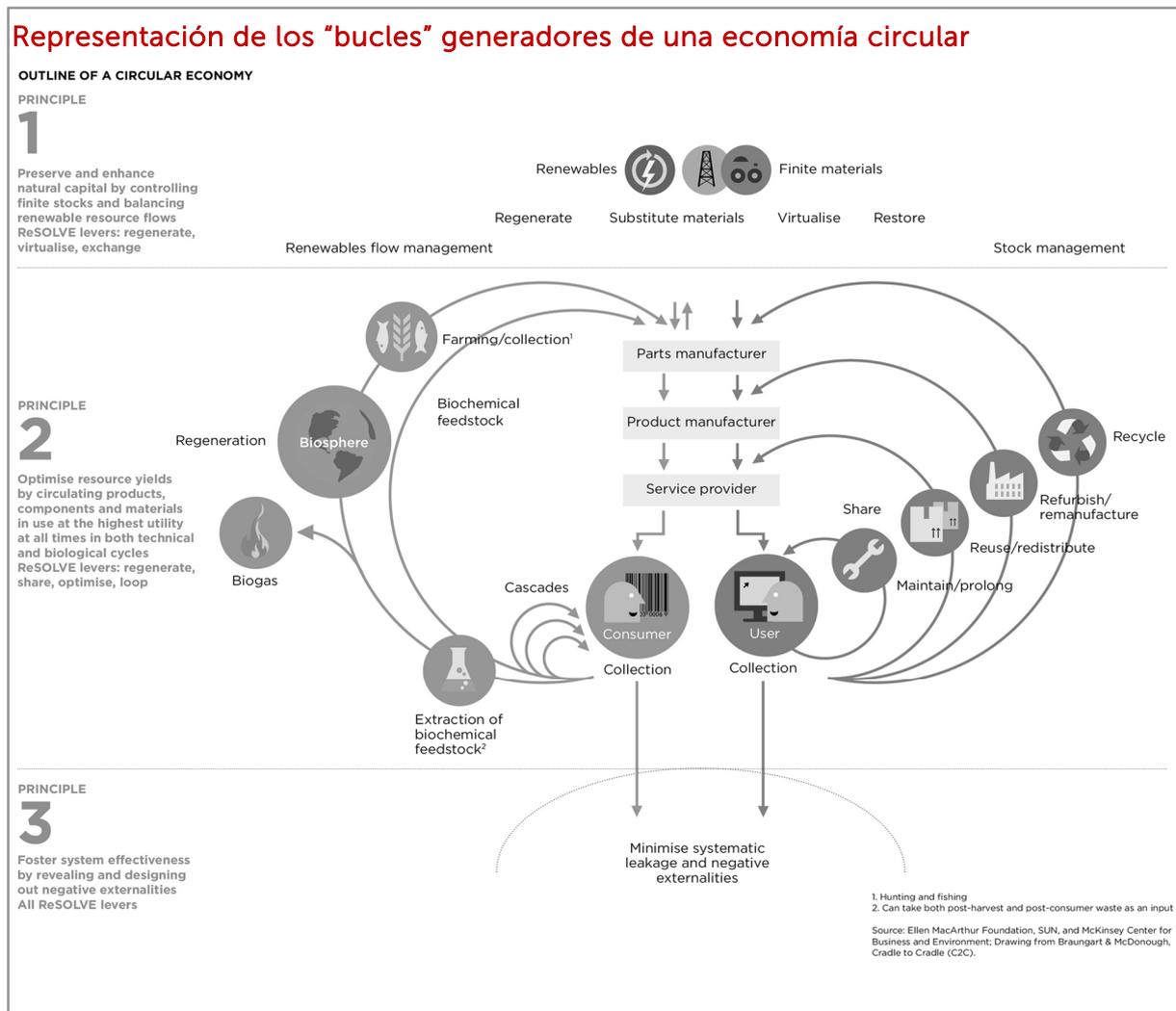


Figura 1. Fuente: Ellen MacArthur Foundation (2015b)

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).

8.3. ¿Por qué es necesario impulsar la Economía Circular?

En el marco de las Naciones Unidas, el 25 de septiembre de 2015 los líderes mundiales acordaron erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad a través de metas específicas que deben alcanzarse en el año 2030, dentro de un programa conocido como los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) del planeta. Si bien varios de éstos guardan alguna relación con la necesidad de impulsar la economía circular, y que enumeramos a continuación, no cabe duda que está íntimamente ligado con el "Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles".

- Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
- Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
- Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- Objetivo 14: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
- Objetivo 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.

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 relación (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.

En este sentido, no debemos olvidar que los organismos internacionales proyectan una población mundial de 9.600 millones en 2050, lo que "necesitaría el equivalente de casi tres planetas para proporcionar los recursos naturales precisos para mantener el estilo de vida actual" (ONU), mientras que la "huella de material" per cápita (toneladas métricas) de los países en desarrollo se dobló en los últimos 17 años (ONU). Buena parte de este fuerte incremento de la presión ambiental ejercida por los países en desarrollo es el resultado de la creciente globalización de la economía, que ha permitido impulsar el desarrollo económico de muchos países antes relegados a cierto grado de pobreza económica. Este hecho, que sin duda alguna es una muy buena noticia para los habitantes de esos países al mejorar sus condiciones de vida, tiene su contrapartida negativa sobre el medio ambiente al incrementar el consumo de bienes y servicios.

Relacionado con lo anterior, debemos destacar el papel jugado por China en el mercado internacional de bienes manufacturados, pues una parte creciente de su consumo de recursos tiene como destino los mercados de bienes de consumo final en los países desarrollados. Por tanto, una parte importante de los recursos naturales consumidos en China podrían ser atribuidos a los países de destino de los bienes de consumo final (p. ej. países desarrollados) y no al país en el que se producen los bienes.

El resultado de la creciente globalización económica y de la creciente internacionalización de las cadenas de valor (en muchos casos globales) 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, suelos, acuíferos). Efectos que se multiplican con el rápido crecimiento de la población mundial y el desarrollo de un proceso productivo lineal, cojo-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).

Como ya hemos mencionado en la introducción a este capítulo dedicado a la economía circular, 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. Esta segunda razón merece especial atención pues no es obvia. 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).

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 (Norteamérica, 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, 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. Imaginemos sus consecuencias en la cadena de valor de la producción de alimentos (p. ej.: China consume aproximadamente el 50% de cerdos del mundo, o el 37% de huevos), y sus consecuencias sobre el medio ambiente, (p. ej.: un tercio de todos los alimentos producidos en el mundo termina pudriéndose en manos de los consumidores y minoristas, o se estropea debido a las malas prácticas del transporte y la cosecha; el sector de la alimentación representa alrededor del 30% del consumo total de energía en el mundo y un 22% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero). O su impacto sobre el precio del petróleo (p. ej.: la fuerte subida desde los 12\$/barril a principios de 1999), sabiendo que China es capaz de matricular un millón de vehículos ligeros cada mes (Huo and Wang, 2012).

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 el 2008 (EEA, 2015), y el de los minerales metálicos lo hicieron en más de un 200% (se multiplicaron 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 a la seguridad de suministro, que incluye entre otros los siguientes aspectos:

- 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 al reducir nuestra capacidad de consumo e inversión.

- La política comercial seguida por la administración Trump de los EE.UU. a lo largo del último año, con una clara defensa del lema "America first" y sus consecuencias sobre el futuro marco de las relaciones comerciales internacionales (siendo el ejemplo más paradigmático, pero no el único, la llamada "guerra comercial" entre EE.UU. y China), lo cual pone en evidencia las debilidades europeas frente a la seguridad de suministro.

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%, ello 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 (información contenida en el primer borrador de dicha estrategia). 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).

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.

8.4. 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 cinco áreas de acción prioritarias: plásticos, residuos de alimentos, materias primas críticas, construcción y demolición y bioeconomía, y cuatro áreas de acción: producción, consumo, gestión de residuos y la conversión de residuos en recursos. Las medidas incluyen diversas acciones para reducir la generación de residuos y eliminar el vertido en Europa, incentivos para el diseño ecológico, acciones en la producción de plásticos y sustancias y productos químicos, así como el apoyo financiero necesario para proyectos de investigación en las diferentes áreas consideradas previamente, en las que también se debe incluir el consumo o la contratación pública.

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 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 y prohibición de dicho destino para los residuos recogidos separadamente, así como la promoción de instrumentos económicos para desalentar dichos vertidos.

Esta nueva agenda política europea se ha ido trasladando hacia cada estado miembro, donde 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.

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 para el horizonte 2030, que cuenta con una versión preliminar (borrador), documento que ha sido sometido a un proceso de exposición pública en febrero de 2018 (en la actualidad aún no ha visto la luz la versión definitiva de dicha estrategia).

En el ámbito de las administraciones autonómicas existen igualmente diversas iniciativas para impulsar estrategias de economía circular, 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, que en el año 2015 aprobó su "Estrategia de Impulso a la Economía Verde y Circular". Su diseño difiere substancialmente de las diferentes estrategias que se han ido desarrollando en los últimos años, y a las que hemos hecho referencia en 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 en el sector industrial fundamentalmente a lo largo de los últimos años.

En general, podemos identificar diversos elementos comunes en cualquier estrategia de economía circular, que podemos resumir en los siguientes:

- Promoción de una economía basada en el conocimiento, fomentando la colaboración público-privada entre instituciones, organizaciones de investigación y centros de formación. Se incluyen aquí el desarrollo de plataformas de información que permitan la transversalidad entre los diferentes actores a través de la difusión de información, tanto de buenas prácticas como de agentes involucrados en el desarrollo de tecnologías y modelos de negocios circulares, permitiendo la creación de redes de estímulo de la economía circular.
- Fomentar la filosofía del ciclo de vida y el ecodiseño en la cultura empresarial (p. ej. se estima que hasta el 80% de todos los impactos ambientales de un producto en su ciclo de vida están determinados por su diseño).
- Promover nuevos modelos de negocios basados en la utilidad de los productos, reemplazando la propiedad de los productos por el consumo de servicios.
- Apostar por una planificación urbana y modelos constructivos ecoeficientes.
- Mejorar tanto la gestión del ciclo del agua promoviendo la reutilización del agua y los recursos contenidos en las aguas residuales, como la gestión de los residuos industriales y urbanos observando la aplicación efectiva de la jerarquía de residuos.

8.5. ¿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, entendiendo 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. Por tanto, su finalidad es exclusivamente didáctica. 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).

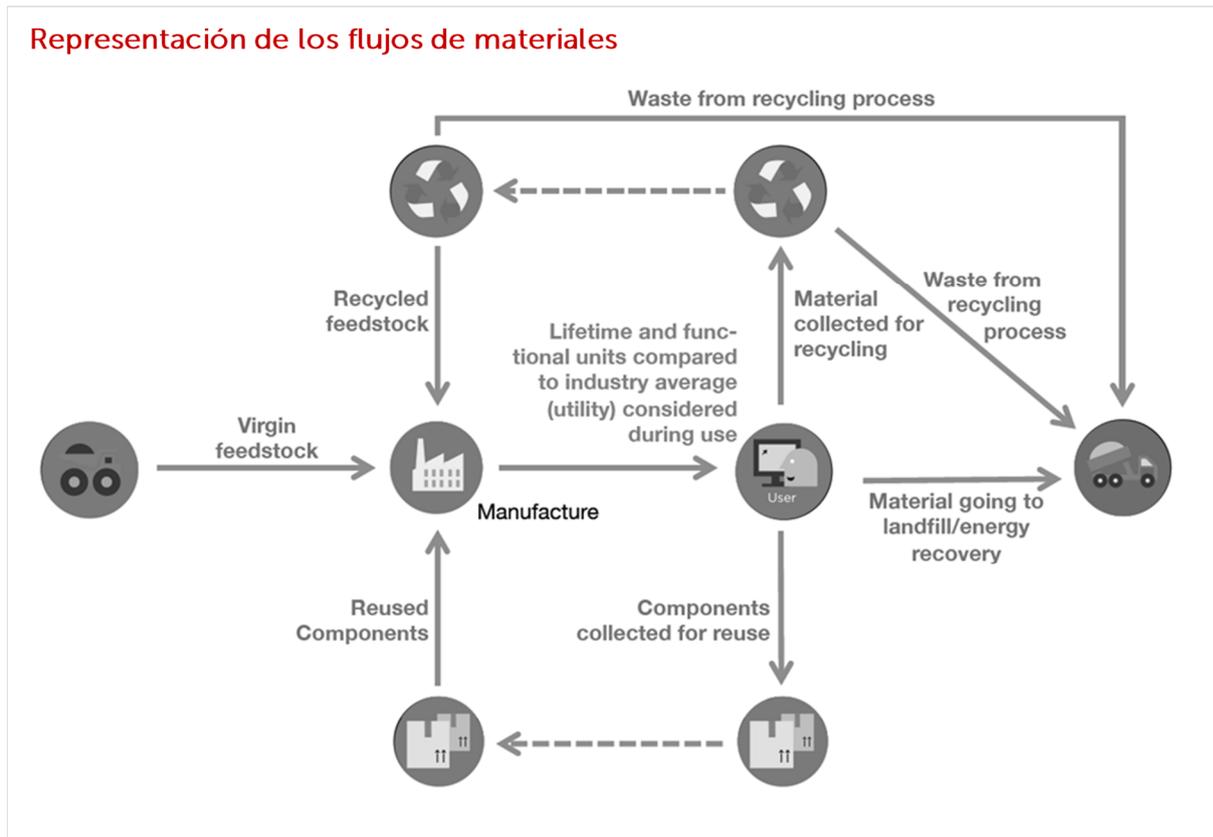


Figura 2. Fuente: Ellen MacArthur Foundation (2015b)

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 ARDAN 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 (m³, kg, etc.). En consecuencia, es necesario utilizar un factor de normalización común. Para la visión agregada hemos ponderado los valores según la cifra total de negocios de cada empresa. A cada empresa le hemos preguntado directamente el valor total de sus materias primas y de envases/embalajes, así como los porcentajes que representan a la entrada los materiales que ya provienen de recirculación. Además, les hemos preguntado qué porcentaje de materias primas se convierten en residuo durante los procesos productivos y, de ellos, qué porcentaje se somete a algún proceso que facilite su recirculación. Por ejemplo, le hemos preguntado a las empresas 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. 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).

8.6. Una aproximación al Indicador de Empresa Circular en la empresa transformadora gallega

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

Con el objetivo de poder comparar los resultados del informe 2019 con los publicados para el año 2018 cuando se realizó el primer informe de esta naturaleza, hemos querido mantener en lo fundamental la metodología de nuestro análisis. En particular, el análisis está centrado en las empresas transformadoras, habiendo excluido los CNAEs de actividades extractivas, comercializadores y de servicios. Esto se debe a las características propias de esos tipos de actividades que dificultarían homogeneizar el indicador o, al menos, poder compararlo entre sí. Este es un problema habitual en los indicadores de circularidad empresarial, y en particular del modelo diseñado por la Ellen MacArthur Foundation. Así, se excluyeron en el presente informe:

- En general, se han excluido las empresas extractivas, ya que, por la naturaleza de su actividad, son proveedoras de suministros básicos para las actividades transformadoras de que se trate, por lo que se medirá el grado de circularidad en primeras y sucesivas transformaciones, y no en la etapa extractiva. Las excepciones se realizaron en el caso de Pesca, Agroalimentario y Rocas y minerales, puesto que, con frecuencia, resulta difícil separar la actividad extractiva de la transformadora porque se trata de empresas con cierto nivel de integración vertical. También está motivado por la relevancia socioeconómica de dichas actividades, que inciden fuertemente en el indicador de circularidad de una economía como la gallega. Por ello, no se restringieron esas actividades extractivas. Otras como la minería, por ejemplo, sí se excluyeron.
- Respecto a la comercialización y distribución, su actividad es esencialmente la movilización de mercancías y no la incorporación de nuevos suministros básicos (materias primas). En realidad, la circularidad de la empresa transformadora se mide indirectamente a partir de los productos puestos en el mercado, por lo que de alguna manera podría duplicarse su contabilización si se incluyesen empresas puramente comercializadoras.

- 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 estas últimas empresas.

Respecto al informe del año pasado, en la presente edición se incluyeron las actividades de construcción de edificios y actividades específicas relacionadas tales como obra pública o infraestructuras, siempre y cuando fabriquen algún componente, y no sean meros instaladores. También se incluyeron empresas del CNAE 21 Fabricación de productos farmacéuticos, que por su actividad fueron asignadas al sistema productivo denominado Productos químicos y derivados. Como consecuencia, el presente informe trata de abarcar los principales sistemas productivos de Galicia, perteneciendo las 141 respuestas recibidas con datos válidos a los siguientes (ver Figura 3):

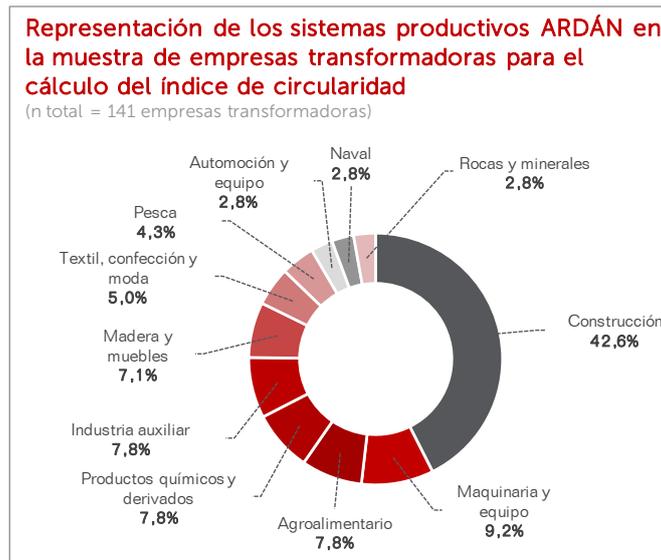


Figura 3. Fuente: Elaboración propia

8.6.1. 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 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 algún 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 reciclar 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. En el cálculo relativo al presente informe, se ha incorporado el total de producción de la empresa, en lugar de la principal familia de productos de dicha empresa –como fue realizado para el informe anterior del 2018–, por lo que la información proporcionada está referida a la globalidad de actividades de la empresa. La información obtenida a través de los cuestionarios a empresas es la siguiente (tanto para materias primas como para envases y embalajes):

A) Respecto a la materia prima y productos:

- Valor total en euros de materias primas que la empresa ha consumido en sus procesos productivos en el año 2018 (€ MateriasP).
- Porcentaje de materia prima que tiene su origen en procesos de reciclaje o reutilización de su propio proceso o de otros sectores (% PorcentMPReut).
- Porcentaje de productos puestos en el mercado que son sometidos a algún sistema de reciclaje/reutilización (% PorcentProdReut).
- Nivel de eficiencia de los procesos de reciclaje/reutilización a los que son sometidos sus productos al final de su vida útil (% EficFinalPT).
- Porcentaje de materias primas que se convierten en residuos durante el proceso de producción (%Residuos).
- Porcentaje de residuos que son sometidos a algún sistema de reciclaje/reutilización (excluyendo los sometidos a procesos de eliminación vía incineración, depósito en vertedero, etc.) (%Residuos_Recirculados).

B) Respecto a los envases y embalajes:

- Valor total en euros de envases y embalajes que la empresa ha utilizado en sus procesos productivos en el año 2018 (€ Envases).
- Porcentaje de envases y embalajes que tienen su origen en procesos de reciclaje o reutilización de su propio proceso o de otros sectores (% PorcentEnvReut).
- Porcentaje de envases y embalajes puestos en el mercado que son sometidos a algún sistema de reciclaje/reutilización (% PorcentEnvReut).
- 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 usados en el proceso productivo (Mat) sumando el valor de materias primas y de envases y embalajes.
- 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 de envases que se envían al mercado y se recuperan/reincorporan, % PorcentProdReut y % PorcentEnvReut, respectivamente. En dicho cálculo, y para el caso de las materias primas, se excluyeron del total de materias primas los residuos que se generan en el proceso –resultado de multiplicar %Residuos por MateriasP– previo a la multiplicación por los factores de productos que no se recuperan. Esto se hizo así puesto que esos residuos no llegan a ir al mercado y por tanto han de retirarse del cálculo. Por otro lado, se suma finalmente la cantidad de residuos que finalmente no es reciclada/reutilizada, puesto que entra en el concepto de material no recuperado por falta de recircularidad del proceso productivo, siendo igual al resultado de multiplicar MateriasP por %Residuos y por uno menos %Residuos_Recirculados. Esta sería la cantidad total de residuo que no es finalmente recirculada.

- 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 (W_c) debido a la ineficiencia de estos procesos que no son capaces de reincorporar todo el material recogido. Este valor de W_c 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 % PorcentEnvReut, respectivamente) y multiplicado por uno menos el porcentaje de eficiencia (% EficFinalPT y % EficEnv, respectivamente). Aquí también se retira del valor de materias primas los residuos previa a la multiplicación por esos factores, y se añade por otro lado la cantidad de residuo que es reciclado/reutilizado multiplicado por el factor de ineficiencia de los procesos de recogida (uno menos (% EficFinalPT)).
- El equivalente en términos de materiales del valor total de pérdidas generadas por los procesos de reciclaje de los envases y embalajes (W_f) 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 W_0 , W_c y W_f , siendo igual a W_0 más la mitad de W_c y W_f . Este método de cálculo responde a la necesidad de evitar dobles contabilizaciones. Según defiende la Fundación Ellen Macarthur, si simplemente agregamos W_c y W_f , 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 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 $V_t = W_0 = 0$. Dicho valor se multiplicó por 1000 para obtener un índice de base 1000, comparable con el ICM que se calcula posteriormente y también comparable con otros indicadores ARDAN que se realizan sobre esa base 1000.
- 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.

8.6.2. 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 ICM. Posteriormente, se ofrece una visión de conjunto de los valores a lo largo del circuito, siguiendo la filosofía de la Figura 2. Las cifras mostradas en las siguientes figuras hacen referencia al valor monetario equivalente en términos del valor total de materiales incorporados en los productos que se ponen en el mercado¹. Dicho de otro modo, cuando por ejemplo hablamos del valor de los residuos, no nos referimos a su valor de mercado real sino a su valor en términos de cuanto representan en relación al valor de los materiales incorporados en el proceso productivo. Para el cálculo del índice de circularidad de este capítulo, sólo se han computado los valores de materias primas y envases y embalajes incorporados en los productos de las empresas. Por consiguiente, todos los valores económicos aquí referidos deben ser entendidos en dichos términos de equivalencia de materiales.

Como se puede observar, existe un alto grado de incorporación de material totalmente virgen (ver Figura 4). Aproximadamente, un 82% de empresas encuestadas incorpora más de un 81% de material virgen en la entrada de sus procesos productivos. Además, un 55% incorpora entre 99 y un 100% de material virgen. Mientras que tan sólo un 1,4% de empresas incorpora el 100% de material procedente de procesos de recirculación. La distribución muestra también que apenas un 11% de empresas encuestadas incorpora entre un 1% y un 65% de materiales vírgenes sobre el total material. En términos monetarios, un 60% de empresas incorpora materiales vírgenes hasta un importe de 1 millón de euros. Por el contrario, un 15% de empresas incorpora materiales vírgenes cuyo importe es superior a 9 millones de euros. Por lo tanto, aun cuando una proporción relevante de empresas emplea un porcentaje de material virgen elevado, en términos de volumen en euros, las cantidades de material virgen frecuentemente no suelen exceder de un millón de euros por empresa.

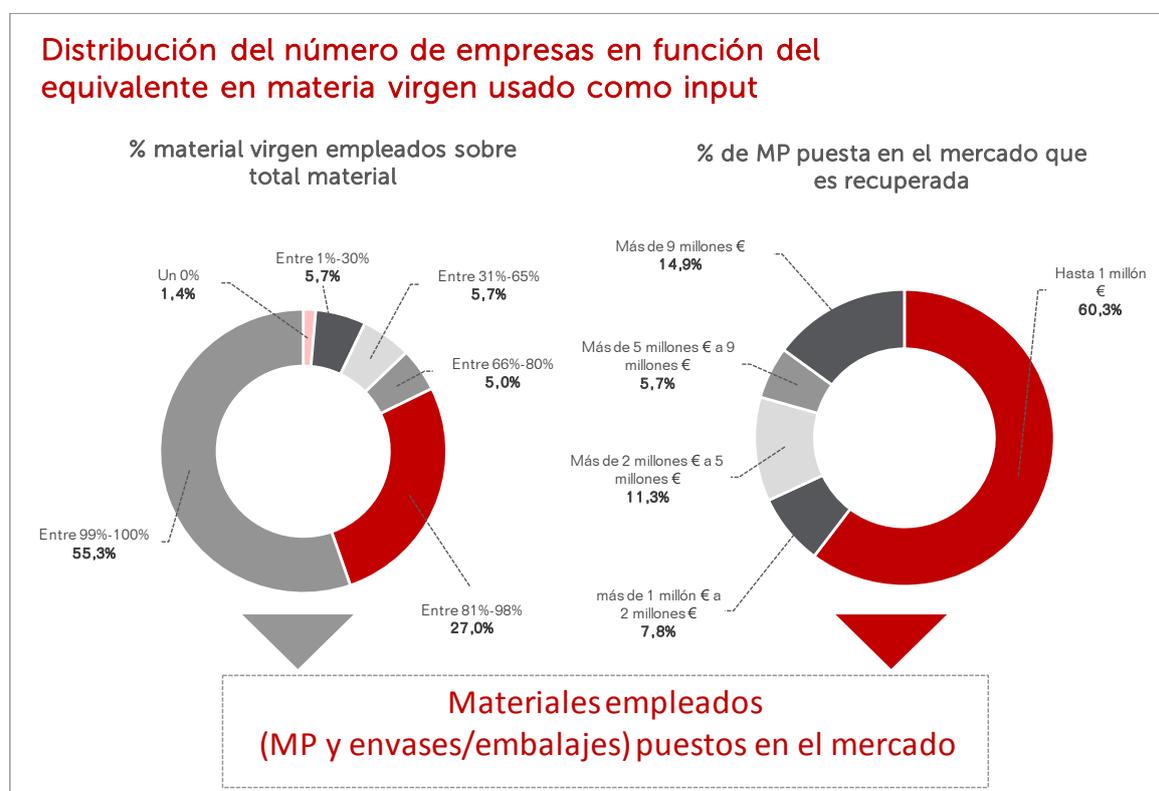


Figura 4. Fuente: Elaboración propia

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.

La Figura 5 muestra las cifras anteriores en el contexto del valor total de materiales, y la desagregación de material procedente de algún proceso de recirculación (materiales procedentes de circuitos de reutilización o reciclaje) para la materia prima y para los envases y embalajes. Se destaca que un 56% de empresas no incorpora nada de materias primas que provengan de reciclaje o de reutilización (65% en el informe 2018), mientras que un 54% de empresas no incorpora envases/embalajes procedentes de dicha recirculación (69% en el informe 2018). Esto hace elevar en gran medida el valor del material virgen usado en los procesos productivos, y supone un aspecto de mejora destacable.

En el extremo opuesto se sitúan el 4,2% de empresas que incorporan más de un 80% (5,8% para >50% en el informe 2018) de materia prima proveniente de recirculación, y el 7,1% de empresas incorpora más de un 80% de envases y embalajes de esa procedencia (4% en el informe 2018). Atendiendo a estos resultados, podemos identificar una evidente mejora respecto a los resultados del informe anterior 2018.

Por término medio, alrededor de un 52% de empresas incorpora hasta 1 millón de euros de material en su proceso productivo, sumados tanto la materia prima como los envases y embalajes. Le siguen el 13% de empresas que incorpora entre 1 y 2 millones de euros, el 12% que incorpora entre 2 y 5 millones de euros, y el 6% que incorpora entre 5 y 9 millones de euros. Por encima de esta última cantidad se sitúan el 15% 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.

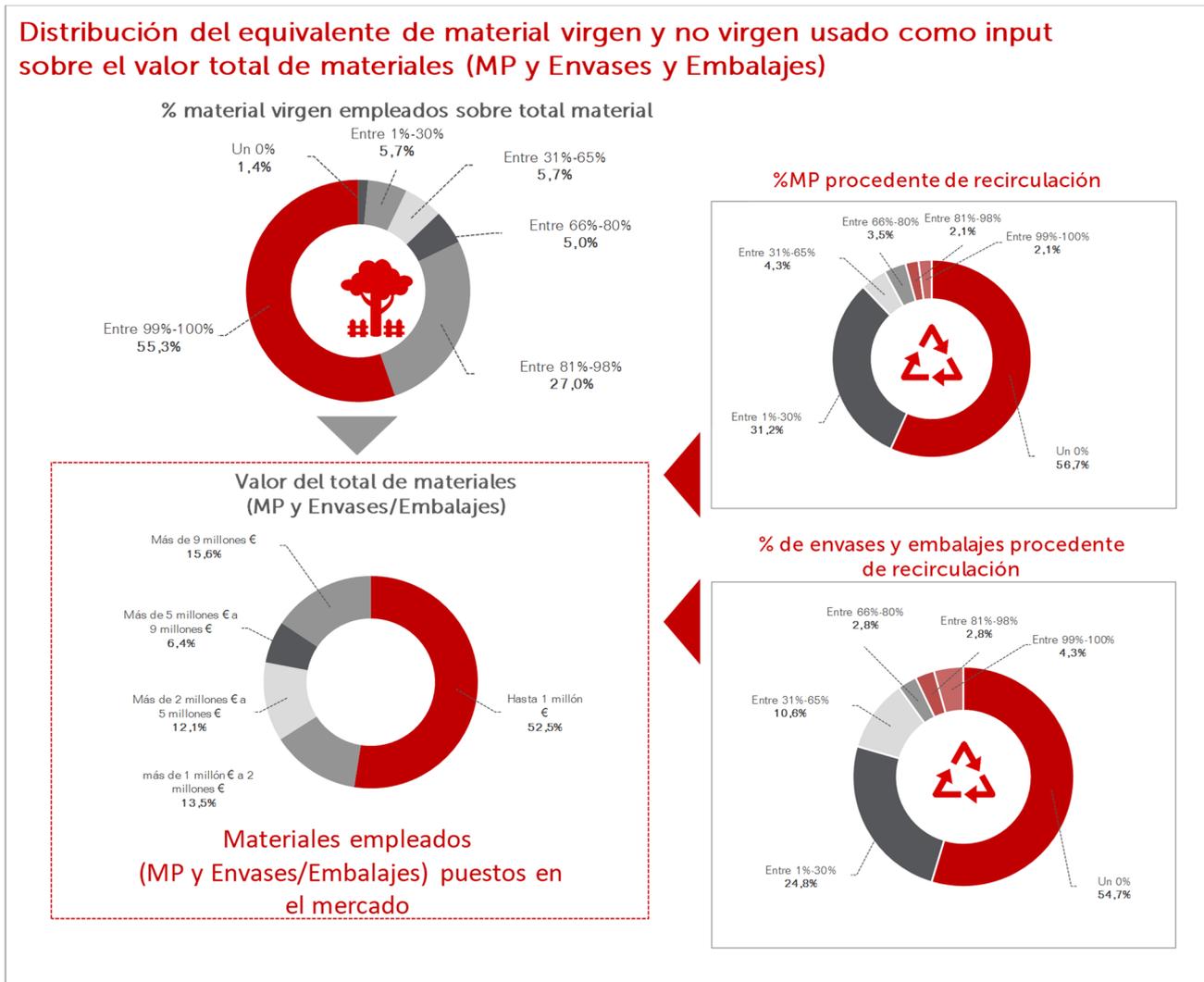


Figura 5. Fuente: Elaboración propia

Como novedad, en esta edición se ofrece la información sobre los residuos generados internamente en los procesos productivos de cada empresa, así como su recirculación (ver figura 6). En promedio, alrededor de un 9,1% de la materia prima usada en los procesos productivos se convierte en residuo. De él, un 52,6% es sometido a algún proceso de recogida y posterior preparación para la reutilización o reciclaje. El rango de porcentaje más frecuente

es la horquilla que va del 1% al 30% de residuo sobre el total de materia prima, situación en la que declaran estar aproximadamente el 74% de empresas encuestadas. Para el 60% de empresas, este residuo tiene un valor que puede alcanzar hasta los 250 mil euros, siendo esta horquilla también el rango más frecuente (entre 1 y 250 mil €).

Un 22,7% de empresas declara que no genera residuos en su proceso productivo. Por lo tanto, hay muy pocas empresas cuyo porcentaje de residuos sobre materia prima exceda el 30%. No obstante, un 17% de empresas encuestadas genera más de 250 mil euros al año en residuos. Es más, el 7,1% de empresas encuestadas genera más de 1 millón de euros en residuos al año, fruto de su proceso productivo. Quizás estas cifras debieran hacer reflexionar sobre las posibles ineficiencias de dichos procesos en la medida en que podría reducirse el residuo inicialmente generado, lo cual ayudaría a reducir el coste asociado a la necesidad de contar con procesos de recogida en esta etapa.

Como paso siguiente, analizamos la proporción de esos residuos que es sometida a algún proceso de recogida y procesos de preparación para la reutilización o reciclaje. Así, alrededor de un 29% de empresas declara que no recicla nada de dichos residuos, lo cual claramente supone un punto de mejora. No obstante, aquí se produce una dualidad en términos de proporciones. Así, un meritorio 26,8% de empresas encuestadas declara reciclar entre un 95% y un 100%. Por otro lado, un 22,5% de empresas apenas recicla entre 1% y un 30%. En valores monetarios, estas proporciones suponen que un 57% de empresas recicla por valor de entre 1€ y 250 mil €.

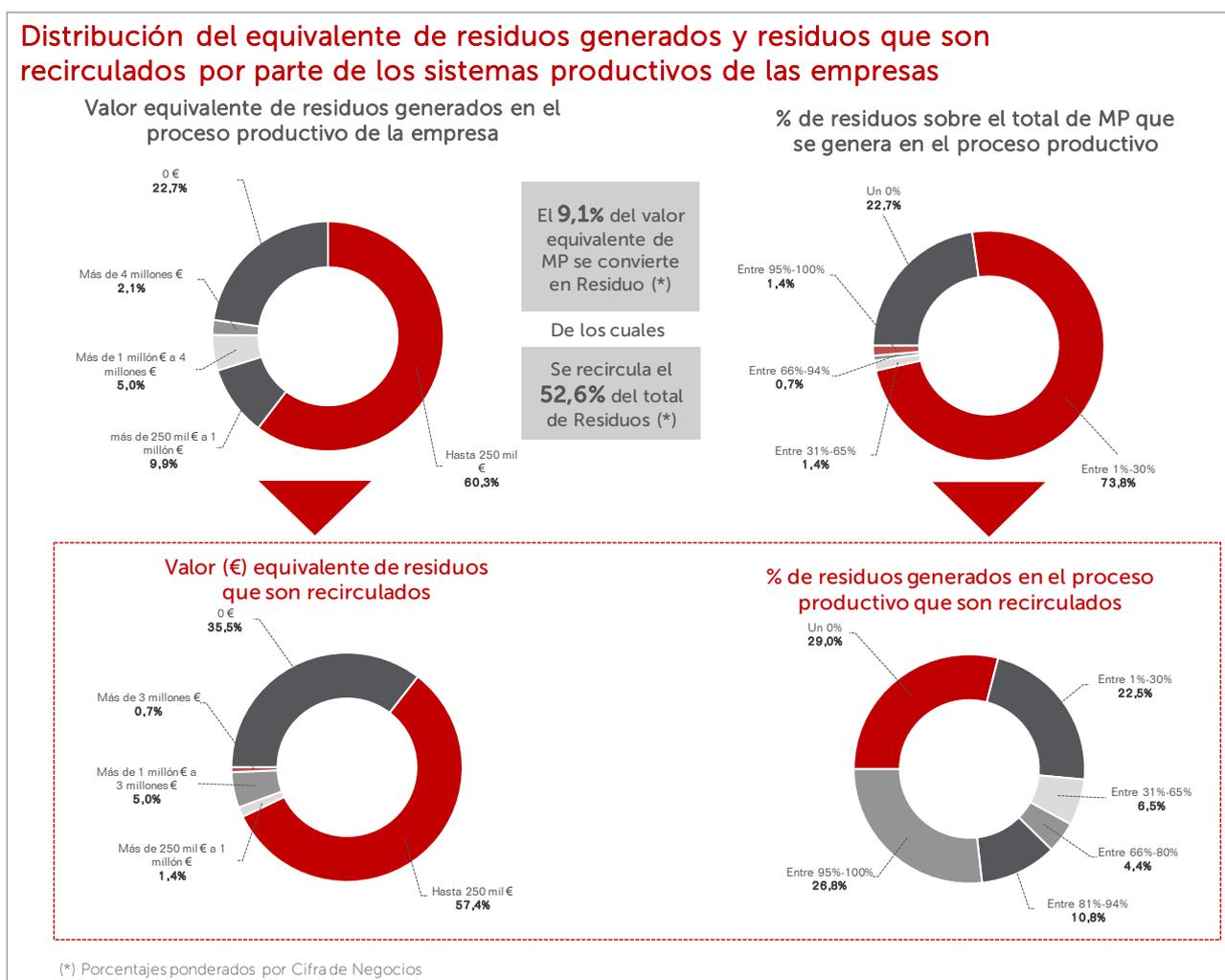


Figura 6. Fuente: Elaboración propia

Avanzando en el circuito, obtenemos el equivalente al valor de materiales (MP y envases y embalajes) puestos en el mercado (incorporados en los productos) pero que no son recuperados a través de procesos de recirculación (W0). Como se observa en la Figura 7, esto supone alrededor del 81,5% del total de materiales. Para ilustrar el volumen total del que se trata, se puede observar que el rango de valores más frecuente se corresponde con el 62% de empresas encuestadas que deja de recuperar menos de 1 millón de €. Para un 45% de las empresas encuestadas, este valor no recuperado supone entre el 99% y el 100% del valor equivalente de materiales puestos en el mercado, lo cual supone una proporción muy elevada que marcará su casi total falta de circularidad. Entre las de mayor falta de recuperación se sitúan el 11,3% de empresas cuyo valor equivalente supone más de 9 millones de euros al año. Entre las que menor valor deja de recuperar se sitúan el 14% de empresas cuyo valor de material perdido por las

limitaciones o carencias en los procesos de circularidad (p. ej. de los procesos productivos, o al final de la vida útil de los productos puestos en el mercado) se sitúa entre el 1 y el 30% de total de materiales. Tan sólo el 6,4% de empresas encuestadas declaran que todos los materiales introducidos en el sistema económico son recuperados completamente, por lo que W0 sería cero para ellas.

Estas cifras señalan el relevante potencial de mejora para el promedio de empresas gallegas, al dejar de recircular un volumen importante de materiales que potencialmente permitirían reducir la presión sobre los recursos naturales y podrían ayudar a mejorar la eficiencia en el uso de recursos limitados. Debemos recordar que para el cómputo de W0 se ha tenido en cuenta tanto el valor de los residuos que se generan en la empresa antes de llevar los productos a los mercados y que no es reciclado, como los generados al final de su vida útil, independientemente de la eficiencia del proceso de recogida y recirculación.

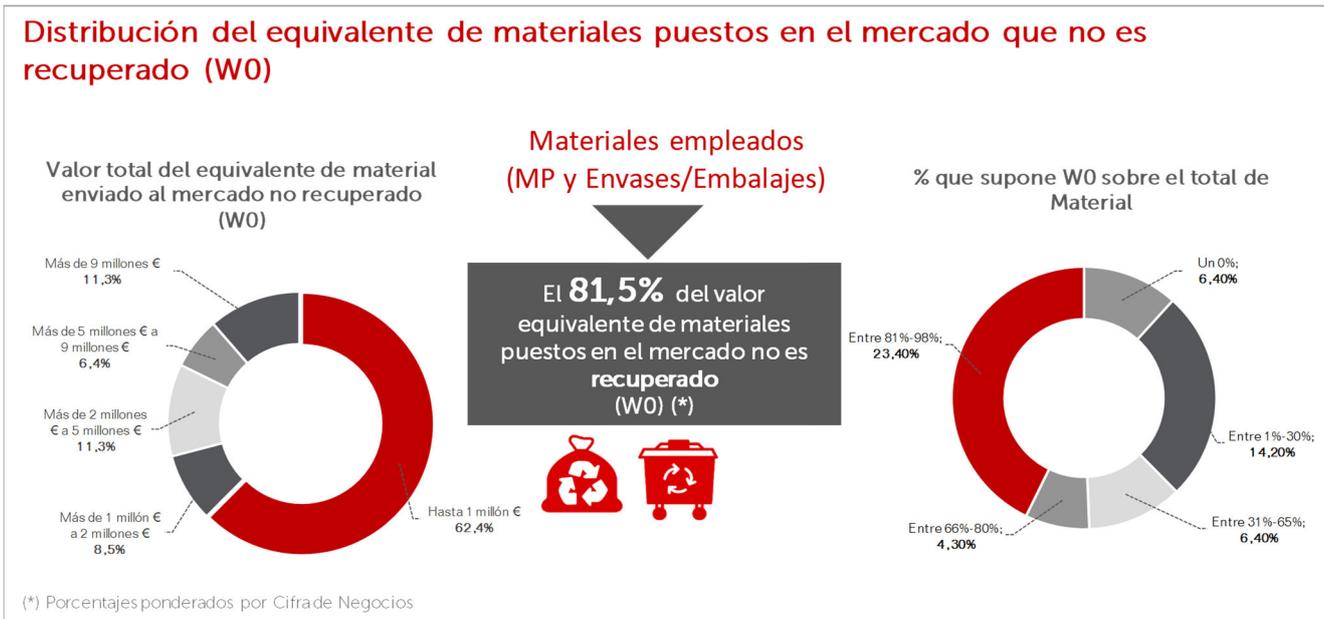


Figura 7. Fuente: Elaboración propia

Una vez puestos los productos a disposición de sus consumidores en los mercados (ya sean otras empresas o los hogares), y tras dejar de recuperarse los valores anteriores, obtendríamos las cantidades que sí son recuperadas por alguno de los sistemas de recogida, ya sean propios de la empresa o por sistemas ajenos a la misma (ver detalle en figura 8), si bien todavía no significa que sean efectivamente recirculadas. De ello dependerá la eficiencia de los procesos de recogida y de los procesos de preparación para el reciclaje/reutilización. Alrededor de un 61% de empresas afirma que no es posible recuperar ninguna fracción de materia prima, siendo dicha cifra del 58% para el caso de envases y embalajes. Por otro lado, alrededor de un 14% de empresas encuestadas afirman que se recupera más del 80% de materia prima, cifra que se reduce hasta el 4,9% de empresas para el caso de envases y embalajes. Estas cifras son similares a las publicadas en el informe anterior de 2018 para el caso de las materias primas, pero sensiblemente peores para envases y embalajes.

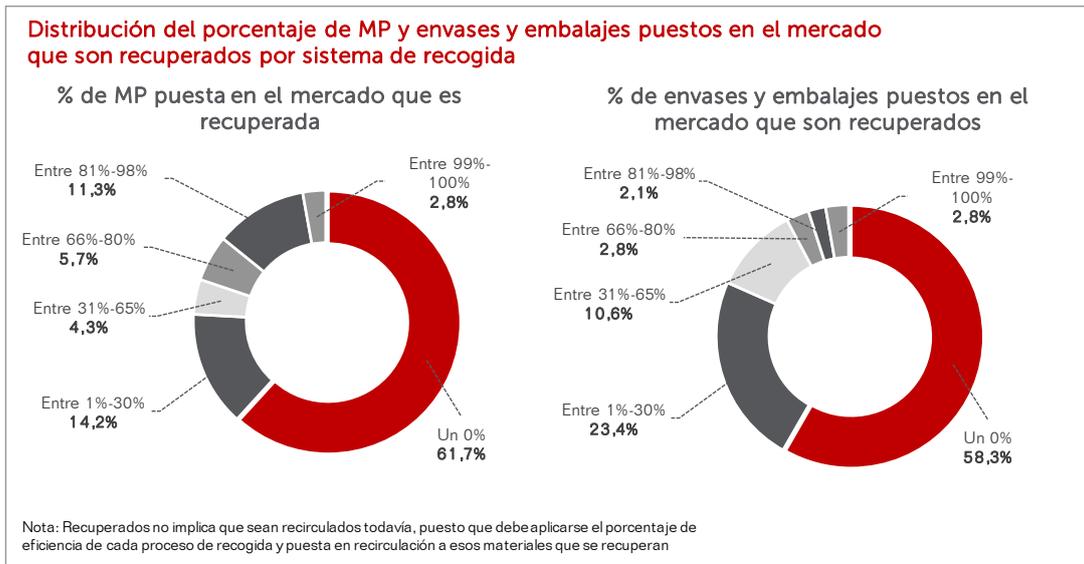


Figura 8. Fuente: Elaboración propia

Dichas cifras nos permiten ofrecer una visión agregada, en términos promedios ponderados en base al valor de la cifra de negocios de cada empresa. Así, alrededor de un 11,5% del valor equivalente de materiales puestos en el mercado es recuperado (ver detalle en Figura 9). Si desagregamos esa información, se observa que un 46% 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 42% señala que se recupera menos de 1 millón de €.

Dicho de otro modo, y hablando de proporciones sobre el valor equivalente de material, un 55% de empresas señala que recupera menos de un 1% o nada, el 19% de empresas recupera entre el 1% y el 30%. Apenas un 12% de empresas señala que se recuperan más del 80% del valor equivalente de material, siendo un testimonial 1,4% las empresas que señalan que se recupera más de un 98%.

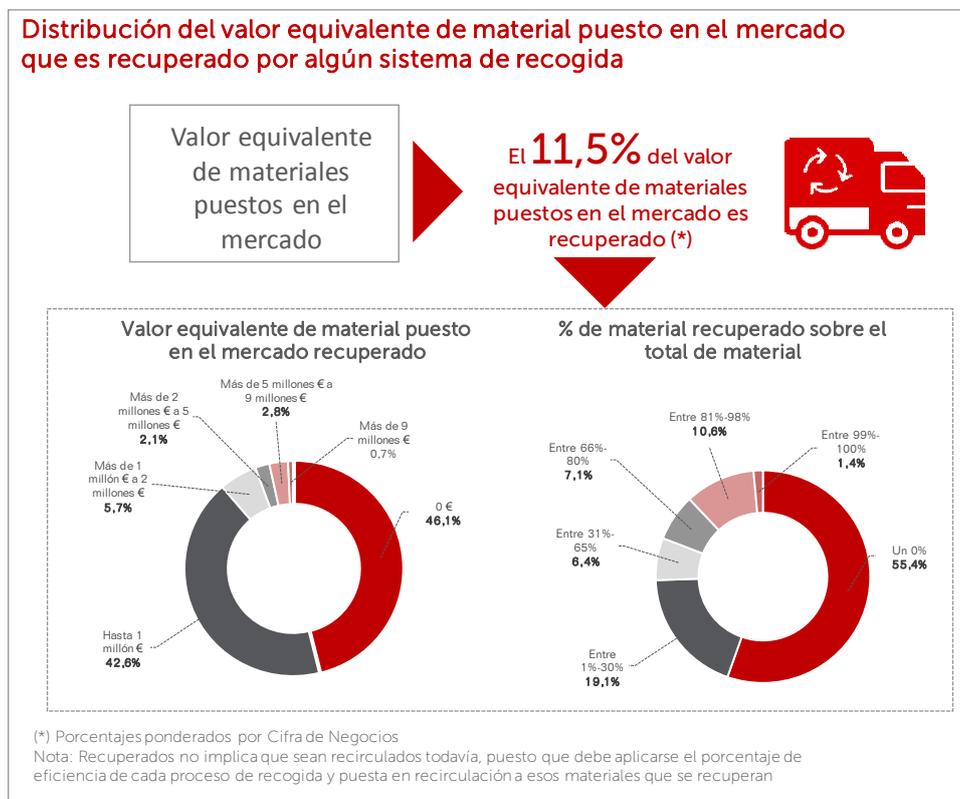


Figura 9. Fuente: Elaboración propia

La eficiencia en los procesos de recogida, reciclaje y reutilización es un aspecto determinante en la recirculación de aquellos materiales puestos en el mercado que son recogidos tras su vida comercial. Las empresas señalan cierto grado general de eficiencia (ver Figura 10), ya que apenas un 1,4% para materia prima y un 5,7% para envases/embalajes señala que se consiguen eficiencias del 0%. El rango de valores más frecuente se sitúa en la horquilla intermedia, siendo entre el 31%-65% de eficiencia para el 44% de empresas en el caso de la materia prima, y para el 59% en el caso de envases/embalajes. Esto implica que cualquier esfuerzo realizado en la recogida se pierde parcialmente durante este intento de recirculación, lo cual debe plantearse como un objetivo clave en el futuro para el incremento de la circularidad de la economía gallega. En el caso de la materia prima, existe un reparto equilibrado del resto de empresas (alrededor de un 10%-11%) en los diferentes rangos de eficiencia superiores al 65%. El 22% restante declara que se obtienen entre el 1% y el 30% de eficiencia. En el caso de envases/embalajes, también se observa cierto reparto equilibrado en las restantes categorías (alrededor de un 5,7%) a excepción del rango superior; un 7% de empresas declara que se obtienen eficiencias de entre el 99% y el 100% en la recogida y recirculación de estos materiales.

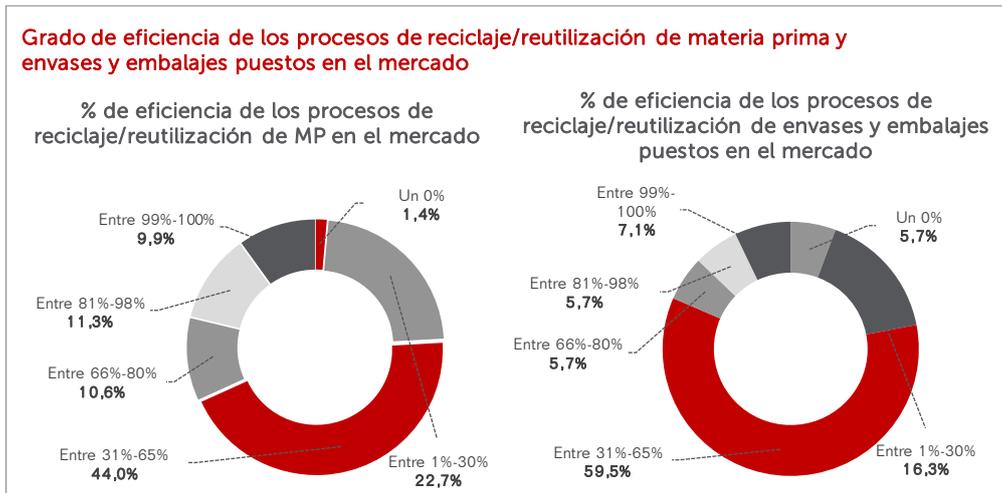


Figura 10. Fuente: Elaboración propia

Las cifras anteriores permiten calcular el valor equivalente de materiales puestos en el mercado que se pierde por ineficiencias en la recogida (W_c). Atendiendo al valor promedio ponderado (ver Figura 11), se pierde aproximadamente el 2,2% del valor equivalente de materiales por este motivo. Un 55% de empresas declara que ese valor W_c es nulo y, por lo tanto, no deja de recircularse nada por esa vía. Alrededor de un 37% de empresas declara que esas pérdidas por ineficiencias son de hasta 500 mil euros, un 3,5% dice que se pierden entre 500 mil y un millón de euros, un 2,8% señala que son entre 1 y 2 millones de euros, y apenas un 0,7% indica que son más de 2 millones de euros.

Todas estas cifras significan que para el 61% de las empresas no se pierde nada o menos de un 1% sobre el valor equivalente de materiales. El rango más frecuente es la horquilla entre 1% y 20% del valor equivalente de materiales (28% de empresas). El resto se distribuye entre el 6,4% de empresas que señala un valor de W_c entre el 21% y el 40% de materiales, un 2,8% que indica entre el 41% y el 60% y tan sólo el 0,7% señala que es más del 60%.

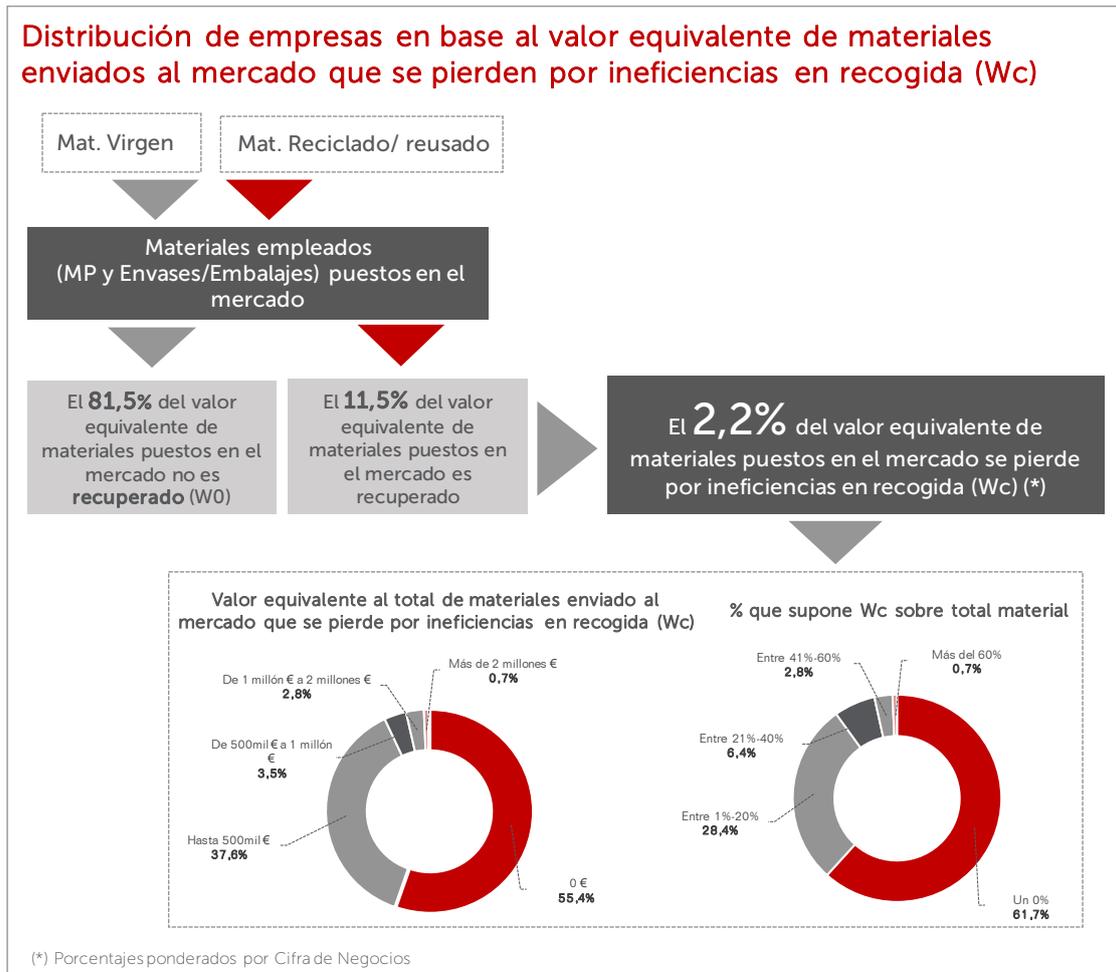


Figura 11. Fuente: Elaboración propia

Continuando el circuito, llegaríamos a las pérdidas ocasionadas por ineficiencias en los procesos de preparación para el reciclaje/reutilización (Wf) de los envases y embalajes, detalle que se muestra en la Figura 12. En este caso se debe mencionar el bajo peso relativo de Wf respecto al valor equivalente de materiales, siendo un valor promedio ponderado de apenas el 0,01%. Esto se debe a los valores relativamente bajos de estas pérdidas. Primero, porque un 62% 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 25 mil euros para el 27% de empresas, entre 26 y 100 mil euros para el 5,7% de empresas y un 2,1% de empresas declara que se sitúa entre 101 mil y 500 mil euros. Las que manifiestan que se pierde mayor cantidad son apenas el 2,1% de empresas con valores superiores a 500 mil euros. Estas cifras suponen en términos relativos que el 14% de empresas indica que se pierde entre el 1 y el 20% de valor equivalente de materiales, mientras que sólo un 3,5% señala que se pierde más del 20% de dicho valor. Además, un 82% de empresas señala que se pierde menos del 1% o nada.

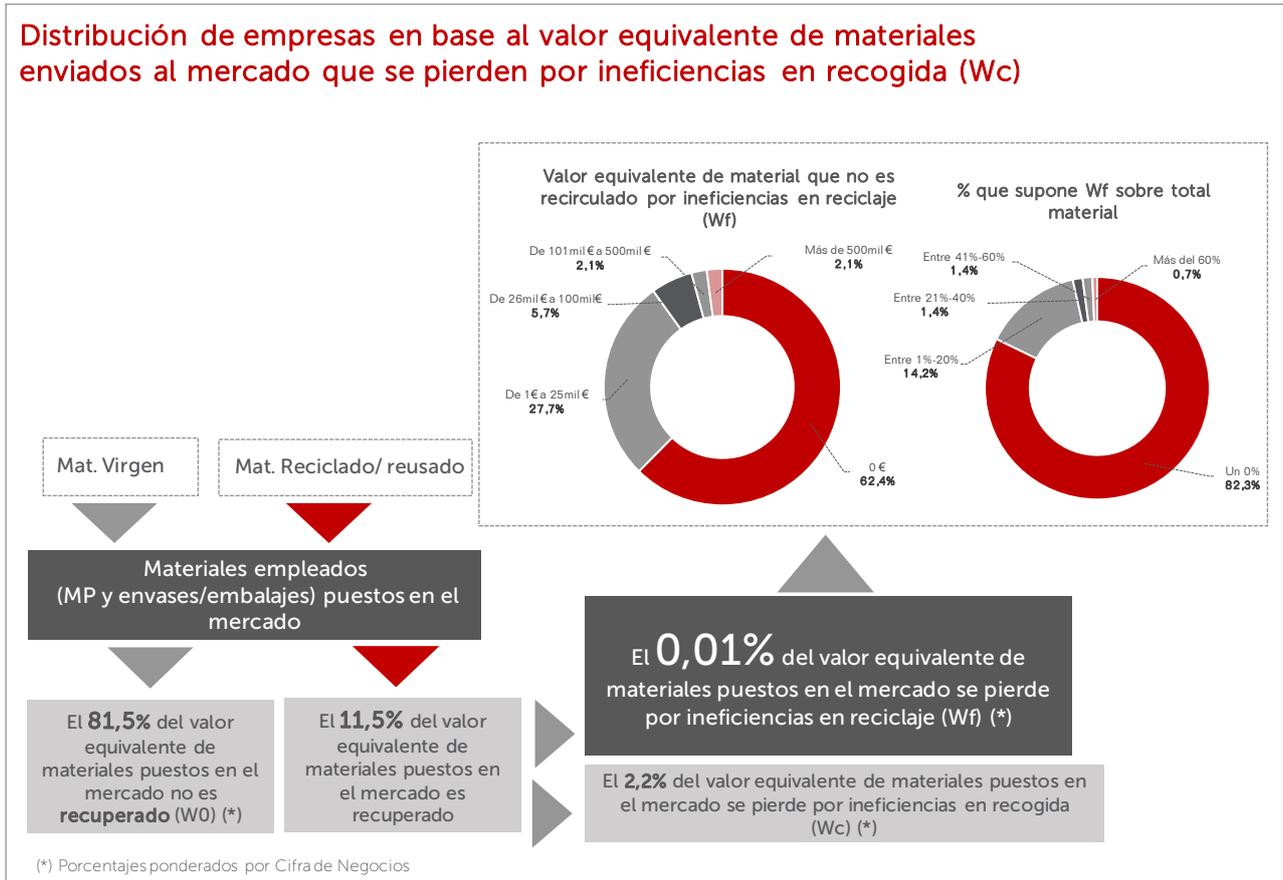


Figura 12. Fuente: Elaboración propia

Completando el circuito, llegamos a los valores recuperados que, finalmente, son reciclados de manera efectiva de nuevo a algún sistema productivo (ver Figura 13). En términos ponderados, esto supone alrededor del 16,4% del valor equivalente de materiales enviados al mercado. Debemos destacar en este punto que aproximadamente el 27% de empresas declara que no se recicla nada como consecuencia de todas las pérdidas habidas a través de los procesos de producción y consumo. Si a esa cifra añadimos las empresas que señalan que se recicla menos del 1%, obtendríamos un total de 36,9% de empresas. La horquilla de valores reciclados más frecuente es entre 1 euro y 250 mil euros, que supone el 46,8% de empresas. Se destacan también el 4,9% de empresas que señalan que se reciclan más de 3 millones de euros.

En términos relativos, y siempre respecto al valor total equivalente de materiales puestos en el mercado, la horquilla más frecuente es entre el 1% y el 30%, que supone el 40% de empresas. Destacan un 7,1% de empresas que declara que se reciclan entre el 81% y el 94% de equivalente de materiales, y el 5% que señala que es más del 95%. También se debe señalar que hay cuatro empresas que señalaron un grado de reciclación del 100%, si bien es cierto que debido a que tienen valores de uso de material virgen muy elevados (Vt) no fueron quien de alcanzar valores del indicador de circularidad muy elevados (recuérdese que los procesos de reutilización y reciclaje no tienen que tener lugar en la misma empresa, ni tan siquiera dentro de la misma cadena de valor o sector productivo). Esto muestra a las claras que este indicador no sólo trata de evaluar el grado de circularidad aguas abajo, sino que también es relevante el diseño de la cadena de suministro, puesto que es aguas arriba y en la propia empresa donde se puede cerrar el circuito de reciclación mediante el uso de materiales que ya procedan de procesos de preparación para el reciclaje o reutilización propios y ajenos.

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

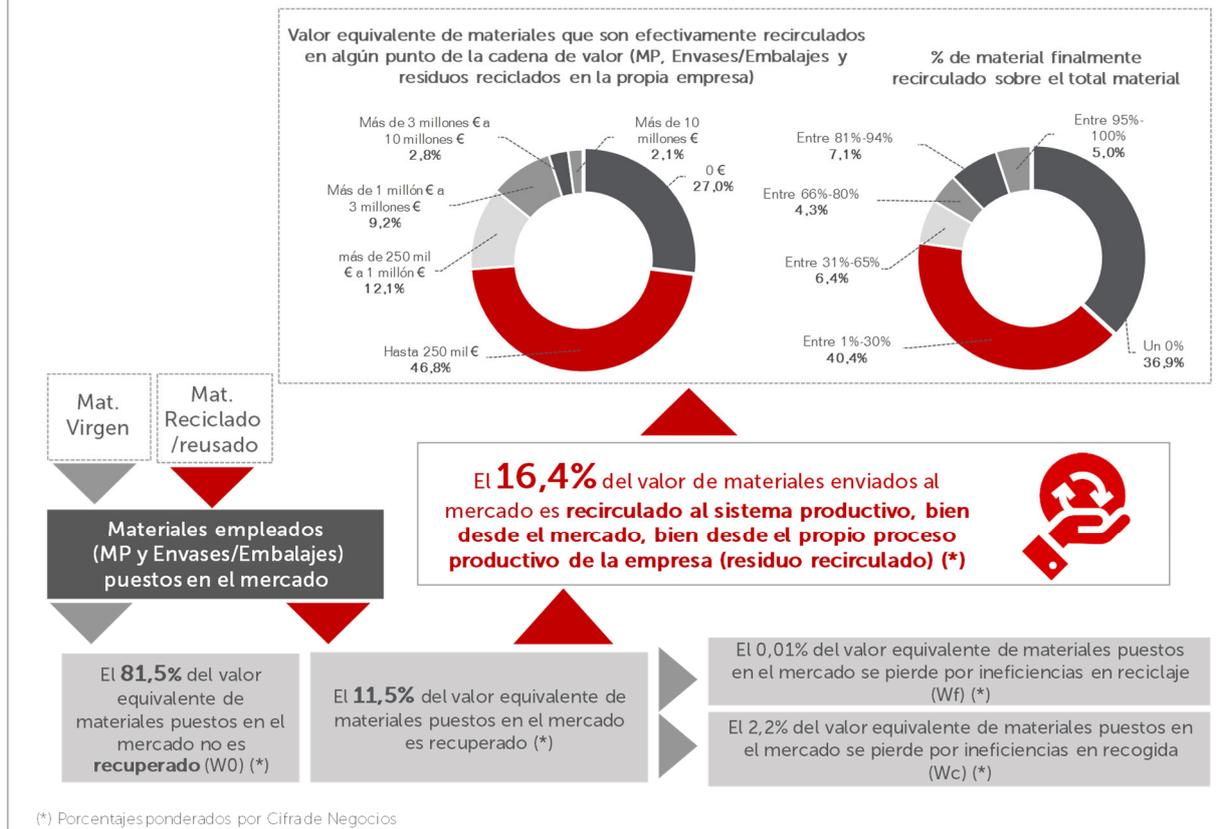


Figura 13. Fuente: Elaboración propia

Como resultado de los anteriores cálculos, podemos estimar 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), tal y como mostramos en la figura 14. Entre las empresas encuestadas, apenas un 2,8% declara que no se pierde cantidad alguna. Un 30% de empresas señala que se pierde menos de 250 mil euros, mientras el 28% de empresas cuantifica este valor entre 250 mil y 1 millón de euros. El resto de empresas se distribuye en porcentajes ligeramente superiores al 10% entre el resto de rangos (de 1 a 3 millones de euros; de 3 millones a 10 millones euros; >10 millones de euros). Esta última horquilla aglutina un significativo 11% de empresas.

Como síntesis global, se debe destacar que el 61% de empresas encuestadas señala que el valor total de pérdidas en materiales que se dejan de reciclar está entre el 95% y el 100% del valor equivalente de materiales. Esto muestra claramente las posibilidades de mejora en un uso más racional de los principales materiales para la media de empresas gallegas en sus procesos productivos.

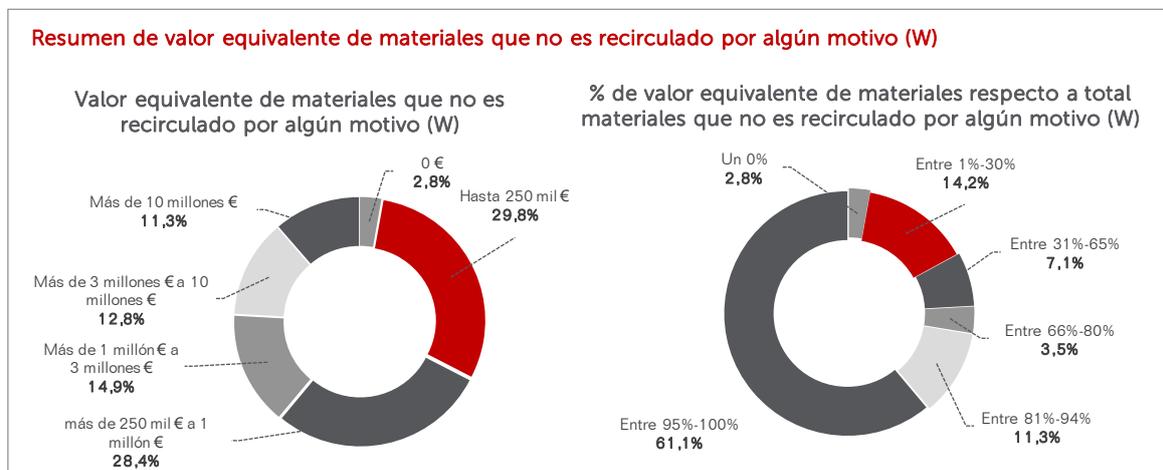


Figura 14. Fuente: Elaboración propia

La Figura 15 muestra el resumen de los valores promedios ponderados por el valor de la cifra de negocios a lo largo de los procesos de producción y consumo descrito a lo largo de este informe, los cuales forman parte del cálculo del indicador de circularidad para cada empresa de la muestra. De nuevo, advertimos al lector que 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. Dicho de otro modo, no se debe interpretar que el valor de las pérdidas se corresponde con un posible valor de mercado asociado a dicha pérdida, ni tan siquiera a su valor contable. Tampoco 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, además del margen de beneficio. Tan sólo se ha computado a cada paso el equivalente en términos de qué porcentaje supone respecto al valor total de materiales incorporados.

En promedio, los resultados muestran un relativo bajo grado de circularidad de material en la empresa gallega (valor promedio de ICM de 229). 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=45,5 millones de €) se debe sobre todo al elevado valor equivalente de los materiales puestos en el mercado que no son recuperados por término medio (W0 =43,3 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 (7,6% y 15,3%, respectivamente), además de un grado de eficiencia en los procesos de recogida y reutilización que, si bien son relativamente altos, todavía son mejorables (47,5% y 47,0%, respectivamente). Debemos añadir también el bajo nivel de recuperación de materiales y envases y embalajes puestos en el mercado que es finalmente recirculada debido a la existencia de ciertas ineficiencias en dichos procesos de recirculación, ya que tan sólo 14% de materia prima y otro 14% de envases/embalajes son finalmente recirculados en términos medios ponderados.

Por ello, se puede decir que la empresa gallega tiende a tener un elevado índice de flujo "lineal" de materiales (valor promedio de IFL=877) o, dicho de otro modo, un bajo grado de circularidad (ICM). Como se puede apreciar, aun cuando se hace cierto esfuerzo en recircular los materiales, esa recirculación se ve menoscabada por la ineficiencia de los procesos de recuperación (p. ej. logística, procesos de preparación para la reutilización y reciclaje), lo que eleva las pérdidas relevantes de materiales significativamente, afectando negativamente al grado de eficiencia en el uso de recursos. Estas cifras pueden interpretarse de manera gráfica del siguiente modo: 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 229 euros, siendo 877 euros parte de un flujo totalmente lineal que no se recircula. Estas cantidades no suman necesariamente 1.000 euros, puesto que son valores ponderados.

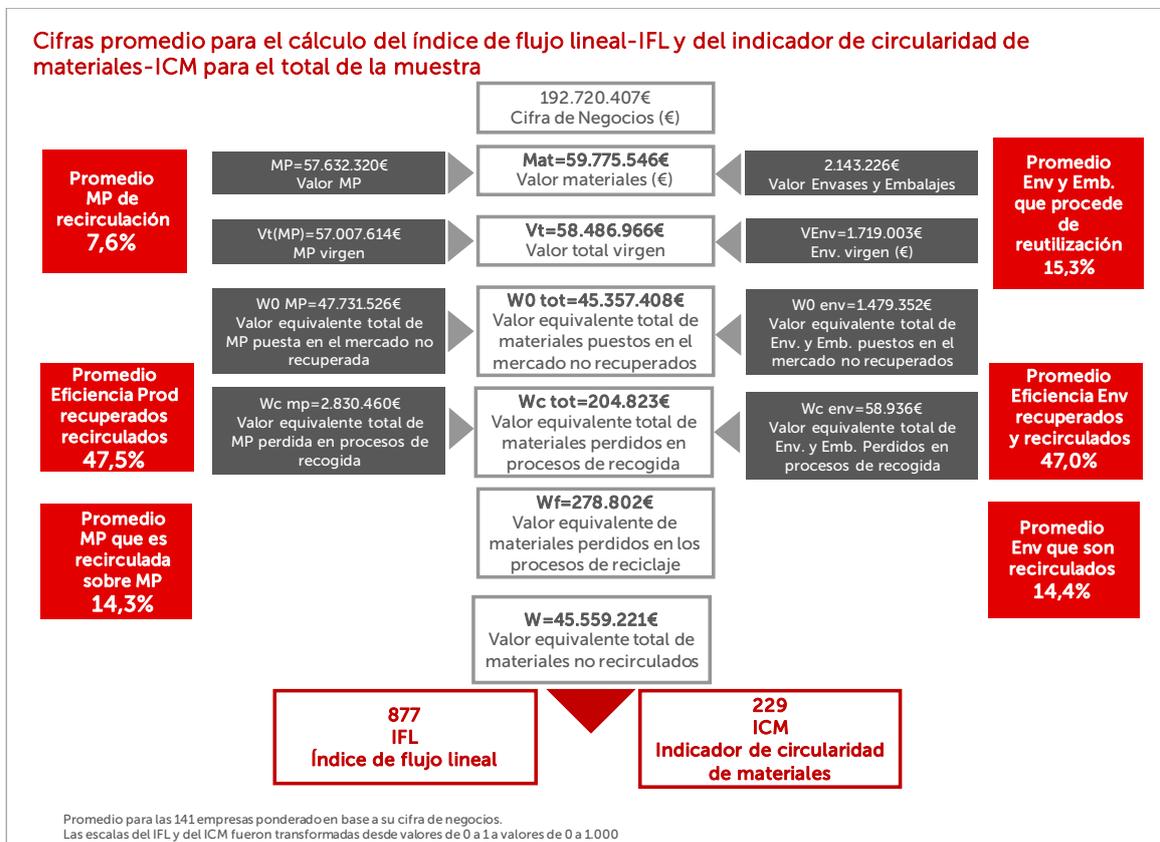


Figura 15. Fuente: Elaboración propia

Realizando cálculos adicionales, se obtiene que la empresa gallega deja de recuperar bajo la filosofía de economía circular un 23,6% de la cifra de negocios media ponderada (W/cifra de negocios). Si se compara con el valor total de materiales empleados para producir esos bienes facturados, entonces en promedio alrededor de un 76,2% de dicho valor no es reciclado por algún motivo.

La Figura 16 muestra las cifras promedio expresadas como porcentaje respecto al valor equivalente de materiales. Por término medio, un 91,9% del valor de materiales empleados en los procesos productivos de estas empresas provienen totalmente de materiales vírgenes, procediendo aproximadamente el 8,1% restante de materiales ya en recirculación. También se ha de tener en cuenta que las empresas envían a recirculación el 52,6% del valor de residuos, los cuales son el 9,1% del total de materia prima. Por diversos motivos, alrededor de un 81,5% 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 11,5% 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 16,4% de materiales que, en promedio, es finalmente reciclado al sistema, ocurren diversas pérdidas en el proceso y se añade ese 52,6% de residuos reciclados. La pérdida más relevante proviene por ineficiencias achacables a la recogida (Wc), que alcanzan alrededor del 2,2% del valor promedio de materiales puestos en el mercado. Finalmente, apenas un 0,01% del valor de materiales se pierde por ineficiencias en el proceso de reciclaje (Wf).

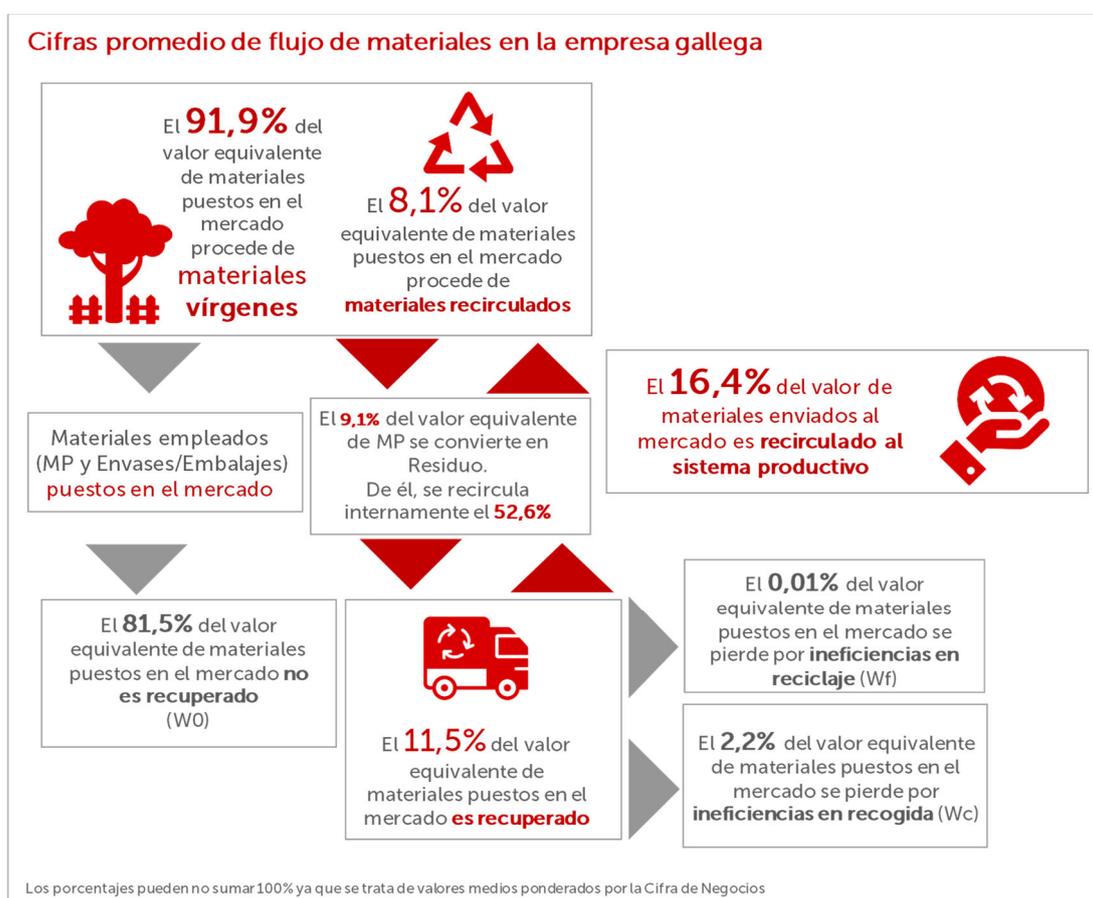


Figura 16. Fuente: Elaboración propia

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, así como una mayor contribución de las empresas a reciclar sus residuos, incremento en el grado en que se reciclan los productos y envases/embalajes puestos en el mercado y consumidos (por hogares, empresas...), y mejoras en la eficiencia de los procesos de recirculación.

8.7. Particularidad de los sistemas productivos

Si bien el número de empresas por cada sistema productivo resultó insuficiente para realizar un análisis representativo de cada sistema, se realizó una agregación en función de la similitud del proceso productivo y también teniendo en cuenta la fuente fundamental de la materia prima. La filosofía detrás de esta agregación es la idea de analizar actividades similares y relacionadas que se pueden aglutinar en torno a una materia prima o producto. Así, se identificaron 5 agregaciones (ver Tabla 1): Agroalimentario y Pesca; Construcción y Rocas y minerales; Metal-Mecánica e ind. Auxiliar; Otra industria manufacturera (Textil y Madera); y Productos químicos.

Agregación de sistemas productivos para el análisis		
Sistema productivo incluido	Criterios	
Agroalimentario y Pesca	Agroalimentario	Ambas se basan en recursos naturales para la industria alimentaria
	Pesca	
Construcción y Rocas y minerales	Construcción	Ambas están orientadas a materiales de construcción y comparten una parte relevante de mercado y clientes intermedios/finales
	Rocas y minerales	
Metal-Mecánica e ind. Auxiliar	Automoción y equipo	Su materia prima fundamental es metal, cuyos procesos de recogida y reutilización están muy estandarizados y regulados por normativa
	Construcción Naval	
	Industria Auxiliar	
	Maquinaria y equipo	
Otra ind. manufacturera (Textil, Madera-mob)	Madera y muebles	Son otras industrias manufactureras cuyo mercado fundamental es el consumidor final a través de algún tipo de intermediario en la distribución
	Textil, confección y moda	
Prod. Químicos	Productos químicos y derivados	

Tabla 1. Elaboración propia.

En la Tabla 2 se detallan las principales variables y ratios usados en el cálculo del indicador de circularidad económica. Esto permitirá detectar posibles características diferenciadoras entre estas agrupaciones, las cuales ayudarán a entender los resultados obtenidos tanto por cada empresa a nivel individual, como para la propia agrupación y para el total de la muestra de 141 empresas analizadas.

A efectos comparativos, podemos identificar las siguientes características:

- **Número de empresas.** La mayoría de empresas se corresponden con la agrupación Construcción y Rocas y minerales (45%). Esta circunstancia es similar a lo que ocurre en la población total en prácticamente cualquier área geográfica, en donde frecuentemente el número de empresas de estas actividades supone un porcentaje relevante del sistema productivo. Le sigue en número la agrupación Metal-Mecánica (32 empresas), que incluye empresas de diversos sistemas productivos, todos alrededor de la materia prima metal y fabricación de diversos elementos de maquinaria. Con igual número –17 cada una– se sitúan Agroalimentario-Pesca y Otra Industria Manufacturera (Textil y Madera). Finalmente, la agrupación de Productos Químicos es la menos numerosa –11 empresas–.
- **Total de materiales (€ por empresa).** La agrupación que mayor volumen total de materiales incorpora en promedio ponderado es Productos Químicos (29 millones €), seguido de Metal-Mecánica (24 millones €). Con aproximadamente la mitad de materiales les sigue la agrupación Agro-Mar (11,8 millones €). Construcción y Rocas incorporan unos 8 millones de euros y, finalmente, Otra Industria Manufacturera (Textil y Madera) incorporan unos 2,2 millones de euros. Se observa que hay notables diferencias por cada agrupación.

- % de MP que proviene de recirculación (€ por empresa) y MP Virgen respecto al total de materiales (Vt). La agrupación con un menor volumen de materiales incorporados por sus empresas es sin embargo la que mayor porcentaje incorpora de materiales no vírgenes (Otra Ind. Manuf., 19%). Productos Químicos y Metal-Mecánica incorporan en promedio cifras muy similares (14% y 13%, respectivamente). Construcción y Rocas incorporan apenas 9,4% y la agrupación de Agroalimentaria y Pesca es la que menor porcentaje incorpora proveniente de recirculación (6%). Estas dos cifras son sintomáticas de una característica sectorial. En el caso de Construcción y Rocas, hay una parte relevante de materias primas que no son recuperadas a través de procesos de preparación para el reciclaje a pesar de su alto potencial de recuperación (p. ej. residuos cerámicos y piedra) y que podrían ser incorporados en nuevos composites o como enmienda en la fabricación de hormigón. Debemos tener en cuenta además, que los residuos procedentes de la construcción y demolición (RCD) y del procesado minero representaron aproximadamente el 50% (toneladas) de los residuos industriales generados en Galicia en el año 2016. Por otro lado, en la industria alimentaria existen limitaciones para incorporar material reciclado de lo que podríamos denominar en sentido amplio comida. Si bien se generan mermas y subproductos en los procesos manufactureros, además de residuos, que podrían ser reciclados bien en la cadena alimentaria (humana o animal) o en otras cadenas (cosmética, farmacológica, agro-ganadera, pesquera, etc.), existe una parte importante del producto puesto en el mercado que tras su consumo “desaparece” (comida efectivamente consumida). Esta característica puede haber penalizado a estas empresas en el cálculo de su indicador de empresa circular, aspecto que deberá ser motivo de un posible ajuste en el futuro. Sin embargo, llama poderosamente la atención el hecho de que Metal-Mecánica incorpore un porcentaje tan reducido (13%), puesto que a priori su principal componente –metal– es reciclable casi de forma infinita. Sin embargo, la posible diversidad de actividades específicas de cada empresa incluida en esta agrupación puede haber influido en este valor.
- % Envases y embalajes que provienen de recirculación (€ por empresa). Aquí los porcentajes son muy similares entre agrupaciones, aspecto que está motivado por la normativa de reciclaje/reutilización de la mayoría de envases y embalajes, que suelen ser reutilizados. Metal-Mecánica con un 25% es la que más incorpora envases de recirculación, mientras Construcción y Rocas con un 11% es la que presenta los menores valores.
- % de MP que es residuo. En este caso hablamos de qué porcentaje de MP se convierte en residuo a consecuencia del proceso productivo de la empresa, independientemente de si se recicla/reusa posteriormente. La agrupación de Productos Químicos es la que mayor porcentaje produce (un 30%), lo cual es una característica diferenciadora de este sector de actividad. Esto puede influir a priori en un menor índice de circularidad si no se recicla/reusa, siendo posible que un volumen relevante de este tipo de residuos no sea susceptible de poder ser reciclado por cuestiones técnicas. Otra Industria Manufacturera (Textil y Madera) produce un 9% de residuo a partir de la MP. El resto de agrupaciones se sitúa en niveles similares, en torno al 5,5% (Agro-Pesca; Construcción y Rocas; Metal-Mecánica).
- % de residuo que es reciclado. En este caso hablamos de qué porcentaje del anterior residuo es finalmente reciclado/reusado, bien por la propia empresa, bien por otra empresa o sector de actividad. Los porcentajes son muy similares entre las agrupaciones (entre 40-50%). No obstante, merece especial atención de nuevo el caso de Productos Químicos, destacándose como la agrupación que menos recicla (40%). De nuevo, debemos advertir de la posibilidad de que técnicamente no sea posible reciclar todo el residuo generado en esta actividad, lo que incidirá en un menor índice de circularidad para las empresas de esta agrupación. En el aspecto positivo destaca la agrupación Metal-Mecánica, que por término medio ponderado recicla alrededor del 50% del residuo que las empresas generan.
- % de productos puestos en el mercado que son reciclados. En este caso hablamos de qué porcentaje de productos son recogidos para una posible reutilización/reciclaje, bien por la propia empresa, bien por otra empresa o sector de actividad. Excepto para la agrupación de Agro-Pesca, el porcentaje es muy similar para el resto de agrupaciones, rondando en torno al 21% desde el mínimo de Otra Industria Manufacturera (18%) al máximo de Productos Químicos y de Metal-Mecánica (27%). Estos porcentajes son relativamente bajos para lo que podría recogerse, teniendo en cuenta las posibilidades técnicas de cada producto. Existe alguna excepción, como es el caso de Construcción y de Productos Químicos. Sin embargo, hay amplio margen de mejora, especialmente en el caso de la industria de Madera y de Textil, que tan sólo someten a recogida un 18% del importe equivalente de materiales puestos en el mercado. Finalmente, la agrupación Agro-Pesca presenta rasgos diferenciadores de acuerdo con los argumentos presentados en párrafos anteriores, lo que sin duda afecta negativamente al cálculo de su índice de circularidad tal como fue concebido para el presente informe.

- % de eficiencia del proceso de reciclaje/reutilización de productos. Aquí hay notables diferencias entre agrupaciones. La industria de Productos Químicos alcanza una eficiencia del 81%. Esto sin duda ayudará a mejorar enormemente la circularidad de materiales en esta industria siempre y cuando el porcentaje de productos que es sometido a recogida al final de su vida útil sea sensiblemente mayor. La agrupación Metal-Mecánica alcanza ratios de eficiencia en promedio de un 60%, estando en idéntica situación de mejora que la agrupación anterior. El resto de actividades alcanza índices de eficiencia similares (35%-42%). Destaca el relativo nivel de ineficiencia en industrias como Textil y Madera, con apenas un 35%, lo que requiere una reflexión por parte de las empresas pertenecientes a esta cadena de valor sobre en qué medida estas empresas podrían involucrarse más en mejorar esta eficiencia, a la vista del reducido nivel de recogida.
- % de envases/embalajes puestos en el mercado que son recirculados y % de eficiencia. Aquí las cifras son muy similares entre agrupaciones, rondando en promedio alrededor del 26%, cifras que cabría esperar mayores en cuanto que se trata de material que acompaña y protege a los productos y cuyos materiales suelen ser muy susceptibles de recirculación. En particular, porque existe en Galicia y Europa en general un modelo de responsabilidad ampliada del productor para envases y embalajes, al cual contribuyen económicamente las empresas productoras. Quizás existan deficiencias en el tramo final, es decir, la gestión de residuos que en buena parte es responsabilidad de las administraciones locales (RSU) y que por tanto deben generar las condiciones necesarias para un elevado volumen de residuos sometidos a sistemas de recogida separada o selectiva. Sin embargo, hay diferencias notables en cuanto a la eficiencia de dichos procesos de recogida. Así, la agrupación de Productos Químicos alcanza un 76% de eficiencia, Agro-Pesca un 51%, Construcción-Rocas un 50%, Metal-Mecánica se sitúa con un mejorable 38% y, finalmente la agrupación de Otras Industrias Manufactureras (Textil y Madera) alcanzan un ratio de eficiencia muy pobre (17%).
- W0/Mat, pérdidas debido a la falta de recirculación de materiales respecto al total de materiales. La agrupación de Productos Químicos es la que destaca positivamente, ya que dichas pérdidas suponen el 57% de materiales, siendo sensiblemente menor al de las otras agrupaciones. Este detalle hará que se incremente su índice de circularidad material, lo cual es una característica sectorial a tener en cuenta habida cuenta que esta agrupación es la que presenta el mayor valor promedio de materiales incorporados (29 millones €). En este ratio, todavía no influye la eficiencia de los procesos de recogida, por lo que el porcentaje de productos que son recogidos es la variable más influyente –que era del 27% para esta actividad, siendo de las mayores–. El resto de agrupaciones se sitúa en niveles superiores al 70%, lo cual indica la imperiosa necesidad de incrementar la recogida de productos al final de su ciclo de vida, o incluso actuando desde el mismo diseño del producto de forma que incorpore materiales que sean recuperables. La agrupación que mayor ratio presenta es Agro-Pesca (87%), lo que puede ser nuevamente explicado por la característica propia de los productos de esta agrupación.
- Wc/Mat, pérdidas debido a ineficiencias en la recogida de materiales respecto al total de materiales. De nuevo, la agrupación de Productos Químicos es la que presenta un menor ratio (0,9%). A esto ayuda sin duda el alto nivel de eficiencia que esta actividad consigue en este proceso (81%). El resto de agrupaciones se mueve en cifras que van desde el 2,4% de Otras Industrias Manufactureras al 7,2% de Construcción-Rocas. En ambos casos, la ineficiencia de los procesos de recogida es de las menores.
- Wf/Mat, pérdidas de envases y embalajes debido a ineficiencias en el proceso de reutilización respecto al total de materiales. Aquí se reitera lo dicho en el punto anterior, con Productos Químicos como la agrupación con menor ratio (0,1%) y el resto con cifras similares que van desde el 1,3% de Agro-Pesca, al 3,4% de Metal-Mecánica. Aquí sí debemos mencionar que en el caso de Agro-Pesca hay una destacada eficiencia en este proceso (51%), mientras que el porcentaje de envases recogidos para recircular no es muy elevado (un 29% del total de envases).
- W/Mat, pérdidas totales debidas a falta de circularidad sobre el total de materiales. Siendo este indicador la agregación ponderada de W0, Wc y Wf, además de la cantidad de material virgen (Vt), se observa que la agrupación de Productos Químicos es nuevamente la que menor ratio obtiene (57%). El resto de agrupaciones alcanza valores superiores al 75%, llegando al 90% en el caso de Agro-Pesca. En este valor influyó notablemente el W0 de esta actividad, que es muy difícil de reducir teniendo en cuenta cómo se calcula ese valor siguiendo la metodología empleada en este informe.
- IFL-Índice de flujo lineal y ICM-índice de circularidad de materiales. Todas estas variables tienen su impacto sobre ambos índices, siendo uno el complementario del otro. Así, tenemos que:

- **Agroalimentación-Pesca:** su reducido ICM (87) indica las dificultades que existen para alcanzar cierto grado de circularidad en este tipo de actividades, debido esencialmente al tipo de producto que se produce (productos alimentarios) y a la metodología empleada en este informe. Influye notablemente el nivel de materia virgen que es necesario incorporar (es un 91% del total de materiales), así como las dificultades de realizar algún tipo de recogida una vez que el producto llega al mercado.
- **Construcción-Rocas:** su valor de ICM es modesto (147), y está motivado también tanto por su elevado porcentaje de material virgen (89%), como por su reducido nivel de recuperación y cierta ineficiencia en esos procesos.
- **Metal-Mecánica e Ind. Auxiliar:** consigue unos niveles de ICM medio-bajos (186) gracias a la recirculación de residuos y a la relativamente mayor eficiencia de sus procesos de recogida y preparación para el reciclaje de sus productos (60%).
- **Otra Ind. Manufacturera (Textil, Madera-Mob.):** con un ICM medio-bajo (182), conseguido gracias a un cierto nivel de recirculación de residuos (48%) y a una cierta incorporación de materia prima que proviene de recirculación (19%), si bien todavía es mejorable.
- **Productos Químicos:** alcanza el mayor ICM de las agrupaciones analizadas (281). Diversos aspectos contribuyen a esto, como el elevado nivel de eficiencia en el proceso de recogida de productos puestos en el mercado (81%) y de envases/embalajes (75%), lo que permite a estas empresas conseguir un bajo W0 respecto al total de material.

Principales variables y ratios característicos de la circularidad de las empresas por agrupación de sistemas productivos.					
Valores promedios fueron ponderados por cifra de negocios					
Variables y ratios	Agroaliment. y Pesca	Construcción y Rocas	Metal-Mecánica e Ind. Auxiliar	Otra ind. Manufacturera (Textil y Mad-mob)	Prod. Químicos
Número de Empresas	17	64	32	17	11
Mat. Totales (€)	11.897.945	8.067.793	24.652.176	2.211.226	29.385.476
MP virgen (Vt) s/ tot. Mat.	91,5%	89,6%	85,8%	80,4%	85,7%
% MP que proviene de recirculación	6,6%	9,4%	13,5%	19,2%	14,4%
% Envases que provienen de recirculación	19,7%	11,3%	25,1%	23,4%	17,8%
% de MP que es residuo	5,5%	6,0%	5,0%	9,4%	30,0%
% de Residuos que son recirculados	46,9%	43,0%	51,5%	48,6%	40,2%
% de Productos puestos en mercado que son sometidos a recic/reut	8,8%	24,3%	27,5%	18,5%	27,7%
% de eficiencia del proceso de recic./reut de pdtos.	41,8%	42,5%	60,7%	35,3%	81,4%
% de Envases puestos en mercado que son sometidos a recic/reut	29,6%	21,9%	27,1%	22,4%	30,0%
% de eficiencia proceso de recic./reut. envases	51,1%	50,4%	38,9%	17,0%	75,9%
W0 s/Tot. Mat.	87,9%	74,5%	70,9%	81,2%	57,2%
Wc s/Tot. Mat.	3,3%	7,2%	6,5%	2,4%	0,9%
Wf s/Tot. Mat.	1,3%	2,3%	3,4%	2,6%	0,1%
W s/Tot. Mat.	90,2%	79,2%	75,8%	83,7%	57,8%
IFL-1000	913	853	814	818	719
ICM-1000	87	147	186	182	281

Tabla 2. Elaboración propia.

8.8. 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 17 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 20% de empresas obtuvo un ICM igual a cero (43,5% en el informe del año 2018). Esto es, su proceso productivo es totalmente lineal, siendo su valor de IFL igual a 1.000. Un 43% de empresas obtuvo valores de empresa circular muy bajos, comprendidos entre 1 y 99 (29% en el informe del año 2018). En valores todavía medio-bajos, un 9,9% de empresas encuestadas obtuvo valores de ICM entre 100 y 199 (8,7% en el informe del año 2018), y un 7,8% de empresas entre 200 y 399 (5,8% en el informe del año 2018).

El 18,4% restante obtuvo valores superiores a 400 (12,9% en el informe del año 2018). Esto es, al menos un 40% de su actividad es circular, siendo capaces de reintegrar al circuito al menos 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 2,8% obtiene valores de ICM entre 800 y 960 (1,4% en el informe del año 2018), otro 3,5% consigue valores entre 600 y 799 (1,4% en el informe del año 2018), y un 12,1% de empresas encuestadas tienen dicho valor ICM entre 400 y 599 (10,1% en el informe del año 2018). Ninguna empresa obtuvo valores superiores a 960 (900 en el informe del año 2018). Dicha circunstancia es difícil de conseguir ya que implicaría que más del 96% 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).

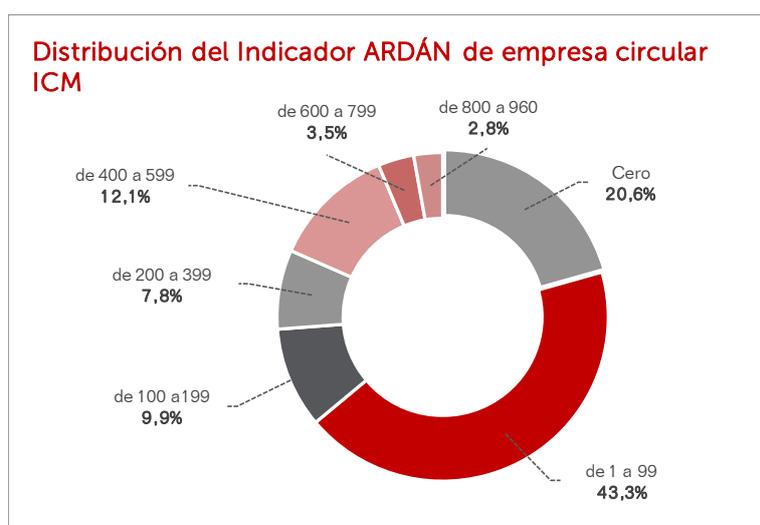


Figura 17. Elaboración propia.

En general, podemos afirmar que existe una mejora significativa en los indicadores de circularidad de las empresas gallegas encuestadas para este Informe ARDÁN 2019, respecto a las empresas encuestadas en la primera edición publicada en el año anterior, lo cual es satisfactorio, si bien existe un amplio margen de mejora en el futuro.

Como cabe inferir de comentarios anteriores, 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 y pesca, 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 sólo aparezcan dos empresas de esos sistemas productivos entre las de mayor circularidad, lo cual es sin duda meritorio.

Entre las 26 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 o actividades de Construcción-Rocas y minerales. Tal es el caso de la Industria auxiliar, Automoción y equipos, Maquinaria y equipos, Construcción naval, y Materiales férricos para la construcción, o de las propias Rocas y minerales. También hay un número significativo de empresas de las actividades de Productos Químicos, relacionadas con plásticos, los cuales son muy susceptibles de recirculación o están sometidos a sistemas de responsabilidad ampliada del productor (p. ej. envases y embalajes) fuertemente implantados y consolidados desde hace años.
- Prácticamente todas las empresas con mayor índice de circularidad tienen una cifra de negocios superior a la mediana de la muestra (unos 3,3 millones de euros), existiendo disparidad de cifras en función del sistema productivo y actividades que realizan.
- Su grado de internacionalización es muy bajo, situándose la mayor parte de ellas con valores de facturación en los cuales el mercado español representa el 100% de su cifra de negocios actual.
- Su volumen total de materias primas se sitúa por encima tanto de la mediana (953 mil €) como de la media (12,8 millones de €) de las 141 empresas encuestadas.
- Entre los rasgos más destacables, sobresale el hecho de tener un elevado volumen relativo de empleo de materiales procedentes de recirculación (no vírgenes) sobre el total de materiales empleados, situándose muchas de ellas con valores por encima del 80% o incluso alcanzando el 100%.
- También es notable el hecho de que generan una proporción relativamente reducida a (%) de residuos respecto al total de materiales (de media un 14%, con alguna excepción) y reciclan el 90% de esos residuos por término medio, y muchas de ellas el 100%.
- 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 (promedio del 78%) y que son efectivamente puestos en recirculación (promedio 89%).
- Estas empresas consiguen un bajo nivel relativo de material no recuperado por cualquier tipo (W0, Wc, Wf), siendo W sobre el total de material un 21% en promedio.
 - Las cifras de W0 respecto al total de material es en promedio de un 16%.
 - Respecto al material desperdiciado por posibles ineficiencias en el proceso de recogida (Wc), también consiguen estas empresas cifras significativamente bajas respecto al total de material (7%), motivado por grados de eficiencia que rondan el 89% de media.

La tabla siguiente muestra la lista de las 26 empresas circulares según el Indicador de Empresa Circular ARDÁN-2019, ordenadas de mayor a menor índice.

Empresas con Indicador ARDÁN de Empresa Circular sobre la muestra 2019		
Empresa	Localidad	
1 MECANIZADOS RODRIGUEZ FERNANDEZ, S.L.	PEREIRO DE AGUIAR	
2 NODOSA, S.L.	BUEU	
3 CARPINTERIA METALICA ALUMAN, S.L.	ARTEIXO	
4 PLASTICOS ACHA, S.L.	MOS	
5 CAOLINES DE VIMIANZO, S.A.U.	VIMIANZO	
6 MADERAS KEYLO, S.L.	A ESTRADA	
7 CRISTALERIA PADRONESA, S.L.	PADRON	
8 LEAL Y SOARES ESPAÑA, S.L.	A ESTRADA	
9 PALETS JOAQUIN 2013, S.L.	LUGO	
10 MECANIZADOS Y OXICORTES, S.L.	MOS	
11 MANUEL VICENTE MOSQUERA E HIJOS, S.A.	VILANOVA DE AROUSA	
12 TESIS GALICIA, S.L.	PONTEAREAS	
13 CARPINTERIA CANDAME, S.L.	ARTEIXO	
14 PROMETAL TECNOLOGIA E INNOVACION, S.L.	AS PONTES DE GARCIA RODRIGUEZ	
15 TECNICAS DE SOFT, S.A.	A CORUÑA	
16 TECNICA Y DESARROLLO DE LA ENERGIA ELECTRICA, S.L.	VIGO	
17 INDUSTRIAS ABALDE, S.L.	GONDOMAR	
18 AUXILIAR CONSERVERA, S.A.	REDONDELA	
19 INDALSU, S.L.	CALDAS DE REIS	
20 EYPAR, S.A.	MELIDE	
21 SELMARK, S.L.U.	VIGO	
22 VIDRIERAS COMPOSTELA, S.L.	TEO	
23 LONZA BIOLOGICS PORRIÑO, S.L.U.	O PORRIÑO	
24 HERGOME, S.L.	MOS	
25 CIVIS GLOBAL, S.L.	VIGO	
26 ACEUVE, S.L.U.	NIGRAN	

Tabla 3. Elaboración propia.

Miguel E. Rodríguez Méndez (Grupo GEN)
 Miguel González-Loureiro (Grupo IC2)
 Agrupación estratégica ECOBAS (Universidade de Vigo)

CÁTEDRA ARDÁN
 Consorcio de la Zona Franca de Vigo-Universidade de Vigo