



## La industria forestal de España en la Economía circular, ¿su integración es posible?

Ángel Miramontes Carballada<sup>1</sup>

Recibido: 12 de abril del 2020 / Enviado a evaluar: 20 de abril del 2020 / Aceptado: 15 de diciembre del 2020

**Resumen.** En los últimos años una de las iniciativas que está siendo apoyada desde diferentes organismos y administraciones con un mayor grado de consenso, es la economía circular. Un nuevo modelo que tiene como objetivo principal unir la economía con la sostenibilidad, generando valor añadido a la materia prima, favoreciendo el reciclaje y creando pocos residuos. Se pretende constituir un marco político destinado a generar un crecimiento sostenible, integrador y que permita crear crecimiento y empleo. En España ya hay diversos documentos sobre economía circular, en el que determinados sectores poseen una serie de características que las vinculan más directamente como es la industria forestal, donde la madera es su principal materia prima y se trata de un material renovable, reutilizable y reciclable. Por lo que en este trabajo se realiza una primera evaluación de la situación en que se encuentra la industria forestal de España dentro de la economía circular.

**Palabras clave:** Industria; forestal; economía circular; España.

[en] The forestry industry of Spain in the circular economy, is its integration possible?

**Abstract.** In recent years, one of the initiatives that is being supported by different organizations and administrations with a greater degree of consensus is the circular economy. An initiative whose main objective is to unite the economy with sustainability, generating added value to the raw material, favouring recycling or creating little waste. The aim is to create a political framework aimed at generating sustainable, inclusive growth that allows growth and employment to be created. In Spain there are already several documents on circular economy, in which certain sectors have a series of characteristics that link them more directly such as the forestry industry, where wood is its main raw material and it is a renewable, reusable and recyclable material. Therefore, in this work a first evaluation of the situation in which the Spain forest industry is located within the circular economy is carried out.

**Keywords:** Industry; forestry; circular economy; Spain.

---

<sup>1</sup> Departamento de Xeografía. Universidade de Santiago de Compostela. España.

E-mail: [angel.miramontes@usc.es](mailto:angel.miramontes@usc.es)

## [fr] L'industrie forestière espagnole dans l'économie circulaire, son intégration est-elle possible?

**Résumé.** Ces dernières années, l'économie circulaire est l'une des initiatives soutenues par différentes organisations et administrations avec un plus grand consensus. Un nouveau modèle dont l'objectif principal est d'unir l'économie à la durabilité, en générant de la valeur ajoutée à la matière première, en favorisant le recyclage et en créant peu de déchets. Il est destiné à constituer un cadre politique visant à générer une croissance durable et inclusive qui permette la création de croissance et d'emplois. En Espagne, il existe déjà plusieurs documents sur l'économie circulaire, dans lesquels certains secteurs ont une série de caractéristiques qui les relient plus directement, comme l'industrie forestière, où le bois est sa principale matière première et est une matière renouvelable, réutilisable et recyclable. Ainsi, dans ce travail, une première évaluation est faite de la situation de l'industrie forestière espagnole au sein de l'économie circulaire.

**Mots clés:** L'industrie; foresterie; économie circulaire; Espagne.

**Cómo citar.** Miramontes Carballada, A. (2020): La industria forestal de España en la Economía circular, ¿su integración es posible? *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 40(2), 439-.

**Sumario.** 1. Introducción: aproximación a las características de la Economía Circular. 2. Estructura y metodología. 3. Resultados. La Economía Circular y la Industria Forestal en España. 3.1. La Economía Circular en España. 3.2. La industria forestal en España y sus actuaciones para incluirse dentro de la Economía Circular. 4. Conclusiones. 5. Bibliografía. 6. Sitios web.

### 1. Introducción: aproximación a las características de la Economía Circular

Desde la Revolución Industrial, el modelo productivo se ha basado en el empleo de distintos recursos naturales que se transforman dentro de una cadena de producción generando dos tipologías de productos. Por un lado, el bien o producto que es consumido y por otro, una serie de residuos que derivan de la fase de producción. Estos últimos, los residuos, normalmente son trasladados a vertederos o acumulados en determinados lugares más o menos preparados para este fin.

Por lo tanto, estamos ante un proceso de actividad económica que genera una gran cantidad y diversidad de problemas medioambientales derivados de la gestión de estos residuos, contaminando tanto el aire, agua y suelo. A la vez que los recursos naturales no renovables se están agotando y provocan problemas como deforestación, destrucción de hábitats y pérdida de biodiversidad (Anttila, P. y Verkerk, H., 2010; Belda, I., 2018; Espaliat, M., 2017; Geng et al, 2012; Hetemäki et al, 2017; Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2018; Stahel, W., 2019).

Ante esta realidad, existe un cierto consenso internacional sobre la necesidad de avanzar en la instauración de un modelo de desarrollo y crecimiento que permita optimizar la utilización de los recursos y en la reducción de generación de residuos. Un claro ejemplo fue la firma de varios acuerdos como: el Acuerdo de París sobre el cambio climático, la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible o la Declaración ministerial de la Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente “Hacia

un planeta sin contaminación” a finales de 2017 (FNUB, 2015; Lindner et al 2010; ONU, 2019).

Por lo que el término de economía circular se concibe y consolida como un proceso en el que se optimiza el uso de los recursos y fomenta la eficiencia de los sistemas productivos. Al mismo tiempo que se garantiza el crecimiento económico, el bienestar de la sociedad y la preservación del capital natural (Akerman, 2016; Carus y Dammer, 2018; EMF, 2014; Geissdoerfer et al, 2017; Jimenez, L.M. et al, 2019; Kharas, H., 2017; Korhonen et al, 2018; Rizos et al, 2018).

Otra característica en la que incide la economía circular es en la necesidad de consolidar la coordinación entre las Administraciones, los sectores económicos y el conjunto de la sociedad. Lo que desde la geografía económica española se ha estudiado desde hace unas décadas y pasó por diferentes fases de estudio hasta llegar a catalogarlo como economía de redes (Albertos, 2002; Albertos y Salom, 2006; Caravaca y otros, 2007; Caravaca, 2017; Méndez y Climent, 2002; Méndez et al, 2008; Méndez, 1994, 2003; Miramontes y Alonso, 2003 y 2015; Salom, 2003; Salom y Pitarch, 2018; Salom y Albertos, 2014; Silva et al, 2003). En este contexto, es importante destacar que la transición hacia una economía circular exige la adopción de innovaciones no sólo tecnológicas sino también organizativas y sociales imprescindibles para impulsar el cambio necesario en los modelos de producción y consumo.

Otra realidad territorial a escala mundial que “obliga” a redirigir la estructura económica hacia la economía circular, son las proyecciones demográficas que nos indican como en 2050, cuando se superen los 9.100 millones de personas, harían falta casi 3 planetas para proporcionar los recursos naturales necesarios para mantener los modos de vida actuales (Banco Mundial, 2016; CEPE, 2015). Si a estas tendencias demográficas unimos las consecuencias básicas del calentamiento global, se detectan otros graves problemas relacionados con el abastecimiento de alimentos y agua potable. Pues se generarán una serie de flujos migratorios y concentración de población en algunos territorios muy concretos y grandes ciudades de América latina y Asia, principalmente (CEPE, 2015; ONU, 2019).

Desde un punto de vista más monetario, también se están produciendo una serie de acontecimientos a tener presentes. Como es el encarecimiento de las materias primas y las fuentes de energía, al presentarse un aumento de la demanda y descenso de la oferta. Lo que provocará inestabilidad en el sistema socioeconómico. A modo de ejemplo, desde la Fundación Ellen MacArthur confirman que los precios de metales, alimentos y productos agrícolas no alimentarios en la primera década del siglo XXI fueron más altos que en cualquier otra década del siglo XX (EMF, 2015; Jiménez, L.M. et al, 2020).

En este sentido y, según señalan desde la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), la fragilidad de la economía europea es importante y depende de un flujo constante de recursos naturales y materiales como el agua, cultivos, metales, minerales, energéticos y, el que centra este estudio: la madera (CEPE, 2015; Mantau, 2010; Prins, 2010).

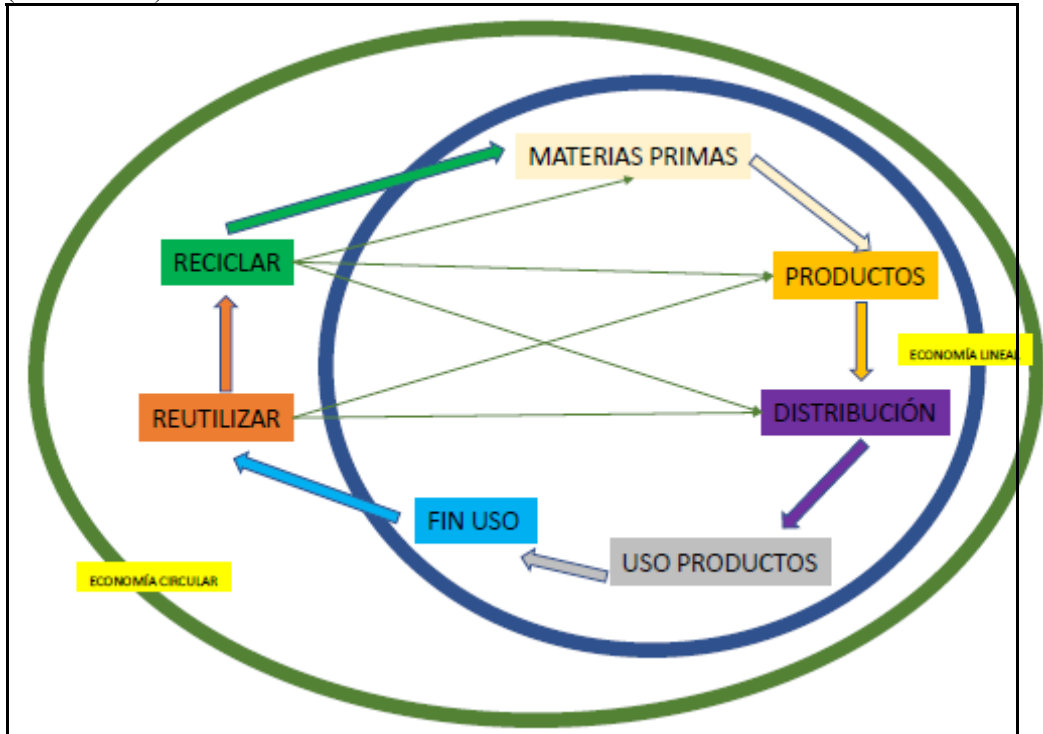
En la actualidad, no aprovechar los recursos que pueden recuperarse de los residuos generados ni desarrollar procesos de transformación más eficientes, supone una pérdida económica y de competitividad para la economía europea muy significativa. Desde entes como la Fundación Ellen MacArthur, el Foro Económico Mundial o la AEMA señalan que la economía circular generará oportunidades económicas y empresariales y permitirá crear nuevos empleos.

Los escenarios y proyecciones realizados indican que de aquí a 2030 la Economía Circular puede generar un beneficio de 1,8 billones de euros en el conjunto de la Unión Europea, lo que supone 0,9 billones más que el actual modelo de economía lineal (EMF, 2015).

En este mismo sentido, dentro de la UE, la Comisión Europea señala que la Economía Circular no sólo tendrá beneficios ambientales asociados a la gestión de los residuos, sino que proporcionará provechos económicos y sociales. De hecho, desde la Comisión estiman un ahorro en materias primas por parte de la industria de 600.000 millones de euros (un 8% de la facturación anual de la UE en 2015). Así como la creación de empleo asociado al nuevo modelo en cerca de 590.000 personas (Carus y Dammer, 2018; Comisión Europea, 2015). Pero se reitera que para hacer realidad esas oportunidades son imprescindibles la coordinación entre todos los agentes, promover el liderazgo de las Administraciones públicas, facilitar la transición a las empresas y a la sociedad para la implementación de nuevas prácticas, la generación y aplicación de tecnologías. Esto sólo será posible si empresas y administración trabajan alineados para entrar o desarrollar nichos de especialización económica, integrarse en las nuevas cadenas de valor y promover determinadas prácticas dirigidas a conservar y recuperar el capital natural (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2018). Como vemos, lo que desde la geografía económica ya se manifestaba con el estudio de los SPL, territorios innovadores o redes, donde la relación entre todos los agentes involucrados con una actividad económica y un determinado territorio se convierte en el factor clave y diferenciador. La economía circular va en esta misma línea, pero quizás dándole mayor protagonismo a aspectos medioambientales y de reciclaje.

Este apartado concluye con la realización de un simple gráfico en el que se sintetizan las partes básicas de la economía circular (ver figura 1). Esta ilustración no es nada pretenciosa ni rupturista, sino que busca simplificar los elementos que componen la economía circular y ver lo que se añade a la economía lineal. Pues la economía circular, como venimos repitiendo, no pretende romper con el sistema económico actual, sino que busca el desarrollo de un nuevo sistema a partir del existente pero que sea mucho más eficiente, eficaz y, principalmente, respetuoso con el medio ambiente. La economía circular es un cambio en el modelo de producción y consumo de productos. Supone pasar del modelo lineal al modelo circular. De hecho, para representar en un gráfico los elementos de la economía circular, lo primero es representar los que componen la economía lineal y añadir la reutilización y el reciclaje. A lo que se suman unos objetivos básicos: alcanzar un uso eficiente de las materias primas, reducción de residuos, mínimo consumo de combustibles fósiles y lucha contra el cambio climático.

Figura 1. Elementos de la economía lineal (círculo de color azul) y de la economía circular (círculo verde).



Fuente: Elaboración propia.

De todos modos, hay que hacer hincapié en recordar que dentro de cada una de las fases que componen el sistema lineal y entre ellas mismas, se generan una serie de consumos (acción humana, energía, etc.) y polución que es necesario controlar y regular. La economía circular no es tan sólo reciclar el producto final que terminó su uso o reutilizarlo. Sino que la economía circular pretende que en cada una de las fases intermedias entre la materia prima y el fin del ciclo del producto se controlen los procesos en busca del reiterado, no por ello menos importante, desarrollo sostenible.

A la vez que es necesario analizar los procesos de reciclaje y reutilización, pues en ocasiones es “mejor” iniciar todo el proceso de producción que “revivir” un producto para reutilizar. De hecho, en este trabajo se muestra el ejemplo de un producto derivado de la madera como es el papel. Pues ya existen informes y trabajos que contrastan la nula fiabilidad de determinados procesos de producción de papeles reciclados.

Por último, hay que indicar que tras la reutilización de un producto este no tiene que pasar a un reciclaje o convertirse de nuevo en materia prima, sino que puede e incluso será más beneficioso si se incorpora como un nuevo producto o directamente

al sistema de distribución y/o comercialización. Sucediendo lo mismo con el proceso de reciclaje.

## 2. Estructura y metodología

Una de las potencialidades y peculiaridades más positivas de este trabajo es que se puede considerar como pionero en el campo de la Geografía Española al abordar las perspectivas de la industria forestal española en el marco de la estrategia de la economía circular. Un aspecto o línea de investigación ausente de la agenda del colectivo de los geógrafos hasta la fecha.

Parece estar fuera de toda duda que la Economía Circular es un tema emergente que ha atraído un creciente interés en la investigación, especialmente desde el campo de la economía. En cuanto a la procedencia de estos estudios las raíces del tema las podemos situar en Europa. Sin embargo, gran parte de esta reciente oleada comenzó con autores chinos después de la implementación de controles regulatorios en este país. En particular, los académicos chinos y europeos han abordado este tema y hay un crecimiento exponencial de las publicaciones, recogidos los más significativos en el presente trabajo.

La estructura del trabajo es clara y tradicional. Parte de una presentación inicial de la estrategia de la economía circular para avanzar después de forma jerárquica y multiescalar hacia la consideración de la economía circular en España y en la industria forestal española.

Este es un primer trabajo, básico e imprescindible, sobre una temática en la que se pretende profundizar y realizar diferentes análisis comparativos con otros territorios similares al de España. Así como algún estudio de caso a escala de comunidad autónoma, donde se realizará algún análisis cualitativo. En el presente trabajo, la mayoría de los datos manejados corresponden a la categoría de datos macroeconómicos (evolución de las toneladas de residuos generados y residuos recuperados en España de 2010 a 2016 o la evolución de la estimación y demanda de madera de 2010 a 2030 en Europa) podríamos decir que las interpretaciones y conclusiones quedan justificadas por los datos. Además, el manejo constante de documentos y datos elaborados por organismos públicos y privados a escala internacional viene a reforzar las interpretaciones realizadas.

En cuanto a las ilustraciones del trabajo, se realiza un esfuerzo de síntesis gráfica y de explicación con las figuras 1 y 3. En las que además se tratan, quizás, los dos aspectos más importantes de la investigación como es mostrar el paso de la economía lineal a la economía circular y, en la otra figura relacionar la economía circular con las peculiaridades de la industria de la madera.

La bibliografía está actualizada e incluye numerosos documentos oficiales sobre la estrategia de economía circular tanto en el caso europeo como español. Así como otras más específicas de la industria forestal.

Por último, hay que indicar que tras la inserción dentro del mundo y estudio de la economía circular en general y su relación con la industria de la madera. Además de

comprobar la significación que tiene y tendrá a corto y largo plazo dentro del sistema económico a escala mundial. A la variable más medioambiental que se le presupone a la economía circular frente a la tradicional lineal, se ha detectado que también tiene unas variables sociales muy presentes. Un claro ejemplo es la importancia de la extracción de biomasa de los ecosistemas forestales como medida básica para limitar el problema de los incendios forestales, aspecto que debería considerarse central en cualquier estrategia de bioeconomía, pues la actual tendencia a la aparición de grandes incendios forestales masivos, como los ocurridos en Portugal y Galicia en octubre de 2017, es la mayor amenaza ambiental para los espacios forestales. Así como la actual realidad sociodemográfica en los espacios rurales españoles, cuestión que también está directamente relacionada con los diferentes aspectos tratados en el trabajo y en los que se espera profundizar.

### **3. Resultados. La Economía Circular y la Industria Forestal en España**

Este apartado se divide en dos partes. En primer lugar, se realiza una exposición de las características de la economía circular en España y, en segundo lugar, se analiza la situación en que se encuentra la industria forestal española dentro de este cambio que se pretende consolidar a escala mundial del paso de una economía lineal a una circular.

#### **3.1. La Economía Circular en España**

El peso de la economía española en la UE sitúa a España en una buena posición como referente a escala internacional dentro del proceso de implantación de la economía circular, fomentando el desarrollo industrial vinculado a la gestión de las materias primas y el tratamiento de los residuos.

Tras la grave crisis económica que han padecido las distintas economías del mundo, España comenzó a recuperar el crecimiento del producto interior bruto (PIB) en 2014 apoyado en la demanda interna, el consumo privado, la inversión en bienes de equipo y una caída del precio de las materias primas, en particular del petróleo. La economía española representó en 2016, aproximadamente, el 8% de la economía de la UE, lo que la convierte en la quinta mayor economía de la UE y la cuarta de la zona euro (Eurostat, 2016a). Respecto a la población, España, con más de 46 millones, representa más del 9% de la población UE (Eurostat, 2016b). Ese mismo año, el PIB español creció un 3,3%, prácticamente el doble de la media en la zona euro. Las previsiones macroeconómicas para el periodo actual, 2017-2020, apuntan al mantenimiento del ritmo de crecimiento, con un patrón sostenido basado en la demanda tanto nacional como externa.

De todos modos, a pesar de estos datos generales positivos, si entramos en unos indicadores específicos de sostenibilidad ambiental la situación de España no es tan positiva. Por ejemplo, la huella ecológica es un indicador que engloba el conjunto de impactos que se generan sobre el medio ambiente, medido en superficie necesaria

para producir los recursos consumidos y absorber los residuos generados por habitante. Según la Global Footprint Network, la huella ecológica por habitante en España en 2013 fue de 4 hectáreas marcando un punto de inflexión respecto al valor descendente de los últimos 5 años. Por lo que España se encuentra en el puesto 58 del mundo en huella ecológica por habitante. En términos de huella ecológica global, España, está en el puesto 18, produce menos impactos ambientales que Australia, Canadá, Alemania, Francia y Reino Unido, lo que guarda una relación directa con los distintos grados de desarrollo económico y actividad industrial (Global Footprint Network, 2019).

Otro ejemplo es el indicador de la biocapacidad, que se define como la superficie productiva disponible de un país. Cuando la huella ecológica, entendida como demanda de recursos naturales, supera la biocapacidad se incurre en déficit ecológico, lo cual significa que un país consume más recursos de los que dispone. Por lo que nos encontramos ante un territorio que tiene un desarrollo no sostenible. España necesita casi 2,4 veces más superficie de la que dispone, para mantener el nivel de vida y población actuales. Lo que sitúa a este territorio en el puesto 29 y en el puesto 86 a escala mundial dentro de la biocapacidad per cápita (Banco Mundial, 2016).

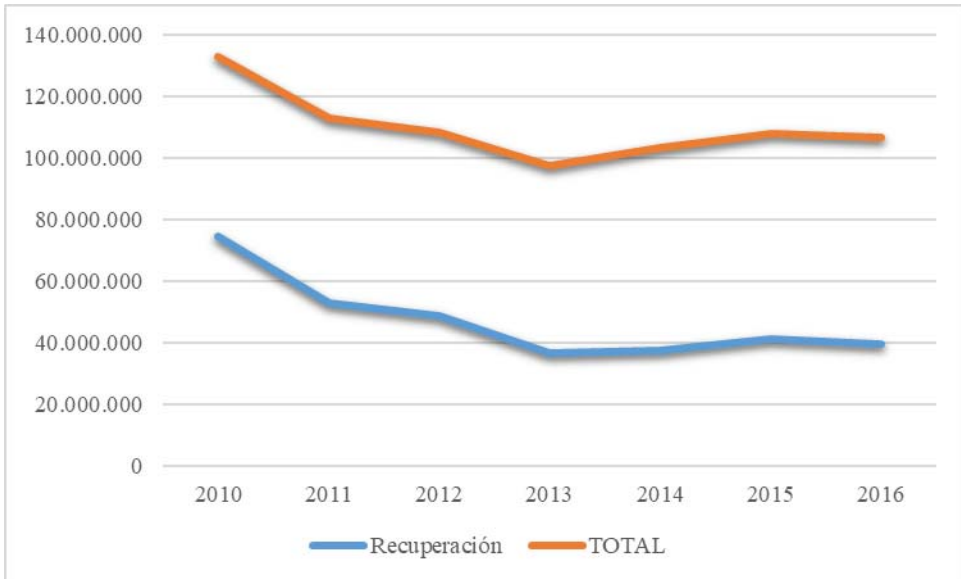
Estos datos sugieren que España no es un país con una riqueza en recursos naturales aprovechables comparable con algunos países de nuestro entorno, lo cual obliga a potenciar todas aquellas medidas encaminadas a mejorar la eficiencia en la utilización de las materias primas y de la energía.

Tomando como referencia de nuevo el 2014, en la Unión Europea se generaron 2.502 millones de toneladas de residuos, de los que únicamente se reaprovecharon 900 millones, un 36%. En cuanto a la tasa de reciclado por Estado existe una gran heterogeneidad, oscilando entre el 80 y el 5% entre territorios (Eurostat, 2015).

En el caso de España, según la misma fuente estadística, se generaron 111 millones de toneladas de residuos en 2014, un 4,4% del total comunitario. Lo que supone que, según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), fueron tratadas casi 50 millones en plantas especializadas de gestión de residuos, de entre las cuales 27 fueron destinadas al reciclado, 20 al vertido y 3 a la incineración (INE, 2015). En otras palabras, en ese año en España se reciclaron algo más del 54% de los residuos. Mientras que la media europea en aquel año fue del 36%. Lo que significa que estábamos por encima de la media, pero aun desaprovechando gran parte de los recursos en un contexto en el que las materias cada vez son más escasas y caras. Además, al profundizar un poco más en la evolución del número total de toneladas de residuos y las toneladas recuperadas, se observan dos tendencias no muy halagüeñas. En primer lugar, que en el último periodo de 6 años hubo un repunte de generación de residuos. Cuando se supone que cada vez se deben generar menos residuos derivados de la actividad industrial. En segundo lugar, que el comportamiento de las toneladas que se recuperan sigue exactamente la misma evolución. Por lo que se interpreta que se están generando algunos residuos que no se pueden tratar y gestionar o no existen en España las plantas especializadas para tal fin (ver figura 2)



Figura 2. Evolución de las toneladas de residuos generados y residuos recuperados en España de 2010 a 2016.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE (2018).

La Estrategia Española de Economía Circular se aborda en un contexto en el que, a nivel estatal, regional y local, ya existen iniciativas a partir de las cuales construir de forma coherente un modelo de economía circular. Independientemente de la escala territorial, se aprecia como en todas las iniciativas la economía circular pretende concentrar los esfuerzos en el inicio de la cadena: en la fase de diseño para lograr la durabilidad del producto, su reutilización y reciclado. En este contexto desde la administración se proponen diferentes planes como el Programa Estatal de I+D+i, iniciativas de apoyo al desarrollo de tecnologías de carácter transversal o a la innovación en procesos y productos (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 2019).

Ahora bien, no todos los sectores tienen el mismo potencial para adaptarse a un modelo de producción, consumo y reutilización circular. Muchos sectores ya han comenzado a incorporar prácticas de reciclaje que permiten disminuir la demanda de nuevas materias primas y ayudan a paliar el déficit ecológico. Sin embargo, todavía nos encontramos lejos de poder establecer un modelo de economía circular global. En este sentido, cada vez es más habitual encontrar modelos de economía circular especializados por sectores que se modifican y diferencian de otros según los recursos que necesiten y los residuos que generen (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2018).

En la actualidad es frecuente encontrar casos en los que determinados materiales, que hasta hace poco tiempo se gestionaban como residuos, han pasado a ser la materia

prima de nuevos productos que se introducen en el mercado en los ámbitos de la cosmética, la agroalimentación o los bioproductos (Foro Económico Mundial, 2016; Hetemäki et al., 2017; Martínez de Arano et al., 2018; Vehvilainen, M., 2015).

Una debilidad generalizada dentro de la transición hacia la economía circular y que se debe evitar, es no cargar a las empresas con nuevos procesos eficientes que por su contra puedan dificultar el crecimiento del tamaño de las empresas. Pues las empresas de mayor tamaño suelen tener mejor productividad, mayor capacidad de contratación, inversión e internacionalización. Quizás, esta sea otra de las contrapartidas que tiene el estrato empresarial español frente a otros países. Porque actualmente el tejido empresarial español se caracteriza por empresas de menor tamaño que en los principales países de la UE, con una presencia importante de microempresas. Esa reducida dimensión de las empresas españolas, que se explica por causas diversas, se traduce en menor capacidad inversora sobre todo en I+D+i y en mayor dificultad para acometer proyectos de internacionalización. De ese diagnóstico ha partido el Informe sobre Crecimiento Empresarial publicado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad en julio de 2017 (MINECO, 2019).

Otra gran característica de la Estrategia Española de Economía Circular, además de estar dotada de un carácter multidisciplinar y aspirar a convertirse en el marco de referencia de las Administraciones públicas, empresas y ciudadanos, es la realización de una planificación especial de un conjunto de sectores entre los que no se encuentra la industria forestal, como son: los sectores de la construcción, la agroalimentación, la industria en su conjunto, los bienes de consumo y el turismo (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2018).

Por lo que, sin realizar una radiografía de la estructura empresarial de las grandes empresas de España por sectores, se aprecia una cierta coherencia que puede justificar en cierta medida el haber seleccionado estos sectores.

Dentro de la planificación de cada uno de estos sectores para realizar correctamente su transición hacia la economía circular, en todos, existe un apartado en el que se insiste en la necesidad de que fluya la colaboración, participación e implicación de toda la sociedad, las Administraciones, las asociaciones, todas las tipologías y fases de la actividad económica como fabricación, producción, distribución y gestión de residuos, los agentes sociales y los consumidores con la doble implicación de ser quienes deciden que productos compran, así como su comportamiento con los residuos. Todos y cada uno de los agentes que desde la geografía económica se suelen tener en cuenta para detectar las características industriales de un determinado territorio, más allá de la localización en un lugar concreto u otro. Mientras que sí resulta determinante, saber las relaciones que mantiene con la administración, otras empresas, asociaciones, etc.

### **3.2. La industria forestal en España y sus actuaciones para incluirse dentro de la Economía Circular**

La madera se trata de un material renovable, sostenible y se puede utilizar, reutilizar y reciclar. Por lo que es una materia prima clave para el modelo de transición hacia una

economía circular que impulse la competitividad global, el crecimiento económico sostenible y la generación de nuevos puestos de trabajo (CEPE, 2015; FNUB, 2015; Jacob et al, 2014; Lindner et al., 2010; MAPA, 2019; Raftoyannis et al., 2014).

Además, sus productos están en auge, de hecho, el crecimiento de la demanda de productos forestales es una realidad. La producción mundial de los principales productos madereros está mostrando su mayor crecimiento desde la crisis económica mundial de 2008. Por lo que se entiende que la producción de los principales productos forestales (madera en rollo, madera aserrada, tableros, pasta y papel) se ha recuperado. En la actualidad el valor del comercio mundial de productos forestales asciende a 255 mil millones de dólares, lo que supuso un crecimiento del 3% con respecto al 2013. El mayor crecimiento se observa en las zonas de Asia - Pacífico, América Latina y América del Norte. China destaca como país productor y consumidor (CEPE, 2015; FAO, 2019; FNUB, 2015; Martínez de Arano et al., 2018).

Por otro lado, también es necesario conocer como están cambiando los bosques en el mundo, pues la superficie forestal neta ha aumentado en más de 60 países y territorios, la mayoría de los cuales se encuentran en zonas templadas y boreales. La mayor pérdida ha tenido lugar en los trópicos, especialmente en África y América del Sur. El 93% de los bosques son naturales. Sin embargo, la proporción de bosques plantados está aumentando. Unas plantaciones que en ocasiones son catalogadas como algo malo cuando realmente es una de las potencialidades de la madera y la industria forestal: el poder crear tanta o más materia prima como la consumida. Eso sí, siempre y cuando se realice de un modo responsable y según las propias características del territorio. Pero es una idiosincrasia de la madera frente a otras materias primas muy consumidas, pero no renovables como el gas o el petróleo. Otra característica a escala global es la consolidación de los nuevos usos de la madera como son los energéticos, donde la madera se convierte en la principal fuente de energía renovable. Dentro de la bioeconomía en relación con los biomateriales o relacionado con los nuevos productos como el contra laminado, madera modificadas o productos de alta calidad. Sin embargo, la madera se puede convertir en un bien escaso y parece que sigue ese camino (CEPE, 2015; FNUB, 2015). Por ejemplo, en Europa en 2030, se estima que habrá un déficit de madera de 300 millones de m<sup>3</sup> (ver tabla 1).

Tabla 1. Evolución de la estimación de producción y demanda de madera de 2010 a 2030 en Europa (en millones de metros cúbicos)

	2010	2020	2030
Demanda	825,5	1.145,4	1.425,4
Potencial	993,9	1.048,4	1.109,4
Diferencia	168,4	-97	-316

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Mantau (2012).

Por lo que los territorios que sean capaces de suministrar madera tendrán un papel clave dentro de la economía circular global. Además, desde dos puntos de vista, primero como productores de una materia prima escasa y, en segundo lugar, como una posible inversión de futuro para determinados territorios con unas características adecuadas para su producción como es España (CEPE, 2015; FNUB, 2015; Martínez de Arano et al., 2018; Ministerio de Medio Ambiente, 1999 y 2002; Rockstrom et al., 2017).

Ante este escenario, la necesidad de conocer la industria forestal española y su situación dentro de la transición hacia una economía circular, si cabe, se hace más interesante.

Como indicamos anteriormente, a pesar de que la industria forestal no se encuentra entre los sectores seleccionados en un primer momento dentro de las planificaciones sectoriales realizadas desde la Estrategia Española de Economía Circular. Existen una serie de actuaciones que se están estandarizando y convirtiendo al sector en más sostenible y equilibrado entre producción y generación de residuos. Además, las propias características de esta industria y de su principal materia prima, la madera, la convierten en uno de los sectores con mayores potencialidades y opciones de realizar una transición perfecta hacia la economía circular (MAPA, 2019). Con la debilidad que en España predominan las pequeñas y medianas empresas dentro de la industria forestal e incluso el número de autónomas es significativo (INE, 2019).

El punto de partida para exponer de un modo breve las características generales de la industria forestal en España, no puede ser otro que afirmar que el territorio español es forestal. De hecho, la superficie forestal en España ocupa el 56% de la superficie total, aproximadamente 27,6 millones de hectáreas (SECF, 2019). Además, cada año esta superficie aumenta a una media de 180.000 hectáreas anuales como consecuencia de dos factores: las repoblaciones forestales efectuadas desde la segunda mitad del siglo XIX y la primera del siglo XX y el abandono, desde los años 60 del siglo XX, del medio rural y de la actividad agrícola y ganadera, principalmente. Junto con la superficie forestal, también se incrementa el número de árboles, las masas arbóreas y por lo tanto el volumen de madera en los bosques españoles aumenta a una media de 13-17 millones de m<sup>3</sup>. Los terrenos forestales, además, representan la mayor parte del territorio protegido en España: el 40% de la superficie forestal se encuentra protegida e incluida en la Red Natura 2000, lo que en cifras representa más de 11 millones de hectáreas, de un total de algo más de 15 millones de hectáreas que forman la Red (MAPA, 2019b; Ministerio de Medio Ambiente, 1999; SECF, 2019).

En resumen, la mayoría de la superficie española es terreno forestal, dispone de un alto grado de protección y año tras año se incrementa en ella el recurso natural, tanto en superficie como en existencias (MAPA, 2015 y 2019b; Ministerio de Medio Ambiente; 1999).

Otra característica actual de las superficies forestales son los cambios de valores que están presentando los bosques en España, llegando a superar en valor económico el uso recreativo y ambiental de los bosques frente al valor de los bienes directos generados. De hecho, en el III Inventario Forestal Nacional se indicaba que la importancia socioeconómica de las externalidades forestales en las últimas décadas

podría llegar a desplazar a las producciones directas de los montes de determinadas áreas de España (SECF, 2019; MAPA, 2015 y 2019b; Ministerio de Medio Ambiente; 1999).

La política ambiental en España, de un modo general ha provocado un doble efecto muy claro dentro de las superficies forestales. Por un lado, ha ido progresando en la limitación de los usos de los espacios forestales y condicionando los aprovechamientos tradicionales forestales, con una orientación hacia las demandas sociales que se originaban desde las áreas urbanas, pero sin valorar las consecuencias, en términos de desarrollo socioeconómico, que para el medio rural tienen esas limitaciones. Además del efecto negativo que la disminución de los aprovechamientos tradicionales tiene en la evolución ecológica de las masas arbóreas (MAPA, 2019 y 2019b; Ministerio de Medio Ambiente; 1999). Por otro lado, nos encontramos con que la crisis que afecta al medio rural está provocando una constante despoblación y envejecimiento demográfico desde mediados del siglo XX. Este cambio de modelo ha afectado con especial virulencia a las áreas de montaña, la mayoría terrenos forestales. La conservación de la actividad forestal existente y su fomento en el marco de un modelo de bioeconomía sería una de las políticas más eficaces para el desarrollo rural de estas zonas (MAPA, 2015, 2019 y 2019b; Ministerio de Medio Ambiente; 1999).

Otro problema asociado es el rechazo de la sociedad hacia el aprovechamiento en el monte de algunos de sus recursos (caza, madera, pesca, eucalipto, etc.), en particular si implica la “muerte” del árbol o del animal o se ven involucradas especies no autóctonas. Valoraciones todas respetables pero que no compartimos por decreto. Sino que somos más de la idea de la necesidad de analizar y estudiar un determinado territorio forestal y después plantear cual puede ser el uso o usos más adecuados y equilibrados según las características de ese territorio. Pero no limitarse a sentenciar que el eucalipto o la producción intensiva de madera, por ejemplo, son malas actuaciones para desarrollar un territorio desde el punto de vista medioambiental y/o socioeconómico. La educación ambiental de las últimas décadas no ha sido todo lo positiva que se esperaba y se ha quedado más en un catálogo de buenas intenciones (Ministerio de Medio Ambiente, 1999; Miramontes, 2009).

La cantidad de estudios que nos indican la importancia económica y social del sector forestal es ingente y conocida (MAPA, 2015 y 2019; Martínez de Arano et al., 2018; Miramontes, 2009). Sin embargo, es importante recordar que la economía y el empleo dependientes del sector forestal, son fundamentales para el desarrollo rural en muchas zonas de España con escasas oportunidades económicas, así como su industria de transformación.

De hecho, a grandes rasgos, el volumen de facturación final del sector forestal en 2016 se estimó en aproximadamente 20.000 millones de euros, con 130.000 empleados en la industria de primera y segunda transformación y con más de 80.000 empleos en los montes, actividades silvícolas. Todo ello, sin incluir a una cifra indeterminada de propietarios forestales, pero muy superior al millón de personas. Estos valores se mantuvieron más o menos estables a lo largo del siglo XXI, salvo en el periodo de la crisis económica iniciada en el 2008 que colapsó los productos forestales, en la que la bajada de la demanda hundió los precios. Aunque es verdad

que todos los sectores del país acusaron la crisis, pero para el forestal supuso un shock especial, pues ya partía de índices de eficacia muy por debajo de sus posibilidades. Sin embargo, las empresas transformadoras de la madera, por lo general, suelen poseer un saber hacer y una capacidad de readaptación a las nuevas demandas del mercado que les aportan unas potencialidades frente a otros sectores que las permiten superar periodos de crisis como el pasado (CONFEMADERA, 2019; MAPA, 2015; Miramontes, 2009).

Otra peculiaridad del sector forestal español es la diversidad de sus productos que se pueden clasificar en dos grandes categorías: madera y productos maderables por un lado y productos no maderables por el otro.

La madera y los productos maderables constituyen el sector principal en términos económicos y de empleo, si bien presenta una gran heterogeneidad, con subsectores muy competitivos y subsectores en proceso de reconversión o necesitados de ella. Se puede establecer 4 grupos: madera aserrada, chapas y tableros, pasta de papel y biomasa.

La crisis del sector de la construcción ha marcado la evolución de la madera aserrada. Con una primera época expansiva en cifras de negocio, pero sin acometer, en general, las reformas estructurales que necesitaba para poder modernizarse. Tras la crisis se ha reducido el número de aserraderos y la cantidad de madera aserrada producida en España y se ha aumentado la dependencia de la industria de envase y embalaje frente a la de carpintería de calidad. Además, durante todo el periodo no se ha logrado hacer frente a la competitividad de las importaciones. La perspectiva en Europa es la de una mayor especialización y valor añadido del producto. Ante ello, la industria española debe establecer una estrategia competitiva que permita alcanzar capacidades mayores para exportar a Europa o a otros países y no solo fabricar madera aserrada sino productos elaborados y de mayor valor añadido (Hurmekoski, E. 2017; Sathre y O'Connor, 2010; Schwartz et al, 2018).

En cuanto a las chapas y tableros, aunque el balance en España ha sido diferente según los tipos de tablero, la crisis de la construcción ha implicado descensos globales de fabricación en el periodo 2000-2015 en la mayoría de los casos y disminución del empleo. La excepción es el tablero destinado a envase y embalaje que mantiene sus cifras. Las empresas grandes y con vocación exportadora han superado la crisis en mejores condiciones que las pequeñas. En los últimos años se ha producido una ligera mejoría con un incremento de las ventas y el comercio a corto plazo en el mercado nacional (Hetemäki et al, 2017; Miramontes, 2009; Vis M., U. Mantau y B. Allen, 2016).

El sector de la pasta y papel ha superado la crisis retomando las cifras de facturación anteriores y presenta en la actualidad un carácter competitivo comparable al de las demás empresas europeas. Más de la mitad de la producción española es pasta de fibra corta con fuerte dependencia de la exportación. La demanda de madera en rollo es fundamentalmente eucalipto, que se mantiene estable, y en menor medida coníferas, con tendencia decreciente. El papel ha aumentado su producción y ha mantenido su consumo. Fundamentalmente se fabrica con material reciclado, cuya recogida y uso es claramente dominante. Los principales retos son incorporarse a la

economía circular, ser reconocido en cuanto a importancia socioeconómica por la administración y la sociedad y solucionar las incertidumbres que rodean la cogeneración (Miramontes, 2009; Shen, L., Worrell, E., y Patel, M.K., 2010; Vehvilainen, M., 2015).

La biomasa forestal debido a la bajada de los precios del petróleo y a las nuevas regulaciones en el sector de las energías renovables, ha paralizado su desarrollo, principalmente en la producción de energía eléctrica, aunque en el caso de la producción térmica mantiene un crecimiento constante (Carus, M., Dammer, L., 2018). Dada la gran potencialidad del sector de la madera y leña en España, en que las extracciones no alcanzan el 40% del crecimiento y su potencial en la nueva bioeconomía. Todo hace indicar que el futuro parece claro y favorable, aunque exige una decidida voluntad política y un marco estable (Miramontes, Á. y Alonso, M<sup>a</sup>.P., 2011).

En cuanto a los productos no maderables, en general se trata de producciones a escala regional o local, de enorme importancia para la conservación de muchas áreas rurales, pero que requieren de políticas específicas para cada uno de ellos. A su vez también podemos diferenciar varios grupos: corcho, resina, frutos forestales, pastos, caza y hongos (Lovric et al., 2017; Profokieva et al., 2017).

La producción de corcho presenta fuertes oscilaciones, pero la tendencia es al descenso en las últimas décadas. También es importante destacar la pérdida de calidad y la disminución de los precios durante la primera década del siglo XXI. En un futuro próximo la producción en España debe aumentar como consecuencia de las repoblaciones realizadas con el apoyo de la PAC. Además, en un mercado que no presenta problemas para absorber el incremento de oferta.

En cuanto a la resina, más del 80% de la producción en España se concentra en Castilla y León, además ha crecido exponencialmente durante los últimos años, desde las apenas 2.000 toneladas del 2010 hasta las más de 12.000 toneladas del 2016. La disminución de las exportaciones de China y la subida de precios para el productor son las causas principales de este cambio de tendencia. Por otra parte, el déficit de materia prima y de derivados es muy importante en la UE, por lo que existe un amplio margen para ampliar su desarrollo a nuevas áreas de resinación. Grandes empresas portuguesas y brasileñas han entrado en el mercado español durante los últimos años (Lovric et al., 2017; MAPA, 2019b).

Dentro del grupo de los frutos forestales podemos diferenciar entre el piñón, la castaña y la bellota. La producción de piñón ha descendido notablemente en los últimos años, como consecuencia de las enfermedades que, actualmente, son el limitante más importante. El sector empresarial se concentra en la provincia de Valladolid y en menor medida en las provincias de Huelva y Córdoba. La castaña presenta dos claras debilidades, la proliferación de enfermedades y el minifundio de muchas de sus explotaciones. Sin embargo, la demanda del producto es creciente y el precio del mercado estable. La producción y las principales empresas transformadoras se concentran en Galicia (Lugo y Orense) y León. Por último, está la bellota que es el fruto más abundante y repartido por los montes españoles. Además del relevante papel en la producción extensiva de porcino ibérico, también cumple un importante

papel en la alimentación de otras especies de ganadería extensiva, así como para la fauna silvestre. Actualmente, la oferta de bellota es insuficiente para la demanda.

Nuevamente apreciamos como la crisis de la ganadería extensiva en España está provocando la reducción de su aprovechamiento en muchas zonas y el descenso de las superficies de otro producto no maderable como son los pastos forestales. La reducción de los precios percibidos por los ganaderos hace inviables a muchas explotaciones que van desapareciendo o se van orientando hacia la producción intensiva.

Una evolución opuesta es la que ha experimentado la caza, donde el incremento de la superficie forestal y el abandono rural ha llevado a que la caza mayor haya crecido notablemente en las últimas décadas, hasta el punto de que se hace necesaria una política de control de las especies cinegéticas más intensa que la actual por problemas de capacidad del medio natural para sostener las poblaciones. Sin embargo, la caza menor se ha reducido por el aumento de los predadores (caza mayor) y por la desaparición de sus ecosistemas agrícolas tradicionales y se mantiene mediante las sueltas artificiales. La economía asociada a este sector, principalmente en servicios externos, es muy importante para la conservación del entorno rural (MAPA, 2019b; Ministerio de Medio Ambiente, 1999).

Por último, el sector de la micología ha crecido notablemente y tiene un gran potencial para seguir haciéndolo si se regula su aprovechamiento. La facturación estimada del sector de los hongos asciende a 200 millones de euros anuales, aunque la cantidad real será superior, ya que no existen canales transparentes de comercialización y además hay un alto porcentaje de autoconsumo y de consumo local. En cuanto a las trufas, la producción silvestre es actualmente muy pequeña y lo que se ha desarrollado exponencialmente es el cultivo de trufas, la superficie se ha duplicado y se concentra en algunas comarcas del Sistema Ibérico.

En cuanto a la transición del sector forestal español hacia la economía circular, se puede afirmar que durante 200 años la gestión forestal ha sido un ejemplo de sostenibilidad y equilibrio entre la producción y consumo de madera. Pero en la actualidad, se están produciendo una serie de actuaciones y relaciones de esta materia prima con otras actividades industriales que le dan mayor peso dentro de la economía circular. Como la utilización de la madera como material para la construcción en lugar de acero, aluminio y hormigón. Algo que ya se ha realizado desde hace muchas décadas en EE. UU., Canadá, el norte de Europa o Japón. Dentro del sector textil y moda la sustitución de fibras sintéticas por fibras de origen vegetal. Así como el uso de biodiesel y de resinas naturales en sustitución de petróleo. Además, hay que hacer hincapié en que los bosques tienen otro componente endémico frente a otros usos del suelo como es su capacidad de absorber carbono. Se estima que en España pueden “reciclar” el 10% de estas emisiones, con lo que contribuyen a frenar el cambio climático o calentamiento global, la gestión y conservación de los recursos hídricos, el desarrollo rural, la reducción de incendios forestales y el fomento de la ganadería extensiva (Lindner et al 2010; MAPA, 2019; Textile Exchange, 2018; Vehvilainen, M., 2015).



Por todo esto, resulta evidente la necesidad de articular una política forestal de mejora e incremento del aprovechamiento infrutilizado. Esta evidencia ha sido recogida en otro documento que guarda una relación directa con la economía circular como es la Estrategia Española de Bioeconomía (Ministerio de Economía y Competitividad, 2016), que para maximizar el uso de la materia orgánica renovable disponible plantea aumentar el uso de la madera, la bioenergía y los biomateriales y resalta su efecto favorable en la creación de empleo. Desde el primer momento insisten en recordar que los bosques son la principal “infraestructura biológica” del planeta, son el mayor sumidero de carbono terrestre y la principal fuente terrestre de oxígeno, agua y biodiversidad (Carus, M., Dammer, L., 2018; European Bioplastics, 2018; Martínez de Arano et al., 2018). En definitiva, los bosques juegan un papel clave para asegurar la resiliencia del capital natural a escala local y global (FNUB, 2015).

Con referencia a su situación dentro de la economía circular la madera y otros materiales de los bosques cumplen el requisito fundamental de ser materias primas renovables, reutilizables y reciclables. Lo que las sitúa como estratégicas dentro de la economía circular de un país como España. Además, estas materias primas preferiblemente deben estar ubicadas en las proximidades a los centros de producción, transformación y consumo, con el fin de reducir la utilización de combustibles fósiles y costes de transporte de las materias primas a dichos centros.

Sin embargo, en la actualidad España tiene una baja y desigual tasa de utilización de sus recursos forestales (en el caso de la madera no se aprovecha ni el 40% del crecimiento anual de este recurso). Se considera que incrementar la gestión sostenible de los recursos forestales repartida por todo el territorio genera sinergias económicas positivas, además de prevenir el riesgo de incendios forestales y crea empleo en el mundo rural, que a su vez ayuda a combatir el actual proceso de despoblación sufrido por comarcas enteras, siendo la mayor parte de ellas de carácter eminentemente forestal.

La utilización de productos obtenidos a partir de materias primas forestales gestionadas según métodos sostenibles reduce la necesidad de utilización de materias primas no renovables y los enormes insumos energéticos que se necesitan para su fabricación (hormigón, acero, etc.). La normativa vigente en materia de contratos públicos incluye la posibilidad de establecer cláusulas medioambientales en los procedimientos de contratación.

Dentro del amplio abanico de actividades englobadas dentro de la industria forestal, una de las que tiene mayor recorrido y está siendo seguida de cerca por diferentes organismos públicos y privados es la biomasa forestal. Pues esta fuente de energía procede de aprovechamientos forestales y es una fuente renovable, barata y neutra en su contribución al efecto invernadero. Se puede obtener a cortas y medias distancias, con lo que se reducen los costes de transporte y los insumos energéticos. Esta medida producirá ahorros significativos en el gasto corriente de mantenimiento de los edificios públicos y viviendas, por sustitución de combustibles fósiles, y contribuirá a no incrementar los niveles de emisión de contaminantes atmosféricos.

En cuanto a la situación de la gestión de residuos de la madera en España, anualmente se producen 1.200.000 toneladas de residuos de madera. De las mismas, se producen anualmente 290.000 toneladas de residuos de envases de madera, de las que un 75% han sido valorizadas, 186.000 fueron recicladas y 30.000, valorizadas energéticamente.

La tipología de residuos de madera es diversa:

- Recortes: se trata de trozos de forma variada y de dimensiones que van desde varios centímetros a más de un metro. Se generan principalmente en la industria de segunda transformadora de la madera, carpinterías y fábricas de muebles.
- Serrín y viruta: el serrín es madera en polvo generada en los procesos de transformación y corte. La viruta tiene un tamaño algo mayor.
- Pallets: el pallet de madera es la plataforma horizontal que se emplea como base para el transporte de mercancías y lo genera como residuo toda la industria. A pesar de que desde hace unos años se están reutilizando como material decorativo e incluso mobiliario (mesas de comedor, mesillas de noche, etc).
- Envases de madera: pueden ser de tamaño pequeño, como las cajas de fruta, o de gran tamaño, como las empleadas para transporte de maquinaria.
- Muebles, puertas, etc.: son en general residuos voluminosos y pesados. Los generan los ciudadanos al deshacerse de sus muebles.
- Restos de construcción y derribo: en la construcción se utiliza madera para el encofrado, vigas, soportes, puertas y ventanas, etc., que suelen ser desechadas tras su primer uso.
- Restos de poda: con las tareas de mantenimiento y cuidado de los árboles, tanto en monte como en los núcleos urbanos, se generan residuos de madera en forma de troncos, ramas y hojas.
- Bobinas: cables y mangueras de grandes canalizaciones son enrollados en bobinas de madera que pasan a ser residuo una vez empleadas. Aunque de un modo insignificante, al igual que los pallets algunas se utilizan como mobiliario.
- Madera tratada: traviesas, postes de luz, etc. que han recibido algún tipo de tratamiento por temas de durabilidad, ataques, etc., son más difíciles de reciclar.

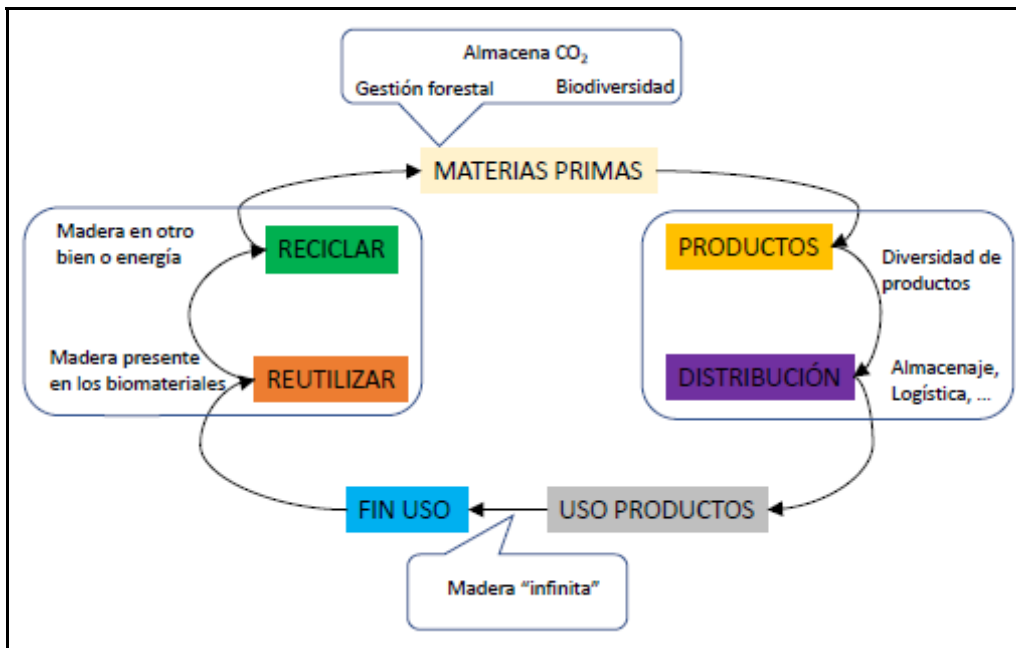
Por lo que está claro que la industria forestal en España es una actividad que tiene una gran significación desde el punto de vista medioambiental, ocupación de hectáreas, socioeconómico vinculado a la actividad de las empresas y número de trabajadores y su materia prima se trata de un material reciclable y renovable. Por lo que posee todas las características básicas para realizar una transición “tranquila” hacia la economía circular. Desde diferentes colectivos como el colegio de ingenieros de montes, centros tecnológicos de la madera o la administración estatal se están planteando acciones en dirección de la economía circular como la apuesta por la biomasa, la madera para la construcción o repoblaciones acordes a las características del territorio. Pero quizás de un modo sesgado, descoordinado e incluso individualista que no sigue las pautas que desde el primer momento se indican que para el desarrollo

de una economía circular la relación entre todos los agentes (públicos y privados) debe de ser lo más fluida posible.

En lo que no hay duda alguna es en la gran potencialidad que tiene la madera como materia prima dentro de la economía circular, pues es renovable y se puede producir toda la cantidad que se necesite y de un modo sostenible. A la vez que se convierte en uno de los agentes más potentes contra el cambio climático con su capacidad de almacenaje de CO<sub>2</sub>. De hecho, para concluir este apartado y siguiendo el modelo de la figura 1, realizamos una composición en la que se relaciona la industria de la madera con la economía circular.

En cuanto a la madera como madera prima, a lo largo de este trabajo ya hemos visto como tiene infinidad de aplicaciones y diversidad de productos. De todos modos, lo que se debe realizar es una ordenación y gestión de las superficies forestales, para producir bajo unos criterios de biodiversidad y productividad adecuados a las propias características del territorio. Con la ventaja añadida que unos bosques ordenados son una herramienta sumamente útil para la lucha contra los incendios forestales o la valorización del medio rural.

Figura 3. Las posibilidades de la madera en el Economía Circular.



Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto en el que hay que tener precaución y dedicar esfuerzos es en coordinar las diferentes fases de transformación de la madera en bienes y productos. Pues la industria de la madera posee una cadena de producción muy clara. Una

primera transformación donde se produce chapa, tableros o pasta de papel y, una segunda transformación que se realiza desde las carpinterías, fábricas de muebles y las plantas productoras de papel, cartón y derivados. Del mismo modo que cuando hablábamos que había que controlar los procesos de producción y distribución dentro de la economía circular. Resulta crucial realizar del mejor modo posible estas fases dentro de la industria de la madera, desde su producción a su reciclaje.

La madera posee otras potencialidades con una aplicación directa dentro de la economía circular. En primer lugar, destaca por ser un material casi infinito, con un ciclo de vida de los más largos si recibe una serie de tratamientos o cuidados. A modo de ejemplo, las centenarias casas de madera de las Islas Feroe o en Japón. En segundo lugar, la madera está adquiriendo mucho protagonismo dentro de los biomateriales que permiten reducir el consumo de plásticos y sintéticos. Por último, la madera en caso de no llegar a convertirse en otro producto diferente al original o no encontrarse el sistema productivo adecuado para darle un nuevo uso, siempre se podrá emplear como energía (ver figura 3).

Por lo que se confirma que lo que es bueno para el correcto desarrollo de la industria de la madera se integra perfectamente en las líneas de actuación de la Economía Circular.

#### **4. Conclusiones**

Tras este trabajo una de las conclusiones más claras fue confirmar que la madera se puede definir como una materia prima del futuro. Por sus características son las de un recurso natural, reciclable, renovable, reutilizable e inagotable. También es confortable, pues tiene peculiaridades como gran aislante térmico y acústico. La madera es saludable pues crea entornos óptimos. Así como sostenible y eficiente en la fabricación de productos y requiere de un menor consumo energético. Por el desarrollo tecnológico que ha experimentado en los últimos años que ha permitido superar muchos obstáculos a nivel constructivo o desarrollar proyectos innovadores como la construcción de residencias, guarderías o centros de salud en madera.

En la actualidad estamos ante una oportunidad única para el sector forestal y su integración de un modo muy factible a uno de sus sectores estratégicos dentro de la economía circular global. La industria forestal tiene desde el punto de vista de cualquier indicador socioeconómico mucha significación dentro de España y, aunque se están realizando diversas actuaciones para hacer una transición del sector hacia una economía circular, aún se encuentra en las fases iniciales. De todos modos, la lectura que se puede extraer es que por lo menos desde la administración y los agentes vinculados con la industria forestal se sabe el camino a seguir.

España tiene las mejores condiciones de clima y terreno para la producción de masas forestales, por lo tanto, para la obtención de estos nuevos productos forestales. España cuenta con un tejido productivo con capacidad para gestionar de manera eficiente un mayor volumen del recurso del monte.

La industria transformadora española lleva años apostando por un uso eficiente de la materia prima, a través del reciclado y uso de subproductos.

A partir de la biomasa se puede producir lo mismo que a partir del petróleo y en España tenemos una cantidad ingente de recursos forestales homogéneamente distribuidos por el territorio. A su vez, en España disponemos de la tecnología necesaria para sacar el máximo provecho de ellos, por lo que para que esa bioeconomía forestal ocupe el puesto que se merece, tan sólo le falta el impulso político y el desarrollo normativo estable que permita ponerla en funcionamiento.

Por lo que, tras esta primera aproximación al estudio de la industria forestal española en su transición hacia la economía circular, se aprecian varias características para tener en cuenta para futuras investigaciones. Por un lado, que la industria forestal es muy importante en la estructura socioeconómica de España. Además, la madera se trata de una materia prima que en un futuro próximo tendrá aun mayor significación en cuanto al desarrollo de determinadas actividades vinculadas o más alejadas de las tradicionales de transformación de la madera. Siendo España un territorio donde el uso forestal es el mayoritario. Por otro lado, la industria forestal española posee unas características que parecen más adecuadas para realizar una tranquila transición hacia una economía circular. Pues como se comentó a lo largo de este trabajo la madera es renovable y reciclable, además de poseer unas características que no se encuentran dentro de otras materias primas. Sin embargo, comprobamos como aún son pequeños los pasos que se han dado desde la administración para integrar esta industria en la economía circular y las iniciativas privadas se han realizado de un modo individual. Por lo que se nos antoja científicamente interesante mantenernos alerta sobre los cambios que presentará esta industria en España donde se están desarrollando diferentes documentos y normativas para gestionar adecuadamente la transición de la industria forestal hacia la economía circular. Además de esta evaluación preliminar, también se detecta que se saben los pasos a seguir, la necesidad de que todos los agentes estén integrados, buscar todas las utilidades de la materia prima, sus fases de reciclado, etc.

Para concluir se cita una reflexión que ya se efectuó hace más de 25 años y le encontramos similitudes con la vanguardista economía circular: La gestión forestal sostenible consiste en la explotación de los bosques y las superficies forestales de tal manera, y con tal intensidad, que se preserven su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y potencial para cumplir, ahora y en el futuro, funciones ecológicas, económicas y sociales significativas tanto a nivel local y nacional como global, sin ocasionar daños a otros ecosistemas (Conferencia Ministerial para la Protección de los Bosques de Europa, Helsinki, 1993).

## 5. Bibliografía

Albertos, J.M. (2002): Cultura, innovación y desarrollo local. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, N°. 34, Madrid. pp. 229-243. Retrieved from <https://bage.geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/438/409>

- Albertos, J.M. & Salom, J. (2006): Redes institucionales y servicios a las empresas en el cluster cerámico de Castellón. *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, N°. 10, Barcelona. pp. 205-228. Retrieved from <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-213.htm>
- Anttila, P. & Verkerk, H. (2010): Forest energy resources in the EU. In: *Forest Bioenergy Book of proceedings*. FINBIO Publications 47. FINBIO - The Bioenergy Association of Finland, Jyväskylä. pp. 63-68. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/281966852\\_Forest\\_energy\\_resources\\_in\\_the\\_EU](https://www.researchgate.net/publication/281966852_Forest_energy_resources_in_the_EU)
- Akerman, E. (2016): Development of Circular Economy Core Indicators for Natural Resources. Analysis of existing sustainability indicators as a baseline for developing circular economy indicators. Royal Institute of Technology. Master of Science Thesis. Stockholm. Retrieved from [https://pdfs.semanticscholar.org/8f84/02396b188e41271829b49a93cf5f476e3b6d.pdf?\\_ga=2.186609899.375471467.1584031797-1264933510.1584031797](https://pdfs.semanticscholar.org/8f84/02396b188e41271829b49a93cf5f476e3b6d.pdf?_ga=2.186609899.375471467.1584031797-1264933510.1584031797)
- Belda, I. (2018): Economía circular: un nuevo modelo de producción y consumo sostenible, Tébar Flores, pp. 229
- Caravaca, I. (2017): Globalización neoliberal y crisis en los espacios ganadores y emergentes. Ciudad y territorio: Estudios territoriales, N° 194, pp. 613-628. Retrieved from <https://apps.fomento.gob.es/CVP/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=BP1022>
- Caravaca, I.; González, G. & Mendoza, A. (2007): Indicadores de dinamismo, innovación y desarrollo: su aplicación en ciudades pequeñas y medias de Andalucía. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, N°. 43, pp. 131-154. Retrieved from [http://age.ieg.csic.es/boletin/43/07\\_CARAVACA.pdf](http://age.ieg.csic.es/boletin/43/07_CARAVACA.pdf)
- Carus, M. & Dammer, L. (2018): The Circular Economy – Concepts, Opportunities and Limitations. Nova Institute. Nova paper 9 on bio-based economy 2018-01. Retrieved from <http://bio-based.eu/nova-papers/>
- CEPE, 2015. Forests in the ECE Region: Trends and Challenges in Achieving the Global Objectives on Forests. Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, United Nations, Geneva, pp. 212. Retrieved from <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/publications/forests-in-the-ece-region.pdf>
- Comisión Europea (2015): An Ambitious EC circular economy package, Factsheet on the circular economy. Retrieved from [https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/circular-economy-factsheet-general\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/circular-economy-factsheet-general_en.pdf)
- EMF (Ellen Macarthur Foundation) (2015): Growth economy: a circular economy vision for a competitive Europe. McKinsey Center for Business and Environment. Pp. 98. Retrieved [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthur\\_Foundation\\_Growth-Within\\_July15.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthur_Foundation_Growth-Within_July15.pdf)
- EMF (Ellen Macarthur Foundation) (2014): Hacia una Economía Circular. Resumen ejecutivo. Foundation Ellen MacArthur and McKinsey & Compañía Pp. 9. Retrieved from [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/EMF\\_Spanish\\_exec\\_pages-Revise.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/EMF_Spanish_exec_pages-Revise.pdf)
- European Bioplastics, 2018. What are bioplastics?. Berlin, European Bioplastics. Retrieved from [https://docs.european-bioplastics.org/publications/fs/EuBP\\_FS\\_What\\_are\\_bioplastics.pdf](https://docs.european-bioplastics.org/publications/fs/EuBP_FS_What_are_bioplastics.pdf)

- Espaliat, M. (2017): *Economía Circular: introducción a los principios de la sostenibilidad*, CreateSpace Independent Publishing Platform, pp. 234
- Jacob, D.; Petersen, J.; Eggert, B (2014): Euro-cordex: new high-resolution climate change projections for Euroepan impact research. *Regional Environmental Change*, 14, 563 <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2>
- Jiménez, L. M.; Pérez, E.; Valero, A.; Valero, A.; Cerdá, E.; Sanz, F. J.; Martínez, J; Molina, A.; Morató, J, Tollín, N.; Villanueva, B.; De Benito, B. (2019): *Economía Circular-Espiral: transición hacia un metabolismo económico cerrado*. Madrid, Ecobook Editorial del Economista, pp. 344.
- Foro Económico Mundial (2016): *The New Plastics Economy. Rethinking the Future of Plastics*. World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company. Retrieved from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017): The Circular Economy—A new sustainability paradigm?, *Journal of cleaner production*, 143: 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geng, Y.; Fu, J.; Sarkis, J. & Xue, B. (2012): Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical análisis. *Journal of Cleaner Production*, 23. pp 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>
- Hetemäki, L.; Hanewinkel, M.; Muys, B.; Ollikainen, M.; Palahí, M. & Trasobares, A. (2017): Leading the Way to a European Circular Bioeconomy Strategy. *From Science to Policy* 5, pp. 52. Retrieved from [https://www.efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/efi\\_fstp\\_5\\_2017.pdf](https://www.efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/efi_fstp_5_2017.pdf)
- Hurmekoski, E. 2017. How Can Wood Construction Reduce Environmental Degradation? Instituto Forestal Europeo. Retrieved from [https://www.efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/efi\\_hurmekoski\\_wood\\_construction\\_2017\\_0.pdf](https://www.efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/efi_hurmekoski_wood_construction_2017_0.pdf)
- Kharas, H. (2017): *The Unprecedented Expansion of the Global Middle Class. Global Economy and Development at Brookings*, Working Paper 100. Pp. 32 Retrieved from [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/02/global\\_20170228\\_global-middle-class.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/02/global_20170228_global-middle-class.pdf)
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018): Circular economy: the concept and its limitations, *Ecological economics*, 143, 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Linder, M.; Maroschek, M.; Netherer, S.; Kremer, A.; Barbati, A.; García-Gonzalo, J.; Seidl, R.; Delzon, S.; Corona, P.; Kolström, M.; Lexer, M.; Marchetti, M. (2010). Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems, *Forest Ecology and Management*, Volume 259, Issue 4, pp. 698-709 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.023>
- Mantau, U. (2012): *Wood flows in Europe (EU27)*. Project report. Celle, pp. 24. Retrieved from <http://www.cepi.org/system/files/public/documents/publications/forest/2012/CEPIWoodFlowsinEurope2012.pdf>

- Mantau, U. (2010): Is there enough wood for Europe?. In: EUwood – Final report. Hamburg/ Germany, pp. 19-34. Retrieved from [https://www.egger.com/downloads/bildarchiv/187000/1\\_187099\\_DV\\_Real-potential-changes-growth\\_EN.pdf](https://www.egger.com/downloads/bildarchiv/187000/1_187099_DV_Real-potential-changes-growth_EN.pdf)
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente) (2019): España - Programa Nacional de Desarrollo Rural, Madrid, Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente, pp. 493. Retrieved from [https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/programas-ue/programanacionaldesarrolloruralv60adoptadocedecision29-may-2019\\_tcm30-513451.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/programas-ue/programanacionaldesarrolloruralv60adoptadocedecision29-may-2019_tcm30-513451.pdf)
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente) (2019b): Anuario de Estadística Forestal 2017, Madrid, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente, pp. 106. Retrieved from [https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/aef2017\\_completo\\_web\\_tcm30-521533.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/aef2017_completo_web_tcm30-521533.pdf)
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente) (2015): Plan de Activación Socioeconómica del Sector Forestal, Madrid, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente, pp. 245. Retrieved from [http://www.pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/plan\\_de\\_activacion\\_socioeconomica\\_del\\_sector\\_forestal.pdf](http://www.pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/plan_de_activacion_socioeconomica_del_sector_forestal.pdf)
- Martínez de Arano, I. (coord.) (2018): A Forest-based Circular Bioeconomy for Southern Europe: Vision, Opportunities and Challenges. Instituto Forestal Europeo. Retrieved from [https://www.efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/Reflections%20on%20the%20bioeconomy%20-%20Synthesis%20Report%202018%20\(web\)\\_0.pdf](https://www.efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/Reflections%20on%20the%20bioeconomy%20-%20Synthesis%20Report%202018%20(web)_0.pdf)
- Méndez Gutiérrez del Valle, R. (1994): Sistemas productivos locales y políticas de desarrollo rural. *Revista de estudios regionales*, N°. 39. Pp 93-114. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10261/10932>
- Méndez Gutiérrez del Valle, R. (2003): Innovación y redes locales como estrategias de desarrollo territorial. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, N° 55. Pp 177-198 Retrieved from <http://revistes.iec.cat/index.php/TSCG/article/view/37304/37287>
- Méndez Gutiérrez del Valle, R. & Climent, E.A. (2002): Medios innovadores y desarrollo local: Los sistemas locales productores de calzado del interior de España. *Estudios geográficos*, Vol. 63, N° 246, Madrid. Pp 5-32. Retrieved from <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/viewFile/258/257>
- Méndez Gutiérrez del Valle, R.; Sánchez, S.; Abad, L.D. & García, I. (2008): Dinámicas industriales, innovación y sistema urbano en España: trayectorias de las ciudades intermedias. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, N°. 46. Pp. 227-260. Retrieved from <http://age.ieg.csic.es/boletin/46/12-DINAMICAS.pdf>
- Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (2018): España Circular 2030. Estrategia española de economía circular, Madrid, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, pp. 178. Retrieved from [https://www.miteco.gob.es/images/es/180206economicircular\\_tcm30-440922.pdf](https://www.miteco.gob.es/images/es/180206economicircular_tcm30-440922.pdf)



- Ministerio de Economía y Competitividad (2016): Estrategia española de Bioeconomía Horizonte 2030, Madrid, Ministerio de Economía y Competitividad, pp. 46. Retrieved from <http://bioeconomia.agripa.org/download-doc/102163>
- Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (2011): IV Inventario Forestal Nacional: Galicia. A Coruña, Lugo, Ourense y Pontevedra. Varios tomos. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente (2002): Plan Forestal de España. Madrid, Dirección General de la Naturaleza, pp. 145. Retrieved from [https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/pfe\\_tcm30-155832.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/pfe_tcm30-155832.pdf)
- Ministerio de Medio Ambiente (1999): Estrategia Forestal Española. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid. Pp 330. Retrieved from [https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/planificacion-forestal/politica-forestal-en-espana/pfe\\_estrategia\\_forestal.aspx](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/planificacion-forestal/politica-forestal-en-espana/pfe_estrategia_forestal.aspx)
- Miramontes, Á. & Alonso, M<sup>a</sup>.P. (2015): Sistemas productivos locales en la industria del mueble en Galicia (España). Su situación ante la crisis. *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, Vol. 35, N<sup>o</sup> 1, pp. 63-94 [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_AGUC.2015.v35.n1.48964](http://dx.doi.org/10.5209/rev_AGUC.2015.v35.n1.48964)
- Miramontes, Á. & Alonso, M<sup>a</sup>.P (2011): Las potencialidades de la biomasa forestal: Galicia, el almacén forestal de España, en Gozávez, V. & Marco, J.A. (coord.): *Geografía y desafíos territoriales en el siglo XXI*, Vol.1 (Energía y territorio: dinámicas y procesos), pp. 251-264 <http://hdl.handle.net/10045/47300>
- Miramontes, Á. & Alonso, M<sup>a</sup>.P (2003): La significación de un medio innovador local dentro de la industria de fabricación de muebles de Galicia: A Estrada (Pontevedra). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, N<sup>o</sup>. 36, pp. 93-102. Retrieved from <file:///C:/Users/ANGEL/Downloads/Dialnet-LaSignificacionDeUnMedioInnovadorLocalDentroDeLaIn-765884.pdf>
- Miramontes, Á. (2009): La industria de la madera en Galicia. La significación del subsector del mueble. Santiago de Compostela, Servicio de Publicaciones de la Universidade de Santiago de Compostela, pp. 647. <http://hdl.handle.net/10347/2614>
- Prins, K. (2010): “Policy options for more wood: Strategies and recommendations for a sustainable wood mobilisation”. In: *EUwood - Final report*. Hamburg/Germany, pp 108-126. Retrieved from [https://www.egger.com/downloads/bildarchiv/187000/1\\_187099\\_DV\\_Real-potential-changes-growth\\_EN.pdf](https://www.egger.com/downloads/bildarchiv/187000/1_187099_DV_Real-potential-changes-growth_EN.pdf)
- Raftoyannis, Y.; Nocentini, S.; Marchi, E.; Calama, R.; Garcia, C.; Pilas, I.; Peric, S.; Amaral, J.; Moreira, A.; Costa, M.; Erodotos, P. & Lindner, M. (2014): Perceptions of forest experts on climate change and fire management in European Mediterranean Forests. *IForest – Biogeosciences and Forestry* 7(1); pp. 33-41. <https://doi.org/10.3832/ifor0817-006>
- Rizos, V; Behrens, A.; Drabik, E.; Tuokko, K.; Rinaldi, D. (2018): The Role of Business in the Circular Economy: Markets, Processes and Enabling Policies. Bruselas, Center for European Policy Studies.
- Rockström, J., Williams, J., Daily, G. et al. (2017): Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio* 46, 4–17. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0793-6>

- Salom, J. (2003): Innovación y actores locales en los nuevos espacios económicos: un estado de la cuestión. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, N°. 36. Pp. 7-30. Retrieved from file:///C:/Users/ANGEL/Downloads/455-446-1-PB.pdf
- Salom, J. & Albertos, J.M. (2014): La crisis económica en los distritos industriales valencianos. In Albertos, J.M. & Sánchez, J.L. (coord.): *Geografía de la crisis económica en España*, Valencia, Universitat de València, Servei de Publicacions pp. 467-496 <http://hdl.handle.net/10550/48035>
- Salom, J. & Pitarch, M<sup>a</sup>.D. (2018): Actores y redes en la innovación social: El caso de la ciudad de Valencia, In Baron-Yelles, N. & Romero, J. (eds.): *Cultura territorial e innovación social: ¿Hacia un nuevo modelo metropolitano en Europa del Sur?*. Valencia, Universitat de València, Desarrollo territorial. Estudios y documentos, pp. 79-94.
- Sathre, R. & O'Connor, J. (2010): «Meta-Analysis of Greenhouse Gas Displacement Factors of Wood Product Substitution»; *Environmental Science and Policy*, 13(2); pp. 104-14. Retrieved from [https://www.rogersathre.com/Sathre&OConnor\\_2010\\_wood\\_substitution\\_meta-analysis.pdf](https://www.rogersathre.com/Sathre&OConnor_2010_wood_substitution_meta-analysis.pdf)
- Shen, L., Worrell, E., & Patel, M.K., (2010): Environmental impact assessment of man-made cellulose fibres. *Resource Conservation Recycling* 55(2), pp. 260-274. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.10.001>
- Silva, R.; Caravaca, I. & González, G. (2003): Redes e innovación socio-institucional en sistemas productivos locales. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, N°. 36, pp. 103-115 Retrieved from file:///C:/Users/ANGEL/Downloads/461-452-1-PB.pdf
- Stahel, W. (2019): *Economía Circular para todos: conceptos básicos para ciudadanos, empresas y gobiernos*, Independently Published, 124 páginas
- Schwartz, Y; Raslan, R. & Mumovic, D (2018): The Life Cycle Carbon Footprint of Refurbished and New Buildings - A Systematic Review of Case Studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 81(1):231–241 <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.061>
- Vehvilainen, M. (2015): Wet-spinning of cellulosic fibres from water-based solution prepared from enzymetreated pulp, (Tampere University of Technology, Publication; Vol. 1312). Tampere: Tampere University of Technology. Retrieved from [https://tutcris.tut.fi/portal/files/3087489/vehvilainen\\_1312.pdf](https://tutcris.tut.fi/portal/files/3087489/vehvilainen_1312.pdf)
- Vis M., U. Mantau, B. Allen (Eds.) (2016): Study on the optimised cascading use of wood. No 394/PP/ENT/RCH/14/7689. Final report. Brussels, pp. 337 Retrieved from file:///C:/Users/ANGEL/Downloads/Cascade%20study%20Executive%20Summary%20EN%202%20June.pdf doi: 10.2873/827106
- XERA (Axencia Galega da Industria Forestal) (2018): *A cadea forestal – madeira de Galicia 2017*. Consellería de Economía, Emprego e Industria. Pp. 54 Retrieved from <http://clustermadeira.com/wp-content/uploads/2012/06/Cadena-Forestal-Madera-2017-v7.pdf>

## 6. Sitios web

- Banco Mundial (2016): Dos planetas más para poder vivir en este. Retrieved from <https://www.bancomundial.org>
- Colegio Oficial de Ingenieros de Montes (2019): Conferencia Ministerial sobre Protección de Bosques y Europa. Retrieved from <https://www.ingenierosdemontes.org/cns/conferencia-ministerial-proteccion-bosques-europa.aspx>
- Confemadera Galicia (Confederación de Empresas de la Madera de Galicia), (2019): varios informes y estadísticas. Retrieved from <http://confemaderagalicia.es/>
- EUROSTAT (2016a): Serie de datos sobre Gross Domestic Product (GDP) at market prices, annual data. Retrieved from <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu>
- EUROSTAT (2016b): Serie de datos sobre Population on 1 January by age and sex. Retrieved from <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu>
- EUROSTAT (2015): Serie de datos sobre Generation of waste by waste category, hazardousness and nace. Retrieved from <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2019): varios informes y estadísticas. Retrieved from <http://www.fao.org>
- FNUB, (2015): Plan estratégico de las Naciones Unidas para los bosques. <https://www.un.org/esa/forests/documents/un-strategic-plan-for-forests-2030/index.html>.
- Global Footprint Network (2019): varios informes y estadísticas. Retrieved from <https://www.footprintnetwork.org/>
- ICEX España Exportación e Inversiones varios informes y estadísticas. Retrieved from <https://www.icex.es>
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (2015): Estadísticas sobre la recogida y tratamiento de residuos. Encuesta sobre generación de residuos en la industria, <https://www.ine.es>
- Ministerio de Economía y Empresa (2019): varios informes y estadísticas. Retrieved from <http://www.mineco.gob.es>
- Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2019): varios informes y estadísticas. Retrieved from <http://www.ciencia.gob.es>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2019): World Population Prospects: The 2018 Revision, Retrieved from <https://population.un.org>
- SECF (Sociedad Española de Ciencias Forestales) (2019): varios informes y estadísticas. Retrieved from <http://secforestales.org/>.